Quai de France

Ø40 en Ø100 Fonçage sous chaussée
Attente parking silo
Raccordement sur regard existant
Raccordement sur Ø500
Fonte Ø100
Raccordement sur existant
Regard EP en attente
Réseau AEP en attente
Raccordement sur existant
Réseau AEP en attente
Regard EU en attente
Tranchée CU en attente
Réseau AEP en attente
Regard EU en attente
Tranchée CU en attente
Réseau AEP en attente

Bassin G
PHE marnant : 4,90
PHE constant : 4,20
Fond : 1,90 à 2,20
Volume de rétention décennal 680m3
Volume de rétention centennal 1175m3
Volume de stockage utile : 740m3

Bassin F
PHE marnant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,50
Volume de rétention décennal 3775m3
Volume de rétention centennal 4845m3

Réseau AEP en attente
Regard EU en attente
Raccordement sur existant : 3,90
Ø200 dévoiement
Raccordement sur existant : 4,80
AEP dévoiement Ø200 L=17 ml
AEP dévoiement Ø200
Raccordement sur existant
Pièce paysagère
PHE 100ans : 5,25
PHE 10ans : 5,18
Fond : 5,10
Niveau haut de la nappe : 3,70
Délai d'infiltration pluie décennale : 18h
Pièce paysagère
PHE 100ans : 5,65
PHE 10ans : 5,56
Fond : 5,20
Niveau haut de la nappe : 3,70
Délai d'infiltration pluie décennale : 63h
Branchement sur regard existant de l'émissaire : 4,85
Branchement sur regard existant de l'émissaire : 4,85
Branchement sur regard existant de l'émissaire : 4,85
Raccordement sur existant
Ø250 dévoiement
Ø250 dévoiement
Bassin E
PHE marnant : 7,50
PHE constant : 6,90
Fond : 5,90 à 6,30
Volume de rétention décennal 1750m3
Volume de rétention centennal 2100m3
Volume de stockage utile : 760m3
Bassin PHE complémentaire
Surverse : 6,70
Fond : 6,50
Volume de rétention décennal 65m3
Volume de rétention centennal 210m3
Réseau AEP en attente
Regard EU en attente
Regard EU en attente
Tranchée CU en attente
Réseau AEP en attente
Regard EP en attente
Bassin D
Surverse : 7,75
Fond : 7,25

RESEAUX PROJETES

	Tranchée Chauffage Urbain		Eau Pluviale - Regard décanté avec régulateur de débit
	Tranchée Chauffage Urbain Provisoire		Eau Pluviale - Caniveau à grille
Exemple	Annotation Ouvrage CU	Exemple	Annotation Ouvrage EP
	Tranchée + Réseau Alimentation Eau Potable		Canalisation fonte en attente pour curage
	Tranchée + Réseau Refoulement pour fonctionnement écologique des bassins		Prise en attente pour curage
	Tranchée + Réseau Eau Potable à renforcer		Vanne sous citerneau pour curage
	Tranchée + Réseau Eau Potable à dévoyer		Enrochements
	Réseau Eau Potable à abandonner		Matelas gabions
	Eau Potable - Vanne		Mur gabions
	Eau Potable - Branchement collectif		
	Eau Potable - Plaque pleine		
	Eau Potable - Poteau Incendie		
	Eau Potable - Pompe de refoulement pour fonctionnement écologique des bassins	Note: 1/ Plan soumis aux conclusions de l'étude de faisabilité d'un réseau de chaleur ;	
	Eau Potable - Rejet pour fonctionnement écologique des bassins		
	Eau Potable - Point de puisage pour lavage	Note: 2/ Plan soumis à l'étude ARE pour la desserte du réseau HTA ;	
Exemple	Annotation Ouvrage AEP		
	Tranchée + Réseau principal Eaux Usées	Note: 3/ Plan à mettre à jour selon le phasage opérationnel définitif,	
	Tranchée + Réseau branchement Eaux Usées		

RESEAUX EXISTANTS

	Réseau Eaux Usées à abandonner		Réseaux Eaux Pluviales Existants
	Eaux Usées - Regard de visite		Réseaux Refoulement Eaux Pluviales Existants
	Eaux Usées - Boîte de branchement		Réseaux Eaux Usées Existants
	Eaux Usées - Poste de relevage		Réseaux Refoulement Eaux Usées Existants
Exemple	Annotation Ouvrage EU		Réseaux AEP Existants
	Tranchée + Réseau principal Eau Pluviale		Réseaux GAZ Existants
	Tranchée + Réseau branchement Eau Pluviale		Réseaux OLEODUC Existants
	Tranchée + Réseau Eau Pluviale à dévoyer		Réseaux Eclairage Existants
	Réseau Eau Pluviale à supprimer		Réseaux Basse Tension Existants
	Eau Pluviale - Regard de visite		Réseaux Basse Tension Aérien Existants
	Eau Pluviale - Boîte de branchement		Réseaux Haute Tension Existants
	Eau Pluviale - Avaloir		Réseaux FT Existants
	Eau Pluviale - Grille		Réseaux FT Aérien Existants
	Eau Pluvial - Ouvrage de survers bassins		Réseaux FO Existants
	Eau Pluviale - Ouvrage Bassin Divers		Fourreaux existants en attente
	Eau Pluviale - Ouvrage Bassin Divers		Tranchée technique existante
Ø1000	Eau Pluviale - Débourbeur - déshuileur		

Métropole Rouen Normandie

Maîtrise d'ouvrage :

ROUEN NORMANDIE AMENAGEMENT
Montmorency II
65 avenue de Bretagne BP 1137
76175 ROUEN Cedex 1
Tél : 02 32 81 69 10

Aménagement du quartier Flaubert
Marché 2

Maîtrise d'oeuvre :

Atelier Jacqueline OSTY & associés
77 rue de Charonne
75 011 PARIS
Tel : 01 43 48 63 84
atelier@osty.fr

ATTICA urbanisme et paysage
10 bd des Batignolles
75 017 PARIS
Tel : 01 45 22 19 77
Fax : 01 45 22 38 09
attica@attica-urbanisme.fr

Agence CONCEPTO
Parc de Garlande, 1 rue de l'Egalité,
92220 Bagneux
Tél : 01 47350674
Fax : 01 47353282

EGIS France
Parc de la Vatine-32 rue Raymond Aron
76 130 MONT SAINT AIGNAN
Tel : 02 32 12 55 85
Fax : 02 35 60 42 18
rouen.egis-France@egis.fr

BURGEAP Normandie
24 rue des Pâtis
76 140 PETIT QUEVILLY
Tel : 02 32 81 45 00
Fax : 02 32 10 37 33
rouen@burgeap.fr

N

Lot

Plan des réseaux humides
Canal bleu Sud et place centrale

Numéros : 1.9.2

Entrepreneur	Echelle	Date	Phase	Indice
OSTY - ATTICA - CONCEPTO EGIS - BURGEAP	1/500	juin 2015	AVP	2

Modifications	Date
Création du document	31/10/14
Modifications suite aux remarques des services de la Métropole	09/06/15
Modifications selon rapport DHI "Cahier technique bassins et canaux Ind G"	23/08/15

SPLA CREA AMENAGEMENT

TRANCHE 1 DE LA SECONDE PHASE D'AMENAGEMENT DES BORDS DE SEINE DANS LE CADRE DE LA REALISATION DU PROJET D'ECOQUARTIER FLAUBERT

Note complémentaire à la notice d'incidences au titre du code de l'environnement

ingetec
Infrastructure - Environnement

N° 8404/1 - Version A du 29 octobre 2013

Sommaire

1 CONTEXTE & OBJECTIFS 1
2 L'ETUDE FAUNE FLORE 3
2.1 Identification des enjeux sur le site 3
2.2 Les effets du projet sur la faune, la flore et les milieux naturels et les mesures 6
3 LE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE LA NAPPE 9
3.1 Fréquence des contrôles et localisation des prélèvements 9
3.2 Méthodologie des prélèvements 10
3.3 Analyses en laboratoire 10
3.4 Rapport de synthèse 10
4 LA MODELISATION HYDRAULIQUE 11
4.1 L'emprise et les caractéristiques du modèle : 11
4.2 Les données d'entrées : 11
4.3 Méthodologie 12
4.4 Résultats de la modélisation 12
4.4.1 Création de l'état de référence 12
4.4.2 Création de l'état actuel en intégrant le pont Flaubert 16
4.4.3 Incidences du projet en situation future 17
5 PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS 21
5.1 Couverture de terre végétale 21
5.2 Limitation de l'infiltrationdes eaux pluviales sur la butte forestière 21
5.3 Inscription de la zone de confinement au PLU et à la base de données BASOL 21

1

Contexte & Objectifs

La SPLA CREA Aménagement a déposé au mois de juillet 2011, une notice d'incidences au titre du code de l'environnement pour l'aménagement des bords de Seine (Armada 2013) dans le cadre de la réalisation du projet d'Ecoquartier Flaubert.

En date du 23 Aout 2011, les services instructeurs de la police de l'eau ont formulé une demande de compléments sur le dossier de déclaration référencé (76-2011-00362).

L'objectif de cette note complémentaire est donc d'apporter les éléments complémentaires pour répondre aux attentes de la police de l'eau.

5 points principaux seront traités dans cette note :

1. L'avancée et les résultats des études Faune-Flore ;
2. Les modalités de suivi de la qualité des eaux de la nappe pendant et après les travaux ;
3. Les résultats de la modélisation hydraulique réalisée sur le périmètre des Bords de Seine ;
4. Prise en compte de la pollution des sols.

Un cinquième point est soulevé dans la demande de complément de la police des Eaux. Cela concerne la place qui a été donné au sein du dossier à l'aménagement du parking de la SMAC, aménagement qui avait fait l'objet en 2010 d'un porter à connaissance. La Police de l'Eau regrette que cet aménagement n'ait été décrit que dans les annexes du dossier. Nous avions en effet retenu ce procédé car il nous semblait que c'était une manière d'apporter plus de lisibilité à l'aménagement des bords de Seine.

Néanmoins nous notons cette remarque et ne manquerons pas de la prendre en considération dans les prochains dossiers réglementaires à produire pour les phases d'aménagement à venir.

2

L'étude Faune Flore

Afin de prendre en compte la thématique de la faune et de la flore, la SPLA CREA AMENAGEMENT a lancé la réalisation d'une expertise écologique sur l'ensemble du périmètre d'aménagement de l'écoquartier Flaubert.

Les objectifs de cette étude réalisée par la société Biotope sont les suivants :

- Identifier la biodiversité présente sur l'aire d'étude et sa sensibilité au projet ;
- Définir les effets du projet en phase chantier et en phase d'exploitation sur les milieux naturels, la faune et la flore ;
- Proposer le cas échéant des mesures d'atténuation et/ou de compensation des impacts.

Cette prestation qui a débuté en janvier 2011 et s'est achevé à la fin du mois de septembre 2011 a fait l'objet d'un rapport détaillé qui est consultable en annexe de ce document complémentaire.

Annexe 1	:	Expertise écologique pour l'aménagement de l'Ecoquartier Flaubert (Biotope – Octobre 2011)

Lors du dépôt du dossier loi sur l'eau en juillet 2011, cette étude n'était pas encore finalisée. Seuls des résultats partiels prouvant l'absence de zone humide sur le site avaient pu être mis en avant. Les investigations complémentaires menées depuis permettent de disposer aujourd'hui d'une bonne connaissance des enjeux liées à cette thématique.

Au-delà du rapport complet, cette note complémentaire propose de réaliser une synthèse des enjeux et des effets du projet ainsi que la présentation des premières mesures d'accompagnement prévues par le maître d'ouvrage.

2.1 Identification des enjeux sur le site

L'aire d'étude est en grande partie occupée par une friche herbacée clairsemée, abritant une flore banale et peu attractive pour la macrofaune.

Les **habitats naturels** de berges de Seine sont les plus intéressants du site. Il a d'ailleurs subi une pression urbaine puis les problématiques liées au manque d'entretien. Aucune flore protégée n'a été repérée sur le site cependant 3 espèces remarquables y sont présentes. Au regard de leur statut de rareté en Haute Normandie, l'enjeu écologique pour les **espèces floristiques** est néanmoins modéré.

Il est à noter la forte sensibilité du site face aux problématiques de plantes invasives. Ainsi le site présente une potentialité intéressante d'accueil d'espèces et d'habitats en fonction des aménagements et de la gestion qui y sera faite.

L'**avifaune** est constituée d'espèces relativement banales, communes en contexte urbain. Il est à noter la présence du Faucon pèlerin qui fréquente la Seine et ses berges. Plusieurs espèces, en déclin à l'échelle nationale sont également présentes (Fauvette grisette et Linotte mélodieuse). Elles restent néanmoins relativement communes. La majorité des espèces d'oiseaux présentes sur l'aire d'étude bénéficiant d'un statut de protection à l'échelle nationale, elles constituent une contrainte réglementaire.

Les potentialités pour les **amphibiens** s'avèrent nulles à très faibles et ne concernent que d'éventuelles zones d'hivernage pour le crapaud commun. Aucune observation n'a néanmoins été réalisée.

Parmi les **reptiles**, seule une espèce a pu être mise en évidence sur l'aire d'étude : le Lézard des murailles. Celle-ci trouve, dans cet espace rudéral, un certain nombre d'habitats favorables. Le lézard des murailles n'a pas été mis en évidence au niveau de la presqu'île Rollet objet de la deuxième tranche d'aménagement Armada 2013. Très commune à l'échelle de la Haute Normandie, elle est néanmoins protégée à l'échelle nationale.

Le principal enjeu identifié sur l'aire d'étude est porté par le groupe des **insectes**. Une espèce d'Oedipode (criquets) a en effet été notée sur le site. L'Oedipode turquoise est une espèce très commune mais protégée en Haute-Normandie.

Concernant les **chiroptères**, les inventaires de terrain ont mis en évidence la présence et l'utilisation du site par 3 espèces de chauve-souris anthropophiles (utilisant fréquemment ce type de milieux). Même si le site présente de nombreux atouts potentiellement attractifs, l'enjeu écologique est globalement faible.

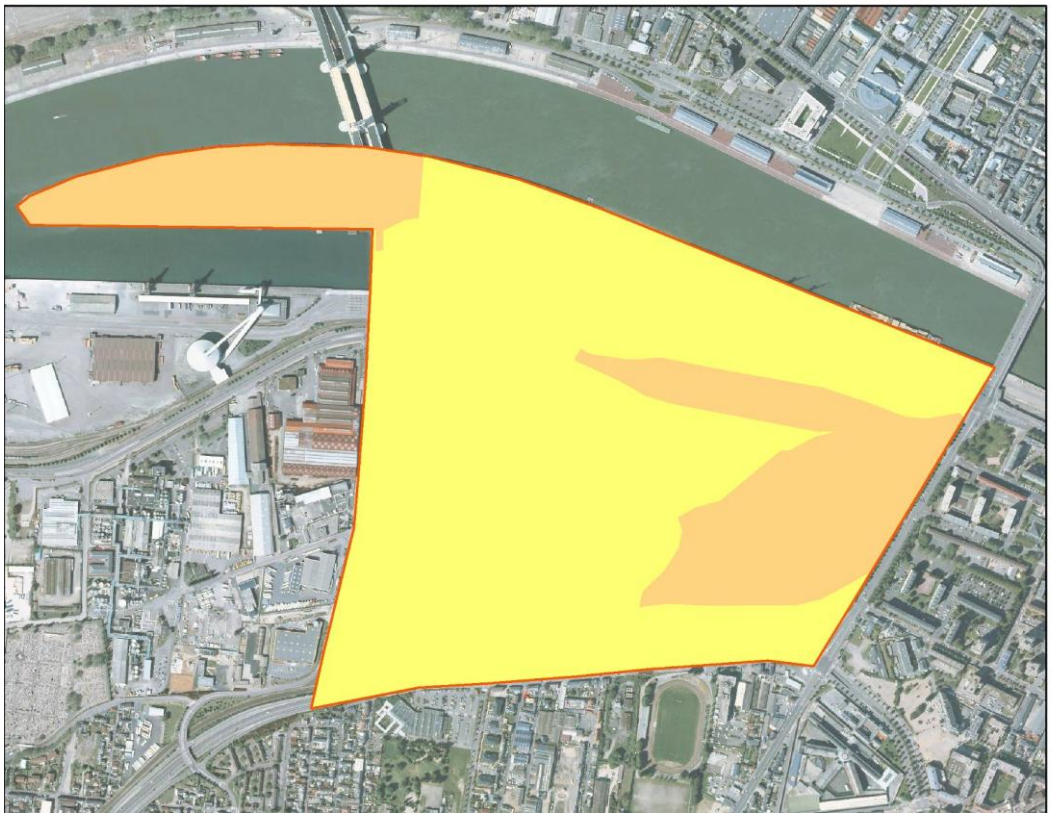
Concernant **l'ichtyofaune**, le site présente un intérêt faible en tant que secteur peu attractif pour la réalisation des cycles biologiques (alimentation, reproduction, …). Huit espèces sont recensées dont 6 sont protégées.

On pourra se référer à la carte des enjeux écologiques et au tableau de synthèse suivants.

Expertise écologique dans le cadre de l'étude d'impact pour l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert à Petit quevilly et Rouen

biotope **Carte des enjeux écologiques**

La CREA



Le tableau suivant résume les enjeux relatifs au site d'aménagement.

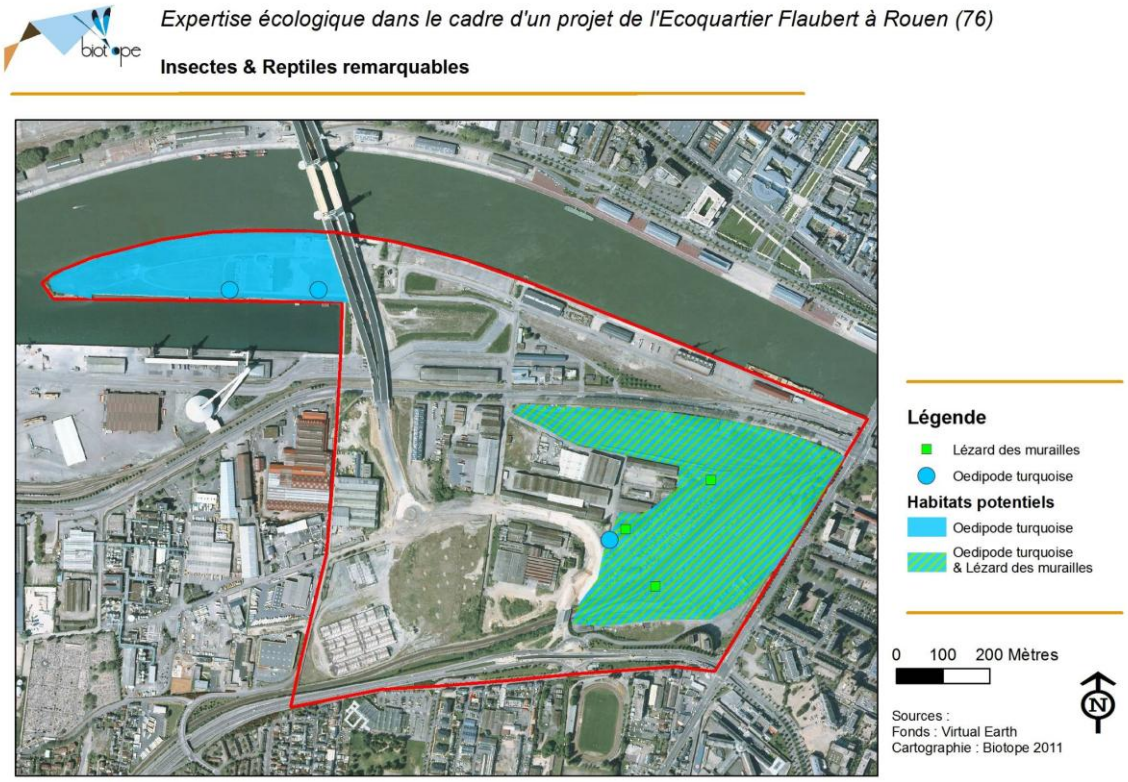
SYNTHESE DES ENJEUX PAR GROUPE TAXONOMIQUE				
Groupe taxonomique	**Eléments remarquables**	**Localisation**	**Contrainte réglementaire**	**Niveau de contrainte écologique**
Flore	Aristoloche clématite Acinos des champs Scutellaire toque	Berges de Seine	Nulle	**Modéré**
Habitats naturels	Végétations nitrophile	Berges de Seine	Nulle	**Faible**
Insectes	Oedipode turquoise	Secteurs à végétation clairsemé (moitié Nord de la Zone) Presqu'ile Rollet	**Oui**	**Moyenne**
Amphibiens	-	-	Nulle	**Nulle**
Reptiles	Lézard des murailles	Secteur ouest du site	**Oui**	**Moyenne**
Chiroptères	3 espèces de pipistrelle	Allées de platanes Friche située au sud-ouest du site Presqu'île Rollet	Oui	**Modéré à Faible**
Oiseaux	<u>Espèces nicheuses</u> Moineau domestique, l'Etourneau sansonnet et la Linotte mélodieuse <u>Espèce présente</u> Faucon pèlerin	Presqu'île Rollet Berges	**Oui**	**Moyenne**
Poissons	Chabot, lamproie de Planer, lamproie Marine Anguille européenne, brochet, truite de rivière, vandoise, ide mélanotte	Pointe aval de la presqu'île Rollet	**Oui**	**Faible**

2.2 Les effets du projet sur la faune, la flore et les milieux naturels et les mesures

Au regard des enjeux identifiés et de la nature du projet, les impacts du projet sur la faune, la flore et les milieux apparaissent réduits voir globalement positifs notamment au niveau de la presqu'île Rollet où la création de la butte forestière et des prairies associées permettra de favoriser la biodiversité du site.

De nouvelles adaptations mineures du projet (plantations) sont actuellement en cours de réflexion entre les spécialistes de Biotope et l'équipe de maîtrise d'œuvre pour aller encore au-delà en renforçant la biodiversité sur le site et atteindre un des objectifs majeurs du projet qui consiste à créer un véritable « laboratoire écologique » au droit de la presqu'île Rollet.

Deux espèces en particulier nécessitent néanmoins une prise en compte plus spécifique. Il s'agit du lézard des murailles et de l'oedipode turquoise (insecte). Le schéma suivant présente leur zone de répartition sur le périmètre d'étude.

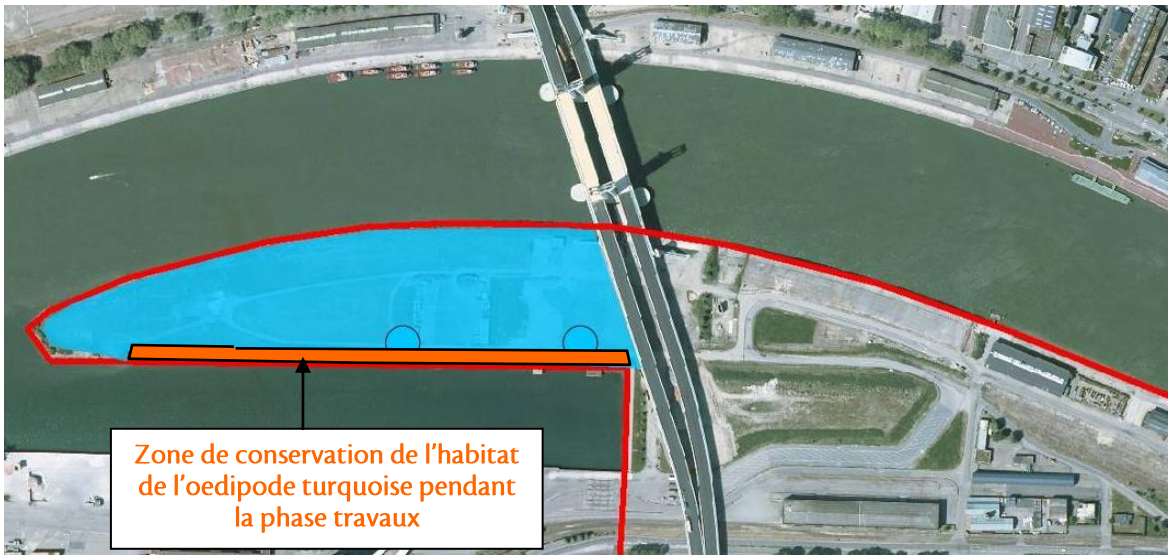


Pour le premier, sa zone de répartition n'est pas située dans la zone d'aménagement du périmètre des bords de Seine.

Ainsi, les mesures qui seront prises pour sa protection seront intégrées dans la réflexion d'aménagement de la phase suivante du projet. La SPLA CREA AMENAGEMENT procédera à ce titre à une concertation en amont avec les services de la DREAL pour définir des mesures adaptées et le cas échéant réaliser les démarches réglementaires qui s'imposeraient.

Concernant l'oedipode turquoise, le projet en phase d'exploitation aura un faible impact sur cette espèce.

En revanche, la phase chantier pourrait avoir un impact faible à modéré en détruisant des individus et/ou leur habitat. Pour atténuer cet impact prévisible, la SPLA CREA AMENAGEMENT a prévu la conservation d'une bande d'une dizaine de mètres de large le long du bassin au bois. On se référera au schéma suivant.



Cette zone qui sera clôturée pendant les travaux constitue actuellement la zone où cette espèce a été contactée pendant les investigations.

Ainsi, le temps des travaux, les individus pourront se réfugier sur ce secteur non impacté par les travaux. Cette mesure d'accompagnement permettra ainsi la limitation des impacts du projet sur l'oedipode turquoise. On notera également qu'une seconde zone de repli non impactée par la phase de travaux d'aménagement des bords de Seine existe à proximité, au niveau du faisceau ferroviaire présent au sud du projet où l'oedipode turquoise a également été recensée.

Par ailleurs, le maitre d'ouvrage réfléchit actuellement aux mesures de suivi qui pourraient être mises en œuvre pour suivre et quantifier si possible par le biais d'indicateurs simples les bienfaits réels du projet sur la biodiversité, la faune et la flore.

3

Le suivi de la qualité des eaux de la nappe

Pour contrôler que le chantier de terrassement et de gestion des terres impactées nécessaire à cette première phase d'aménagement ne soit pas préjudiciable à la qualité de l'environnement du projet, et, qui plus est, à la qualité des eaux souterraines, l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine a envisagé un certain nombre de préconisations. Le protocole de suivi et de contrôle prévu par le maître d'ouvrage est décrit dans les paragraphes suivants. Les données qui suivent ont été fournies par la société Burgeap en charge au sein de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine de la prise en compte de la thématique de la pollution des sols.

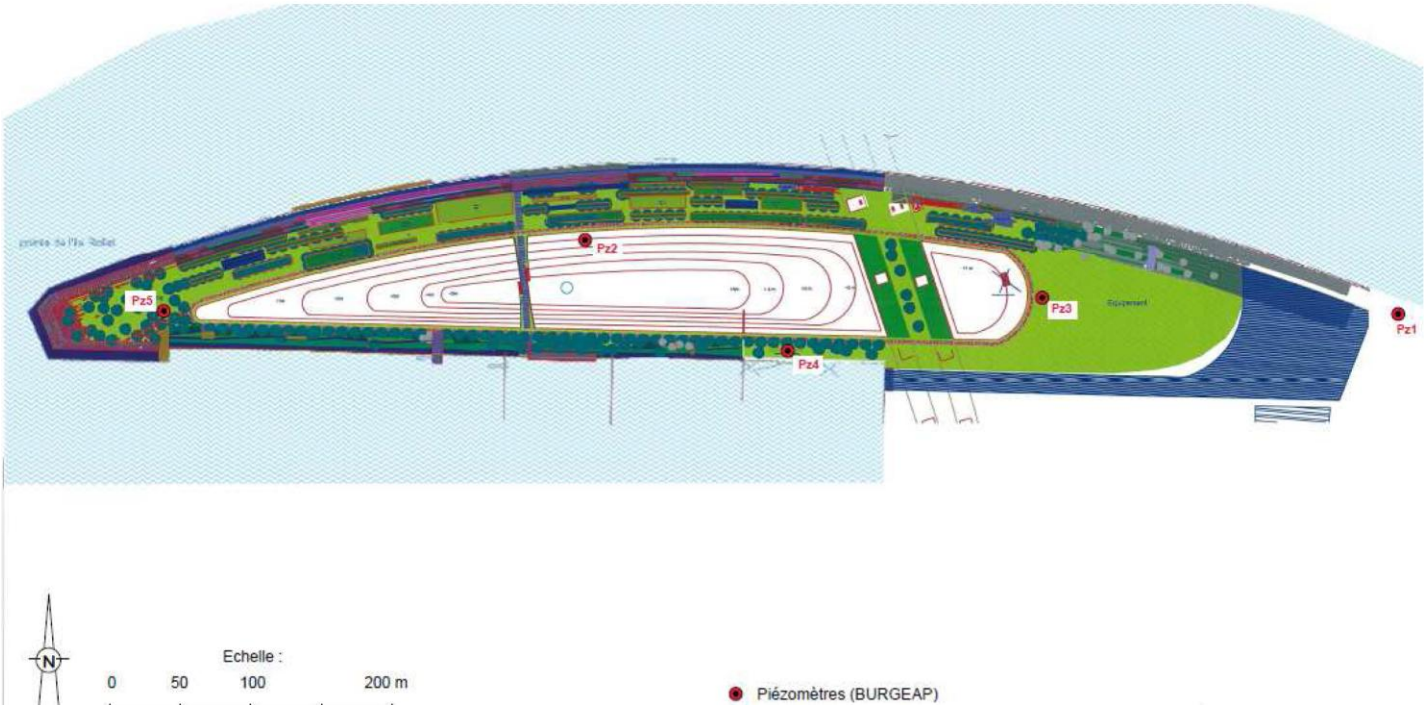
3.1 Fréquence des contrôles et localisation des prélèvements

Afin de garantir le contrôle de la qualité des eaux souterraines, nous proposons de réaliser, au droit des 5 piézomètres recensés sur le site de la presqu'ile Rollet :

- un état zéro de la qualité des eaux dans les semaines qui précéderont le démarrage des travaux ;
- un suivi de l'évolution de la qualité pendant toute la phase de terrassement, à raison d'une campagne de prélèvement par mois ;
- un suivi régulier après travaux à raison d'une campagne par mois et ce, pendant 6 mois ;
- un suivi semestriel à raison de 2 campagnes par an, et ce, pendant 2 ans.

Les piézomètres concernés par ce suivi sont présentés à la figure 1 en page suivante.

Figure 1. Localisation des 5 piézomètres concernés par l'étude selon le projet d'aménagement



3.2 Méthodologie des prélèvements

Pour chaque campagne de suivi de la qualité des eaux souterraines, nous prévoyons les tâches suivantes :

- **mesure du niveau statique** : une mesure de la profondeur du niveau d'eau au repos sera réalisée ;
- **mesures de terrain** : une sonde à interface sera utilisée afin de statuer sur la présence ou l'absence d'une phase organique flottante sur la nappe. Lors du pompage de nettoyage, nous effectuerons les mesures in situ de température, pH, conductivité, potentiel d'oxydo-réduction ;
- **prélèvements d'eaux** : un prélèvement d'eau sera effectué selon les recommandations réglementaires et méthodologiques existantes. Le prélèvement sera fait soit en sortie de pompe à la fin du pompage de nettoyage, soit au préleveur et dans tous les cas après renouvellement d'un volume d'eau au moins égal à 5 fois le volume contenu dans le piézomètre. En cas de présence de phase flottante et d'impossibilité de prélever des eaux sans irisations, la phase flottante sera prélevée pour analyse en lieu et place de l'émulsion ;
- **conditionnement et expédition des échantillons à analyser en laboratoire** : les échantillons seront conditionnés dans un flaconnage spécifique aux analyses à réaliser, précisément identifiés et stockés en atmosphère réfrigérée à l'abri de la lumière jusqu'à leur réception par le laboratoire ;
- **établissement d'un compte-rendu de terrain** : pour chacun des piézomètres, une fiche précisera les indices de pollution relevés sur les eaux échantillonnées et les résultats des mesures de terrain.

3.3 Analyses en laboratoire

Tous les échantillons collectés seront envoyés sous 24 heures au laboratoire. Ils seront analysés par un laboratoire agréé, certifié COFRAC et conformément aux normes en vigueur. Les paramètres analysés seront ceux identifiés lors des précédentes études réalisées sur la zone à savoir :

- Solvants chlorés (COHV) ;
- Composés mono et poly aromatiques (BTEX et HAP) ;
- Hydrocarbures totaux (HCT) ;
- Métaux lourds ;
- PCB ;
- Fluorures ;
- Chlorures.

3.4 Rapport de synthèse

Une note de synthèse sera réalisée sous 3 jours après réception des résultats, à l'issu de chaque campagne de prélèvement. Elle sera transmise par la maîtrise d'ouvrage au service de la DDTM. D'une note à l'autre les résultats seront compilés pour identifier si une tendance se dégage dans l'évolution des concentrations mesurées. La note de synthèse comprendra les éléments suivants :

- un plan de localisation des piézomètres ;
- un tableau de synthèse des résultats d'analyses et des mesures réalisées in-situ ;
- une note de synthèse comprenant l'interprétation des résultats en relation avec les objectifs de qualité des eaux souterraines, et en comparaison avec les résultats obtenus lors de la phase initiale ;
- les bordereaux d'analyses et les fiches de prélèvements d'eaux souterraines en annexes.

Si une anomalie sur les eaux souterraines est constatée, BURGEAP convoquera les différents partis pour une réunion extraordinaire. Si nécessaire, des dispositions spécifiques seront prises en concertation avec les différents partis pour remédier aux anomalies détectées.

4

La modélisation hydraulique

Dans le cadre du dispositif de concertation « comité hydraulique » qui a été mis en place en partenariat avec la police de l'eau tout au long de la conception du projet, il est apparu que la réalisation d'une modélisation hydraulique était indispensable à la définition fine des impacts du projet notamment du point de vue de la dynamique des écoulements de la Seine.

La SPLA CREA AMENAGEMENT a donc monté un cahier des charges et lancé une consultation européenne pour l'attribution de ce marché à un BET spécalisé.

Le BET DHI a été retenu en juin 2011. Au moment du dépôt du dossier de déclaration, le travail effectué ne permettait pas encore d'évaluer les impacts du projet sur les écoulements de la Seine.

A ce jour, le BET DHI a avancé sur le sujet et nous sommes en mesure dans cette note complémentaire de fournir les résultats de la modélisation sur les aménagements des Bords de Seine.

Les paragraphes suivants présentent l'emprise du modèle retenu, les données d'entrée prises en compte, la méthodologie employée ainsi que les résultats de la modélisation.

4.1 L'emprise et les caractéristiques du modèle :

Le modèle mis en œuvre pour l'estimation des impacts des aménagements de l'éco quartier Flaubert est un modèle 2D strict en mailles flexibles. L'emprise totale du modèle est de 4 km (2 km de part et d'autre du projet) conformément aux attentes formulées par la police de l'Eau lors des comités hydrauliques.

4.2 Les données d'entrées :

La bathymétrie de la Seine a été récupérée auprès du GPMR.

Les données topographiques en lit majeur ont été récupérées auprès du GIPSA.

Les données sur la zone de l'éco quartier sont issues des levés terrestres réalisés pour le projet d'éco quartier.

Les données bâtiments sont issues du SIG de la CREA.

Les données de débit et de hauteur sont issues du PPRI.

4.3 Méthodologie

La méthodologie mise en œuvre repose sur les 4 étapes suivantes :

1. Création de l'état de référence du PPR (topo actuelle, sans pont Flaubert, berges actuelles) et calage sur les côtes du PPRI. Le modèle calé devra restituer les côtes du PPRI.
2. Dans un second temps intégration du pont Flaubert pour constituer l'état actuel.
3. Puis intégration du projet échéance 2013 pour définir l'état futur n°1 (nouvelle topographie sur le site des berges de la Seine, modification des berges en rive gauche de la Seine).
4. Intégration des modifications de la topographie liée à l'éco quartier pour définir l'état futur n°2.

4.4 Résultats de la modélisation

4.4.1 Création de l'état de référence

4.4.1.1 Construction du modèle à partir de la topographie et de la bathymétrie

Le modèle a été construit en reprenant la bathymétrie et les levés topographiques existants dans le secteur.

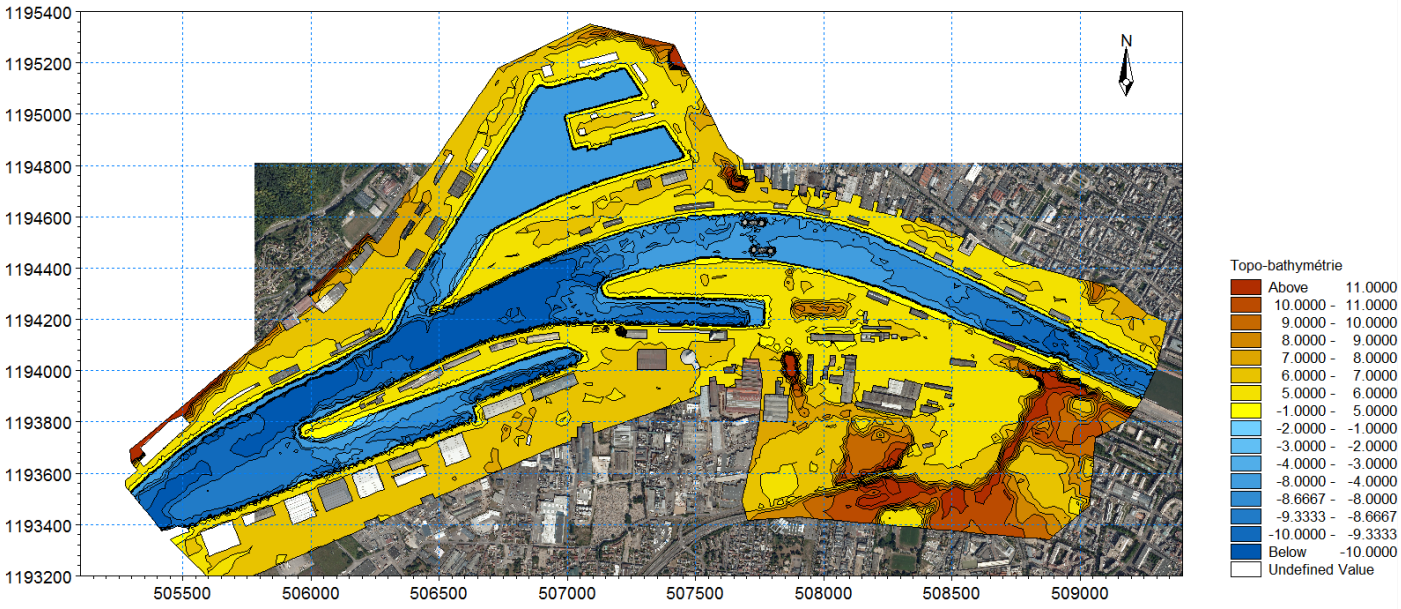


Figure 1 : topo bathymétrie de la zone d'étude

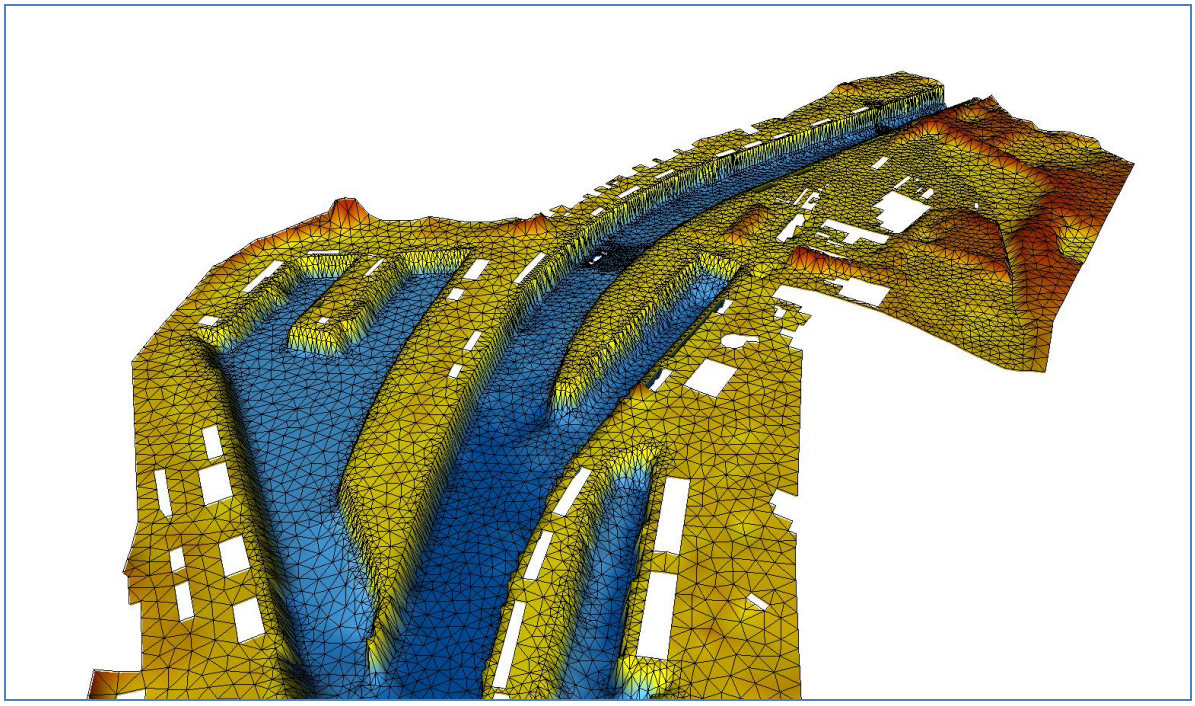


Figure 2 : maillage vue globale

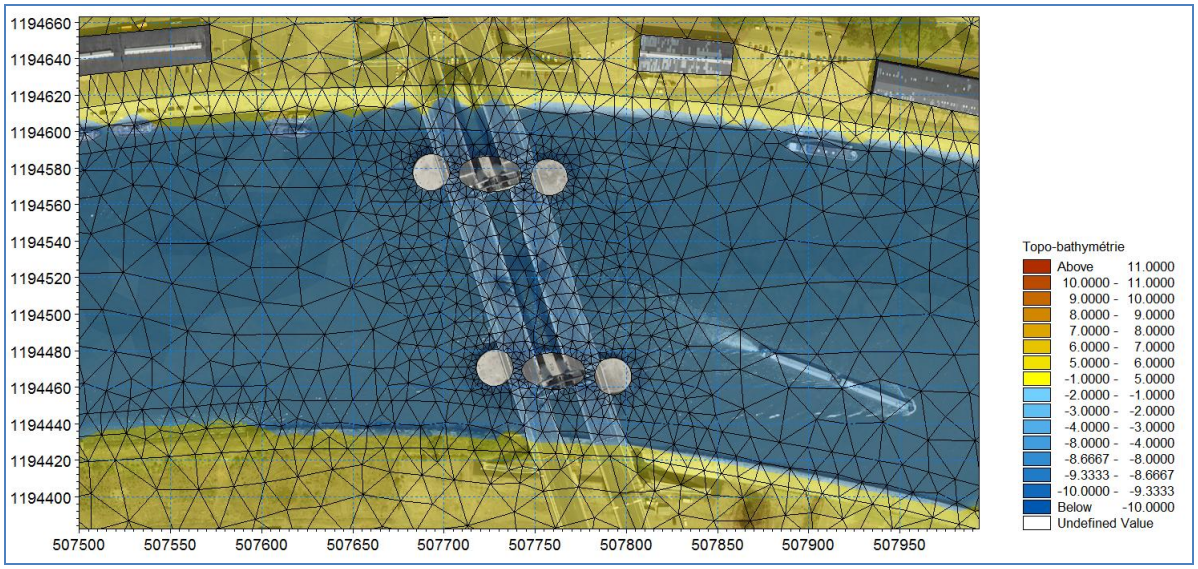


Figure 3 : maillage vue de détail

4.4.1.2 Calage du modèle

Le calage du modèle a été effectué sur la base des cotes définies dans le PPRI

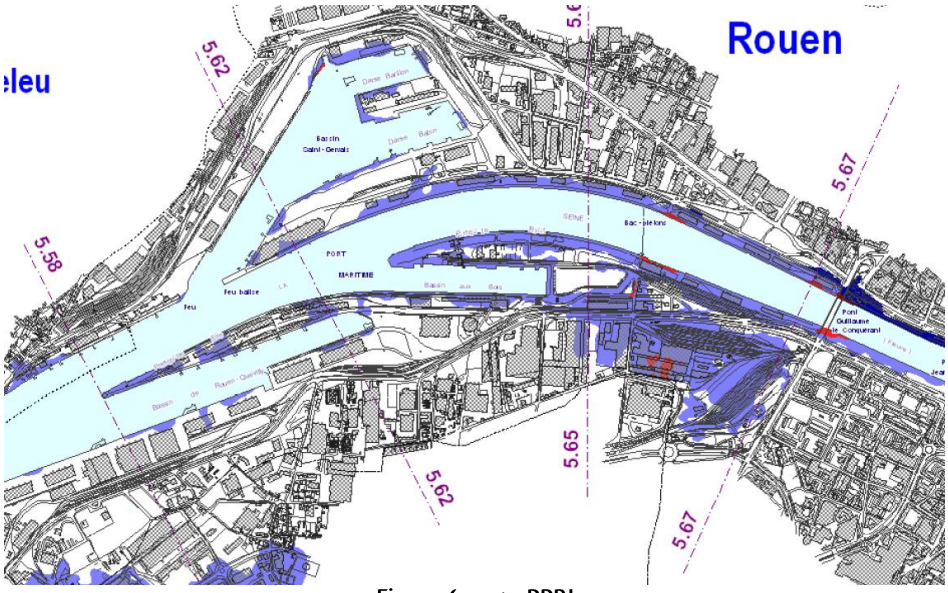


Figure 4 : cote PPRI

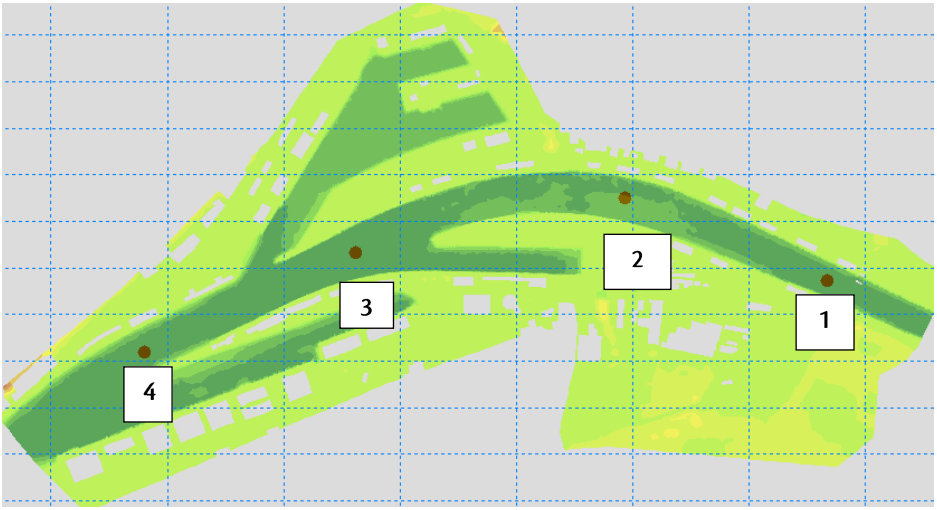


Figure 5 : points de références

Point 1		Point 2		Point 3		Point 4	
Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle
5,67	5.677	5,65	5.653	5,62	5,621	5,58	5.570

La comparaison pour chacun des 4 points de référence entre les cotes indiquées au PPRI avec les cotes issues du modèle permet de voir que les différences sont très faibles, de l'ordre de 1 cm à l'extrémité du modèle et de quelques millimètres au droit du projet. Les données montrent l'adéquation entre les lignes d'eau du PPR et le modèle de référence qui peut être considéré comme calé.

Sur cette base, la modélisation a permis pour cet état de référence de définir les zones reéllement inondées et d'évaluer les hauteurs d'eau en présence. On pourra se référer au schéma suivant.

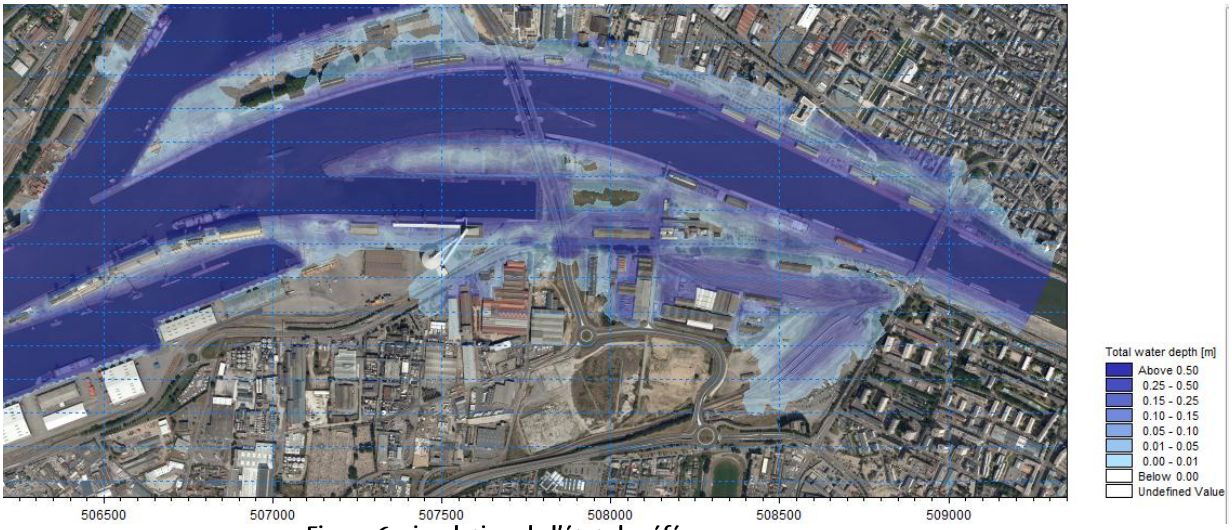


Figure 6 : simulation de l'état de référence

Le schéma suivant présente la superposition de cette emprise inondable issue du modèle à l'emprise considérée inondable dans le PPRI

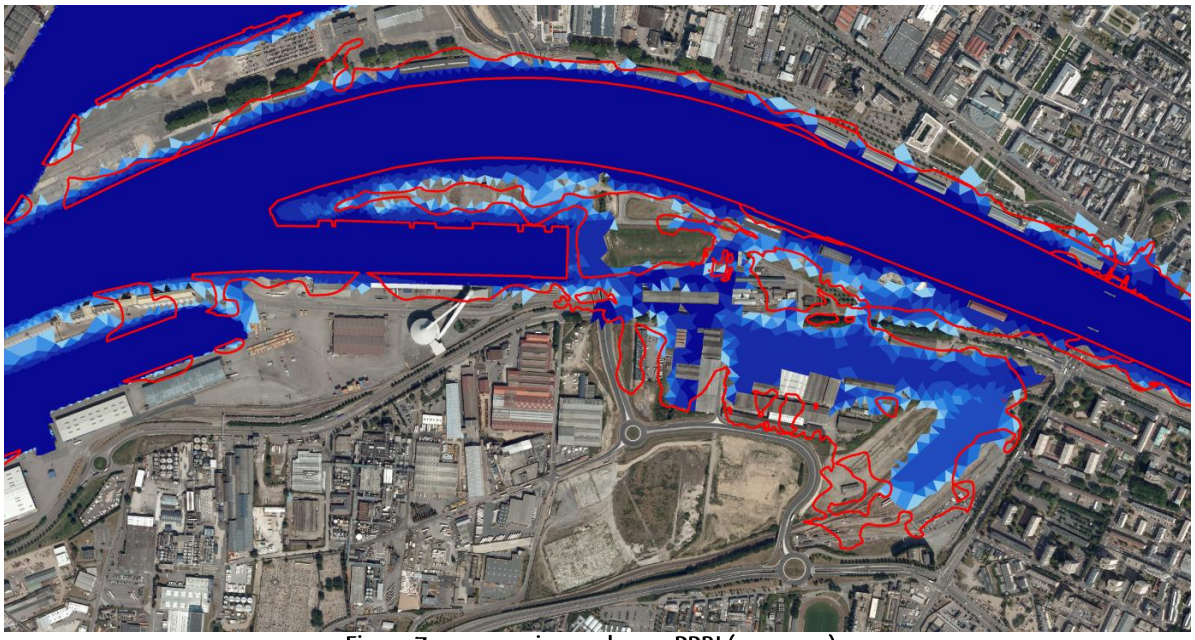


Figure 7 : comparaison calage – PPRI (en rouge)

On constate que pour l'état de référence (état initial sans le pont Flaubert), le modèle confirme que l'emprise inondable réelle au droit du projet est moins étendue que celle présentée dans le PPRI notamment sur le secteur situé au sud du boulevard où les différences sont particulièrement significatives.

4.4.2 Création de l'état actuel en intégrant le pont Flaubert

Les cotes issues du PPRI ne prennent pas en compte l'existence du Pont Flaubert. Il convenait donc de faire tourner le modèle calé précédemment en intégrant l'existence de cet ouvrage pour évaluer son incidence sur la ligne d'eau et définir l'état actuel.

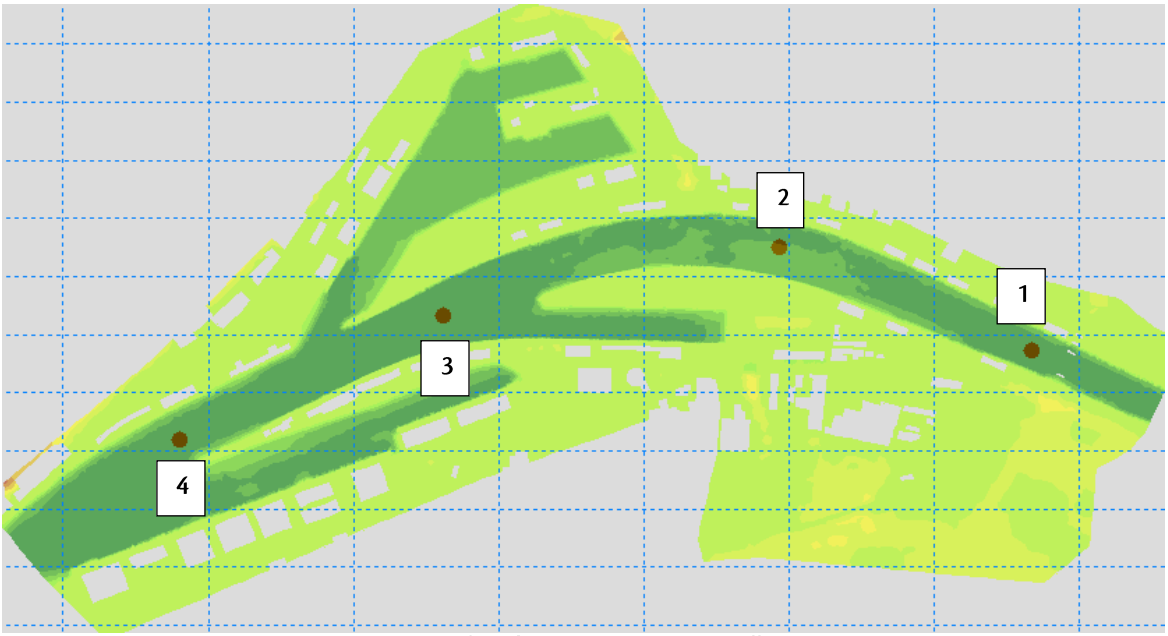


Figure 8 : points de référence situation actuelle

Point 1		Point 2		Point 3		Point 4	
Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle
5,67	5.709	5,65	5.685	5,62	5,620	5,58	5.570

Comme cela était prévisible, la comparaison des cotes du PPRI et des cotes du modèle montre globalement une élévation de la ligne deau en amont du pont d'environ 3 cm. Le schéma suivant présente l'étendue de la zone inondable en situation actuelle. On peut d'ores et déjà constater que la zone inondable ne se trouve pas foncièrement modifiée par la présence du pont.

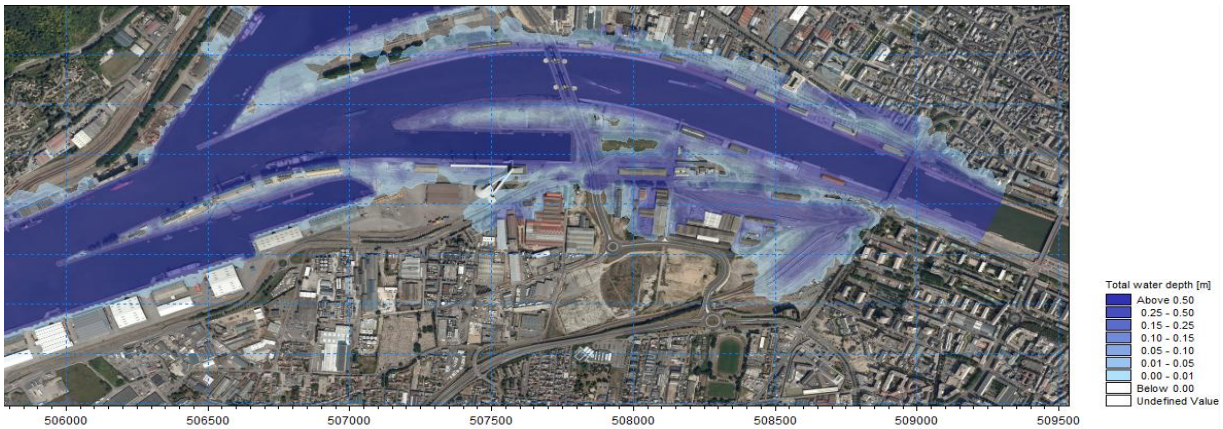


Figure 9 : simulation de l'état actuel

Le schéma suivant présente en superposition la zone inondable issue du modèle en situation actuelle à la zone inondable du PPRI. On constate comme pour l'état de référence que globalement la zone inondable du modèle est moins étendue que la zone inondable du PPRI notamment au sud du Boulevard Béthencourt.

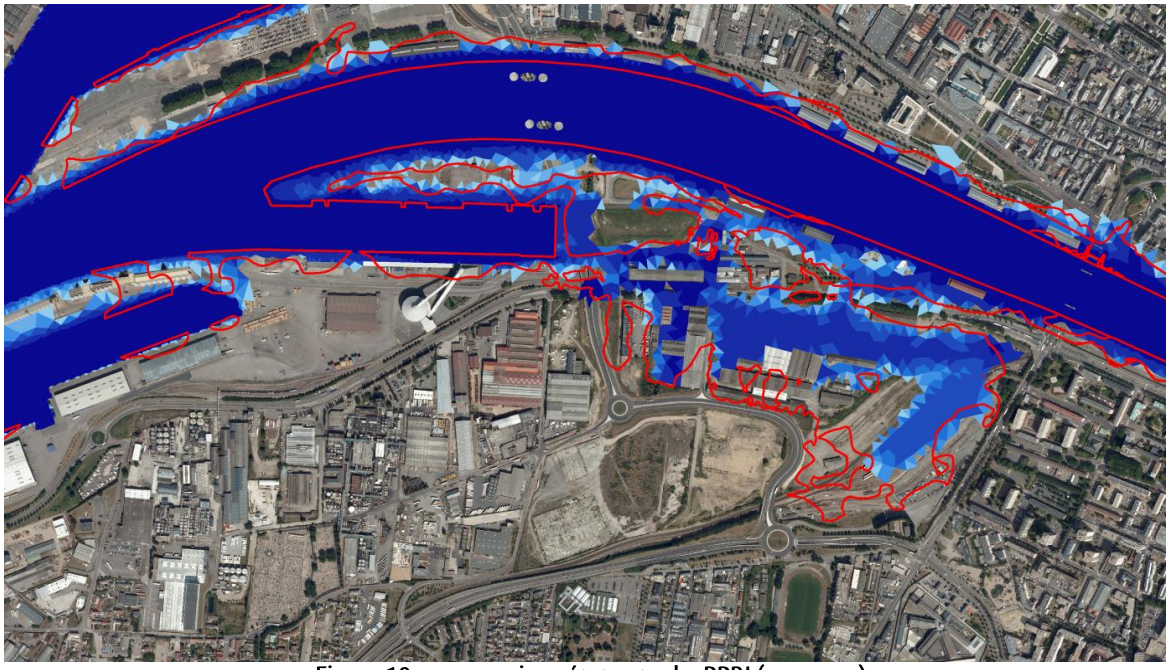


Figure 10 : comparaison état actuel – PPRI (en rouge)

4.4.3 Incidences du projet en situation future

La suite de la démarche a consisté à intégrer le projet au modèle. Les principales modifications en matière de topographie sont visibles sur le schéma suivant.

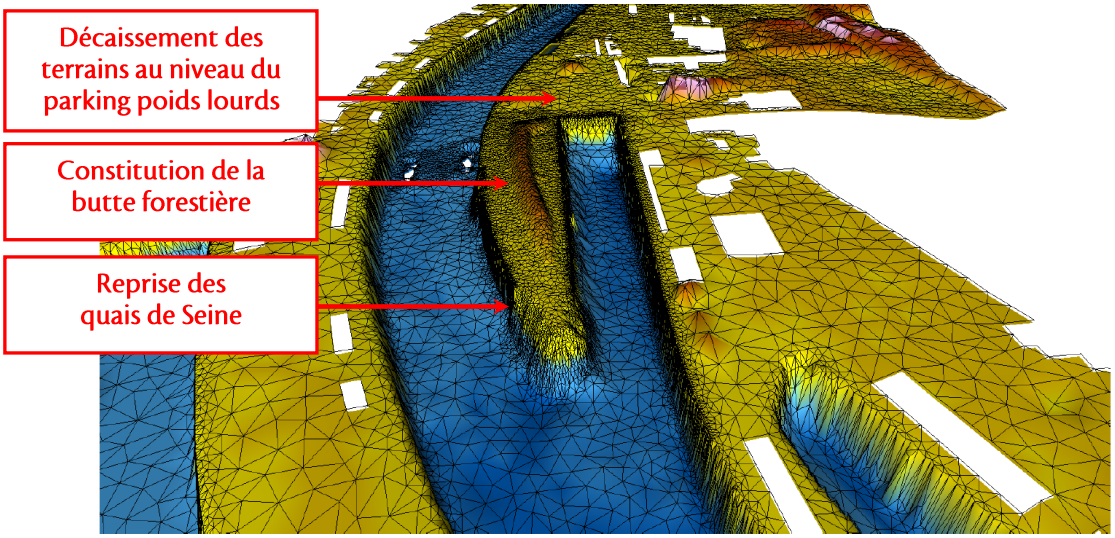


Figure 11 : Modification de la topographie

Le lancement de la modélisation avec ces nouvelles caractéristiques topographiques donne les résultats suivants au niveau des 4 point de référence précédemment utilisés.

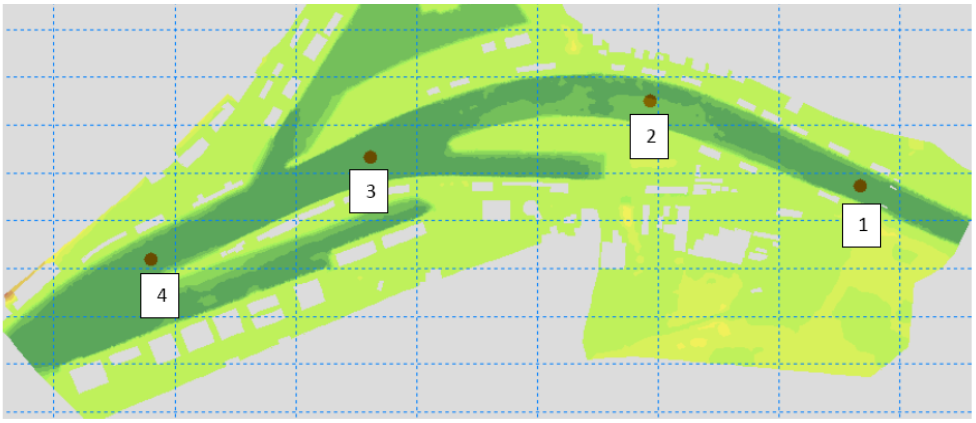


Figure 12 : points de référence situation future n°1

Point 1	
Côte PPRI	Côte modèle
5,67	5.709

Point 2	
Côte PPRI	Côte modèle
5,65	5.685

Point 3	
Côte PPRI	Côte modèle
5,62	5,619

Point 4	
Côte PPRI	Côte modèle
5,58	5.569

On constate que les cotes modèles sont identiques au mm près aux cotes déduites du modèle pour la situation actuelle. Ainsi, on peut d'ores et déjà conclure que les modifications topographiques envisagées dans le cadre du projet d'aménagement des bords de Seine n'auront aucune incidence sur la ligne d'eau de la Seine en cas de crue exceptionnelle.

De la même manière, comme le montre le schéma suivant, l'étendue de la zone inondable en situation future ne sera pas modifiée de manière significative. Ponctuellement en revanche des différences sont constatées au niveau de la presqu'île Rollet où la création de la butte forestière contribuera à la diminution de l'emprise inondable et au niveau de la zone décaissée au droit de l'entrée du parking poids lourds qui devient inondable.

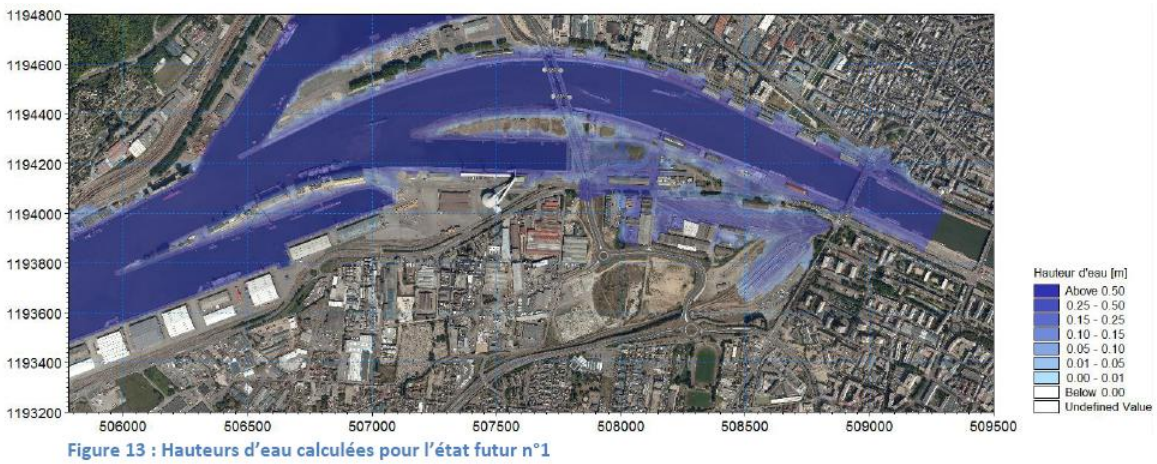


Figure 13 : Hauteurs d'eau calculées pour l'état futur n°1

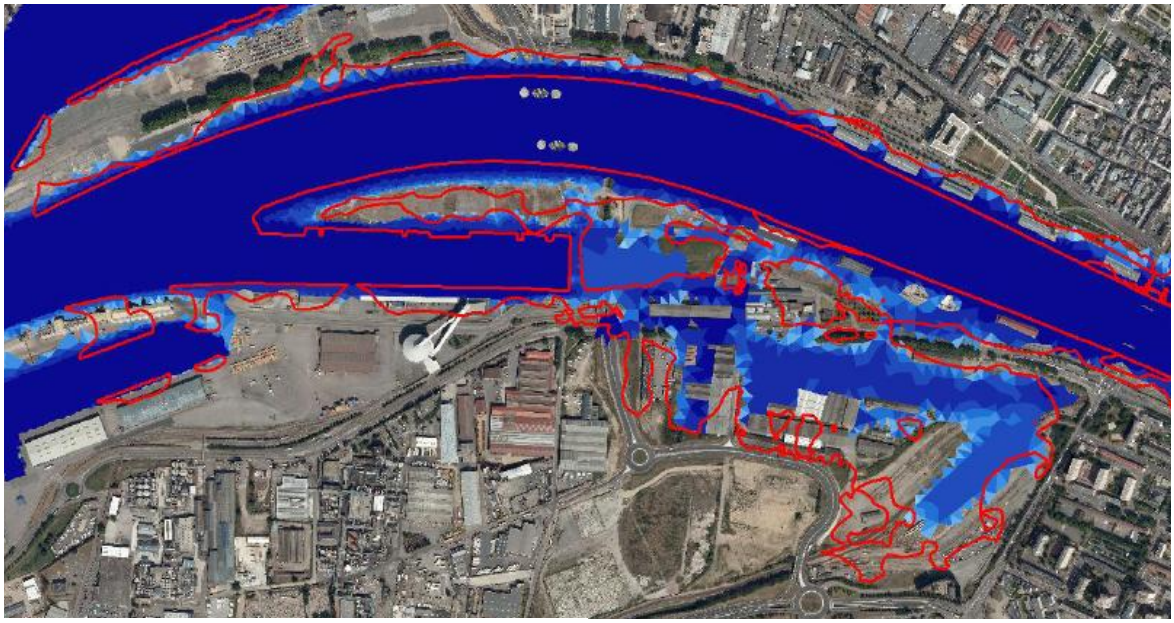


Figure 17 : comparaison état 2013 – PPRI (en rouge)

Les mesures prévues pour compenser la soustraction de volume d'expansion de crue du projet jouent bien le rôle attendu et permettent de ne pas dégrader la situation après aménagement. Les hauteurs d'eau constatées ainsi que l'étendue de la zone inondable en situation future ne sont pas modifiées de manière significative.

En ce qui concerne les vitesses d'écoulement en situation future, on peut constater à l'analyse du schéma suivant que le projet n'aura pas d'incidence. Ces dernières resteront très faibles dans le secteur d'aménagement.

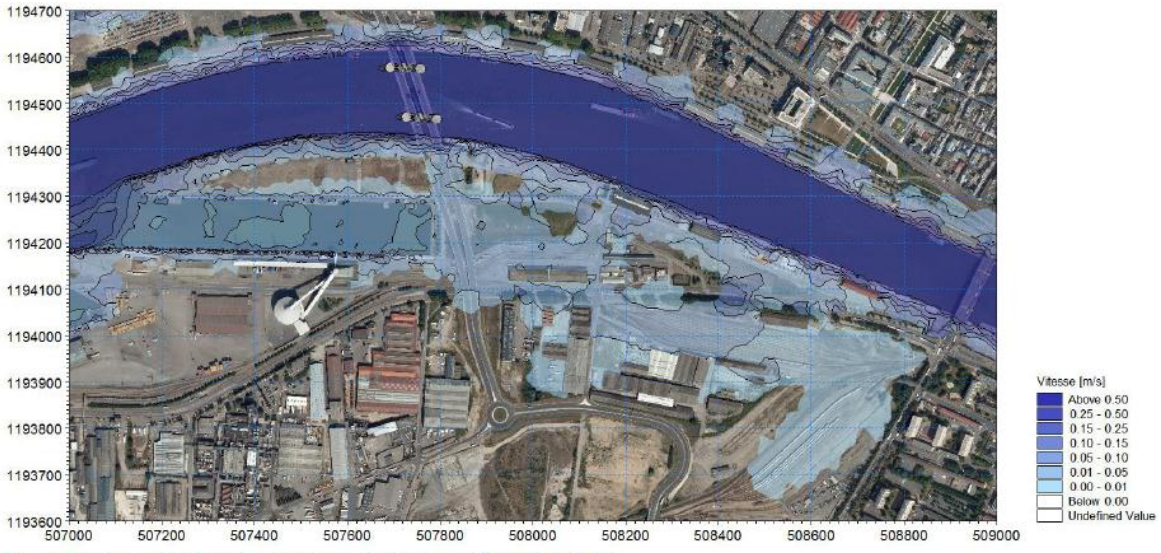


Figure 16 : Zoom local sur les vitesses calculées pour l'état futur n°1

5

Prise en compte de la pollution des sols

5.1 Couverture de terre végétale

La couverture de terre végétale saine qui sera mise en place pour assurer le confinement des terres impactées aura une épaisseur minimum de 15 cm ce qui, au vu de la nature des pollutions constatées, est parfaitement adapté aux usages futurs de la presqu'île Rollet.

5.2 Limitation de l'infiltrationdes eaux pluviales sur la butte forestière

Bien que les matériaux mis en place en couverture de la butte forestière ne soient pas d'une nature imperméable, l'infiltration sera très limitée du fait des pentes de la butte qui limiteront grandement les stagnations d'eau et favoriseront au contraire leur ruissellement jusqu'au point bas. A ce niveau et tout autour de la butte, une noue enherbée assurera l'interception et la collecte des eaux pluviales.

5.3 Inscription de la zone de confinement au PLU et à la base de données BASOL

Afin que cette zone de confinement soit portée à la connaissance de tous et que son existence soit inscrite dans les mémoires, la SPLA CREA Aménagement réalisera la concertation et les démarches nécessaires avec la ville de Rouen pour que les plans de récolement des travaux de confinement soient annexés aux servitudes du PLU.

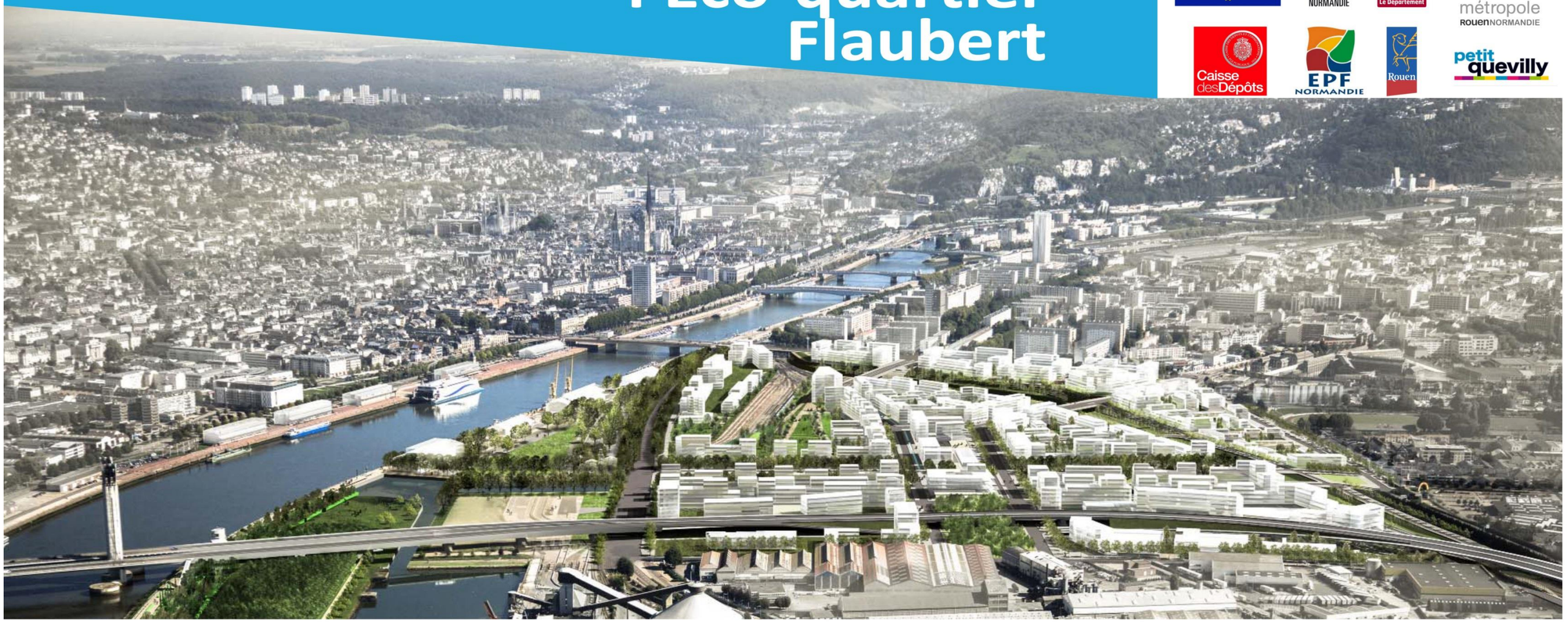
Par ailleurs, la SPLA CREA AMENAGEMENT engagera les démarches nécessaires pour l'inscription de la presqu'île dans la base de données BASOL.

Annexe 1

Expertise écologique pour l'aménagement de l'Ecoquartier Flaubert (Biotope – Version Provisoire d'Octobre 2011)

Opération d'aménagement de l'Eco-quartier Flaubert

Un projet soutenu par :



Perspective aérienne du projet d'éco-quartier Flaubert réalisée par le groupement de maîtrise d'oeuvre urbaine - OSTY / ATTICA / EGIS FRANCE / BURGEAP

Notice d'incidences au titre du Code de l'Environnement
Dossier d'autorisation Loi sur l'Eau

SPL Rouen Normandie Aménagement
Montmorency II
65 avenue de Bretagne BP 1137
76175 ROUEN Cedex 1

Métropole Rouen Normandie
Norwich House
14 bis avenue Pasteur
76006 ROUEN Cedex 1

Opération 8404/1 - Version A - Juillet 2015

Maître d'Ouvrage	Maitrise d'œuvre urbaine
SPL Rouen Normandie Aménagement Montmorency II 65 avenue de Bretagne BP 1137 76175 ROUEN Cedex 1	Atelier Jacqueline OSTY & associés, 77 rue de Charonne - 75011 PARIS ATTICA urbanisme et paysage, 10 boulevard Batignolles - 75017 PARIS EGIS France, 32 rue Raymond Aron - 76130 MONT-SAINT-AIGNAN BURGEAP, 24 rue des Patis - 76140 LE PETIT-QUEVILLY
	Assistance technique
	DHI, 2/4 rue Edouard Nignon - CS 47202 - 44372 NANTES Cedex 3 Abrotec Normandie, 5 ZA CAUX-MULTIPOLES – 76190 VALLIQUERVILLE

Document établi par :
INGETEC 53 quai du Havre B.P. 1052 76172 ROUEN cedex

Référence, auteur et archivage du document

Rapport	Opération 8404/1 - Version A du 31/07/2015
Auteur(s)	Mathieu DECAIGNY - Chargé d'études
Document	8404-1 - DLE - Autorisation - Eco-quartier Flaubert - A

Contrôle interne et suivi des modifications

Contrôle	Date :	Par :	Visa :
Auto-contrôlé	31/07/15	Mathieu DECAIGNY - Chargé d'études	
Vérifié et présenté	31/07/15	Benoit MIREY - Responsable Pôle Réglementaire	
Approuvé	31/07/15	Benoit MIREY - Responsable Pôle Réglementaire	

Version	Date	Nature des modifications	Pages concernées
A	31/07/15		

Sommaire

1 Préambule : Présentation générale du projet et du dossier Loi sur l'Eau 13
1.1 Contexte général de l'opération d'aménagement 14
1.1.1 Présentation sommaire du projet d'éco-quartier 14
1.1.2 Stratégie opérationnelle retenue 14
1.2 Application de la Loi sur l'Eau à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert 16
1.2.1 Loi sur l'Eau 16
1.2.2 Stratégie réglementaire mise en œuvre sur l'éco-quartier 16
1.3 Présentation sommaire du dossier Loi sur l'Eau 18
1.3.1 Application de la nomenclature Loi sur l'Eau 18
1.3.2 Contenu du dossier 18
1.3.3 Documents complémentaires au dossier d'enquête publique 19

2 Résumé non technique 21
2.1 Présentation du projet d'éco-quartier Flaubert 22
2.2 Document d'incidences sur l'eau et les milieux aquatiques 26

3 Présentation du demandeur 31

4 Localisation de l'Eco-quartier Flaubert 33
4.1 Situation géographique 34
4.2 Périmètre du dossier Loi sur l'Eau de l'éco-quartier Flaubert 35
4.3 Environnement actuel du site 36
4.4 Localisation des ouvrages hydrauliques du projet d'éco-quartier 37

5 Nature, consistance, volume et objet du projet 39
5.1 Préambule 40
5.2 Genèse et raisons justifiant le projet d'éco-quartier Flaubert 41
5.2.1 Inscription du projet dans la politique de développement urbain de la Métropole Rouen Normandie 41
5.2.2 Lancement des études de définition de la composante rive gauche du Grand Projet Seine Ouest 41
5.2.3 Parti d'aménagement fondateur retenu à l'issue des études de définition 42
5.2.4 Parti environnemental retenu à l'issue des études de définition 43
5.3 Description des aménagements réalisés en Bords de Seine 44
5.3.1 Présentation des quais Bords de Seine et de la Presqu'île Rollet 44
5.3.2 Principes de gestion des eaux pluviales mis en place 46
5.3.3 Prise en compte du risque d'inondation dans les aménagements 47
5.4 Présentation de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert 48
5.4.1 Finalisation des travaux sur la presqu'île Rollet 48
5.4.2 Principes d'aménagement du projet de ZAC éco-quartier Flaubert 51
5.4.3 Intégration à la conception du projet des contraintes et sensibilités liées au risque d'inondation par débordement de la Seine 58
5.4.4 Système d'assainissement pluvial 59
5.4.5 Réseau d'eaux usées 77
5.4.6 Séquençage de l'aménagement 78
5.5 Rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau concernées par le projet 79
5.5.1 Cadre réglementaire 79
5.5.2 Analyse des caractéristiques du projet au regard de la Loi sur l'Eau 79

6 Document d'incidences sur l'eau et les milieux aquatiques 83
6.1 Définition du périmètre d'étude 84
6.2 Etat initial 85
6.2.1 Contexte climatique 85
6.2.2 Sols 86
6.2.4 Eaux souterraines 91
6.2.5 Eaux superficielles 97
6.2.6 Milieu naturel 103
6.2.7 Réseaux divers et servitudes d'utilité publique 111
6.3 Incidences du projet en phase travaux et mesures 118
6.3.1 Incidences sur les eaux superficielles et mesures 118
6.3.2 Incidences sur l'aléa inondation et mesures 121
6.3.3 Incidences sur les eaux souterraines et mesures 123
6.4 Incidences du projet en phase aménagée et mesures 125
6.4.1 Incidences sur la climatologie et mesures 125
6.4.2 Incidences sur les sols et mesures 125
6.4.3 Incidences sur les eaux superficielles et mesures 128
6.4.4 Incidences sur les eaux souterraines et mesures 134
6.4.5 Incidences sur l'aléa inondation et mesures 135
6.4.6 Incidences sur le milieu naturel et mesures 137
6.4.7 Incidences sur les réseaux et mesures 140
6.5 Compatibilité du projet avec les documents de planification, d'orientation, de prévention et d'urbanisme 142
6.5.1 Compatibilité avec la directive européenne 2000/60/CE 142
6.5.2 Contribution à la réalisation des objectifs visés à l'article L.211-1 ainsi qu'aux objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D.211-10 142
6.5.3 Compatibilité avec le SDAGE-Seine Normandie 143
6.5.4 Compatibilité avec le PPRI Vallée de Seine – Boucle de Rouen 147
6.5.5 Compatibilité avec les PLU de Rouen et de Petit-Quevilly 148

7 Moyens de surveillance et d'intervention 149
7.1 Surveillance et mesures en phases travaux 150
7.1.1 Responsables de la surveillance en phase travaux 150
7.1.2 Mesures de précautions mises en œuvre en phase travaux 150
7.2 Surveillance et mesures en phase aménagée 151
7.2.1 Responsables de la surveillance des ouvrages en phase aménagée 151
7.2.2 Mesures de surveillance en phase aménagée 151
7.2.3 Moyens d'interventions en cas de pollution accidentelle 151
7.3 Entretien des ouvrages en phase aménagée 152
7.3.1 Responsables de l'entretien des ouvrages 152
7.3.2 Mesures d'entretien des ouvrages mises en œuvre en phase aménagée 152

8 Eléments graphiques et annexes techniques utiles à la compréhension du dossier 155
Annexe 1 Impact de la rehausse du niveau marin sur l'éco-quartier (DHI – Décembre 2012)
Annexe 2 Rapport de modélisation hydraulique (DHI – Juillet 2015)
Annexe 3 Cahier technique Bassins et Canaux (DHI – Juillet 2015)
Annexe 4 Plans des réseaux humides (EGIS – Juillet 2015)
Annexe 5 Etude géotechnique de type G2 PRO (ABROTEC – Décembre 2014)
Annexe 6 Etude d'impact du projet d'aménagement des Bords de Seine (INGETEC – Juin 2011)
Annexe 7 Etude d'impact du dossier de création de ZAC (INGETEC – Octobre 2013)

Table des illustrations

Liste des schémas

Schéma 1 :	Perspective aérienne du projet d'éco-quartier Flaubert (OSTY/ATTICA/EGIS/BURGEAP)	14
Schéma 2 :	Les différents périmètres opérationnels de l'éco-quartier Flaubert	15
Schéma 3 :	Stratégie réglementaire liée à la Loi sur l'Eau retenue pour l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert	16
Schéma 4 :	L'éco-quartier Flaubert et la Loi sur l'Eau	17
Schéma 5 :	Projets localisés à l'intérieur du périmètre du présent dossier Loi sur l'Eau et ayant fait l'objet d'un avis de l'Autorité Environnementale	19
Schéma 6 :	Procédure d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau	19
Schéma 7 :	Localisation du projet faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau	22
Schéma 8 :	Localisation du projet faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau	23
Schéma 9 :	Vue en coupe du réaménagement des quais du bassin aux Bois	24
Schéma 10 :	Plan masse indicatif du projet global de l'éco-quartier Flaubert	24
Schéma 11 :	Principes d'assainissement mis en œuvre au sein de l'éco-quartier	25
Schéma 12 :	Synthèse des connaissances relatives à la qualité des sols	26
Schéma 13 :	Localisation des ouvrages de rétention (étanches ou perméables) assurant une phase de décantation des eaux pluviales et positionnement des vannes guillotines	27
Schéma 14 :	Modélisation du champ d'expansion de crue de la Seine en situation projetée	29
Schéma 15 :	Localisation générale de l'opération d'aménagement éco-quartier Flaubert et du périmètre faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau	34
Schéma 16 :	Périmètre du DLE de l'éco-quartier Flaubert (vue aérienne de 2009)	35
Schéma 17 :	Maîtrise foncière au droit du projet (Mai 2015)	35
Schéma 18 :	Localisation des ouvrages hydrauliques de l'éco-quartier Flaubert	37
Schéma 19 :	Contexte opérationnel associé à l'éco-quartier Flaubert	40
Schéma 20 :	Principales orientations du PDAD Seine Ouest (Extrait du rapport de la phase 3 - Février 2005 - SCET)	41
Schéma 21 :	Esquisse d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (Esquisse de principe produite pendant l'étude de définition - Equipe : OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP)	42
Schéma 22 :	Principe de composition urbaine du futur quartier reposant sur le concept des « îles » (Equipe : OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP)	42
Schéma 23 :	Etat actuel du parking de la SMAC et de ces abords (phase 1)	44
Schéma 24 :	Etat actuel des quais Bords de Seine et de la presqu'île Rollet (phase 2 – tranche 1)	44
Schéma 25 :	Projet d'aménagement des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet (Plan des travaux) (Equipe : OSTY - ATTICA - EGIS – BURGEAP)	45
Schéma 26 :	Vue aérienne des aménagements réalisés (source : bing)	45
Schéma 27 :	Principes d'assainissement pluvial mis en place au niveau des quais Bords de Seine	46
Schéma 28 :	Aménagement réalisés au niveau des quais dans le cadre de la tranche 1 de la phase 2	47
Schéma 29 :	Modélisation des quais Bords de Seine et de la presqu'île Rollet en 2011	47
Schéma 30 :	Localisation des zones de remblais et de déblais réalisées en 2011	47
Schéma 31 :	Tranche 2 des travaux réalisés sur la presqu'île Rollet	48
Schéma 32 :	Travaux réalisés au niveau des quais du bassin aux Bois	49
Schéma 33 :	Vues en coupe projetées des quais du bassin aux Bois	50
Schéma 34 :	Plan masse indicatif du projet global incluant la ZAC éco-quartier Flaubert	51
Schéma 35 :	Principes de répartition des usages au sein du projet	52
Schéma 36 :	Répartition des espaces au sein de la ZAC éco-quartier Flaubert	52
Schéma 37 :	Identification et coupe de principe des différents niveaux de voiries au sein de l'éco-quartier Flaubert (OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP)	53
Schéma 38 :	Armature de la trame verte et bleue	54
Schéma 39 :	Coupes de principe des grands espaces paysagers de la ZAC éco-quartier Flaubert : la promenade du Cours de Seine	55
Schéma 40 :	Etat des principaux besoins en remblais/déblais au stade actuel de la définition de l'opération d'aménagement (OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP)	56
Schéma 41 :	Diversité des habitats offerts par la trame verte et bleue	57
Schéma 42 :	Modélisation du champ d'expansion de crue par débordement de la Seine (DHI – Juillet 2015)	58
Schéma 43 :	Schéma de principe de circulation des eaux pluviales à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert	59
Schéma 44 :	Mode de gestion des eaux pluviales au droit des îlots privatifs	60
Schéma 45 :	Ouvrages de gestion des eaux pluviales du sous-bassin versant Europe	61
Schéma 46 :	Ouvrages de gestion des eaux pluviales du sous-bassin versant Bourbaki amont	62
Schéma 47 :	Ouvrages de gestion des eaux pluviales du sous-bassin versant Peupleraie	63
Schéma 48 :	Ouvrages du canal bleu et vert et découpage en sous-bassins versants	64
Schéma 49 :	Ilots privatifs raccordés directement au réseau pluvial existant	65

Schéma 50 : Noues de rétention du Jardin du Rail et du parking de la SMAC 65
Schéma 51 : Illustrations de principe des ouvrages de collecte (Equipe : OSTY - ATTICA - EGIS – BURGEAP) 66
Schéma 52 : Vues en coupes des principes de traitement qualitatifs des eaux pluviales mis en place au sein de l'éco-quartier Flaubert 67
Schéma 53 : Synthèse des diamètres de canalisation mis en place dans l'éco-quartier 69
Schéma 54 : Localisation des noues paysagères et noues urbaines de l'éco-quartier 69
Schéma 55 : Coupe de principe de l'ouvrage de sédimentation en sortie de canalisation 70
Schéma 56 : Vues en coupe du boisement humide de la Peupleraie 71
Schéma 57 : Profil en long des bassins B et C 73
Schéma 58 : Profil en long des bassins D et E 73
Schéma 59 : Profil en travers du bassin G 75
Schéma 60 : Profil en travers du bassin H 75
Schéma 61 : Profils en travers du bassin I 76
Schéma 62 : Localisation des points de raccordement au réseau d'eaux usées existant et des surfaces collectées au sein du projet d'éco-quartier 77
Schéma 63 : Chronologie prévisionnelle de l'éco-quartier Flaubert 78
Schéma 64 : Périmètre du projet soumis à la rubrique 2.1.5.0 de la Loi sur l'Eau 80
Schéma 65 : Vue en plan de l'aménagement projeté au niveau des quais du bassin aux Bois 81
Schéma 66 : Profils en travers de l'aménagement projeté au droit des quais du bassin aux Bois 81
Schéma 67 : Remblais réalisés dans la zone inondable de la Seine 82
Schéma 68 : Surfaces maximales en eau des bassins de l'éco-quartier Flaubert 82
Schéma 69 : Localisation générale du secteur d'étude (Fond de plan GEOSIGNAL) 84
Schéma 70 : Localisation du secteur d'étude (Fond de plan scan 25 IGN) 84
Schéma 71 : Coupe schématique de la vallée de la Seine (AREHN) 86
Schéma 72 : Géologie du secteur d'étude (Fond de plan carte géologique au 1/50 000 - BRGM) 87
Schéma 73 : Localisation des investigations géotechniques réalisées sur le site du projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (ABROTEC – 20/12/2012) 89
Schéma 74 : Synthèse de connaissances relatives à la qualité des sols au droit du projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (BURGEAP – 20/09/2013) 90
Schéma 75 : Coupe de principe des aquifères en présence (Eau Secours, CRDP de Rouen) 91
Schéma 76 : Niveaux piézométriques et fonctionnement hydrogéologique local (Atlas Hydrogéologique de Seine Maritime) 91
Schéma 77 : Localisation des piézomètres Pz2 et Pz3 pris en compte dans le cadre de l'étude de suivi piézométrique mise en œuvre pour la présente opération (GINGER) 92
Schéma 78 : Variation du niveau d'eau et de la température au droit de Pz2 et de Pz3 entre le 18/06/2012 et le 13/12/2012 (GINGER) 92
Schéma 79 : Usages des eaux souterraines (BSS – BRGM) 93
Schéma 80 : Protection des ressources destinées à l'Alimentation en Eau Potable (ARS) 94
Schéma 81 : Localisation des piézomètres exploités pour mesurer la qualité des eaux souterraines 95
Schéma 82 : Vulnérabilité vis à vis du risque de remontée de nappe (BRGM) 96
Schéma 83 : Le bassin Seine-Normandie (AESN) 97
Schéma 84 : Bassin versant de la Seine (GIP Seine-Aval) 97
Schéma 85 : Qualité de la Seine sur la masse d'eau Seine-Estuaire-Amont (AESN) 99
Schéma 86 : Objectifs de qualité de la masse d'eau Seine-Estuaire-Amont (AESN) 99
Schéma 87 : Aléas du PPRI 100
Schéma 88 : Zonage du PPRI 100
Schéma 89 : Résultats de la simulation en « état de référence » exprimés en hauteur d'eau (DHI) 101
Schéma 90 : Localisation des points de référence retenus par DHI en vue du calage du modèle (Cotes de référence du PPRI – carte générale issue du PPRI version 2009) 101
Schéma 91 : Résultats de la simulation en « état actuel » exprimés en hauteur d'eau (DHI) 102
Schéma 92 : Résultats de la simulation en « état actuel » exprimés en hauteur d'eau (INGETEC) 102
Schéma 93 : Forêts soumises au régime forestier et forêts de protection (DREAL de Haute-Normandie) 103
Schéma 94 : Sites NATURA 2000 (DREAL de Haute-Normandie) 104
Schéma 95 : ZNIEFF (DREAL de Haute-Normandie) 105
Schéma 96 : Cartographie des habitats naturels (BIOTOPE) 107
Schéma 97 : Localisation des principaux enjeux floristiques (BIOTOPE) 109
Schéma 98 : Localisation des observations concernant les insectes et les reptiles (BIOTOPE) 109
Schéma 99 : Localisation des observations concernant l'avifaune patrimoniale (BIOTOPE) 110
Schéma 100 : Points de production d'eau et zones de desserte (RPQS 2013 - Métropole Rouen Normandie) 111

Schéma 101 : Tracé des réseaux d'alimentation en eau potable sur le site de l'éco-quartier Flaubert (EGIS) 112
Schéma 102 : Tracé des réseaux d'assainissement – Eaux usées (EGIS) 113
Schéma 103 : Installations et organisation générale de l'assainissement collectif sur le territoire de la Métropole Rouen Normandie (SCOT de la Métropole Rouen Normandie) 114
Schéma 104 : Tracé des réseaux d'assainissement – Eaux pluviales (EGIS) 115
Schéma 105 : Servitudes d'Utilité Publique (ATTICA) 117
Schéma 106 : Séquençage de l'opération d'aménagement et localisation des ouvrages de rétention 119
Schéma 107 : Résultats de la simulation en état de référence intégrant l'ouvrage du pont Flaubert et l'ensemble des aménagements des Bords de Seine et de la Presqu'île Rollet exprimés en hauteur d'eau (DHI) 122
Schéma 108 : Modélisation de la piézométrie en rabattement par puisards (Abrotec – RN12 0034-2) 123
Schéma 109 : Localisation des ouvrages d'exploitation d'eau souterraine à proximité du projet 123
Schéma 110 : Modifications apportées au découpage des bassins versants hydrauliques du site 125
Schéma 111 : Superposition du plan masse de l'éco-quartier Flaubert avec la synthèse des connaissances relatives à la qualité des sols 126
Schéma 112 : Schéma de synthèse du système d'assainissement pluvial de l'éco-quartier Flaubert 130
Schéma 113 : Principes de gestion qualitatif des eaux pluviales par sous-bassin versant 133
Schéma 114 : Impact du projet d'éco-quartier Flaubert sur les lignes d'eau par rapport à la situation actuelle de 2015 (DHI – Juillet 2015) 136
Schéma 115 : Impact du projet d'éco-quartier Flaubert sur l'emprise de la zone inondable par rapport à la situation actuelle de 2015 (DHI – Juillet 2015) 136
Schéma 116 : Localisation du secteur d'étude par rapport aux sites Natura 2000 les plus proches 139
Schéma 117 : Réseau d'assainissement en lien avec la station d'épuration EMERAUDE (EGIS) 140
Schéma 118 : Gestion des eaux usées au sein de l'éco-quartier Flaubert 140
Schéma 119 : Limite du bassin versant hydrographique Seine-Normandie 143
Schéma 120 : Aléas du PPRI 147
Schéma 121 : Zonage du PPRI 147
Schéma 122 : Zonage du PLU de Rouen au niveau du projet 148
Schéma 123 : Zonage du PLU de Petit-Quevilly au niveau du projet 148

Liste des graphiques

Graphique 1 : Moyennes mensuelles des précipitations (1981-2010 ROUEN-BOOS) 85
Graphique 2 : Températures moyennes mensuelles en °C entre 1981 et 2010 (Source Météo France) 86
Graphique 3 : Rose des vents de la station de ROUEN BOOS 86
Graphique 4 : Evolution des débits de la Seine à la station de POSES depuis 1941 98

Liste des photos

Photo 1 : Vue aérienne des travaux réalisés sur la presqu'île Rollet (tranche 1 de la phase 2) 23
Photo 2 : Vues aériennes du secteur depuis l'Est (photo gauche) et depuis le Sud (photo droite) 35
Photo 3 : Ouvrages d'assainissement aménagés en Bords de Seine 46
Photo 4 : Essences végétales développées sur la butte forestière 48
Photo 5 : Photo de l'état actuel des quais du bassin aux Bois (photo 2011 avant tranche 1) 49
Photo 6 : Quais du bassin aux Bois (2011) 81
Photo 7 : La presqu'île Rollet avant et après les aménagements réalisés pour l'Armada 2013 106
Photo 8 : Les bords de Seine avant et après les aménagements réalisés pour l'Armada 2013 106
Photo 9 : Exemples de noues projetées et d'espaces végétalisés ayant une vocation hydraulique pour l'épuration des eaux pluviales (Equipe : OSTY - ATTICA - EGIS – BURGEAP) 132
Photo 10 : Exemples d'équipements de protection et d'intervention contre la pollution des sols et des eaux 150

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Rubriques de la Loi sur l'Eau visées par le projet d'éco-quartier Flaubert	18
Tableau 2 :	Maître d'ouvrage	32
Tableau 3 :	Découpage en sous-bassins versants	37
Tableau 4 :	Périmètres opérationnels et dossier Loi sur l'Eau	40
Tableau 5 :	Parti environnemental retenu à l'issue des études de définition	43
Tableau 6 :	Résultats de la modélisation pour les travaux réalisés sur la tranche 1 de la phase 2	47
Tableau 7 :	Caractéristiques principales des ouvrages de rétention du SBV Europe	61
Tableau 8 :	Caractéristiques principales des ouvrages de rétention du SBV Bourbaki amont	62
Tableau 9 :	Caractéristiques principales du boisement humide de la Peupleraie	63
Tableau 10 :	Caractéristiques des bassins du canal bleu et vert	64
Tableau 11 :	Caractéristiques des noues du Jardin du Rail et du parking de la SMAC	65
Tableau 12 :	Fonctionnement des bassins du canal vert et bleu en période de crues	68
Tableau 13 :	Typologies des berges du canal bleu	74
Tableau 14 :	Rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau non concernées par le projet d'éco-quartier	79
Tableau 15 :	Tableau I extrait de l'arrêté du 09/08/2006	81
Tableau 16 :	Hauteurs moyennes des précipitations mensuelles et annuelles (METEO-FRANCE, Station Rouen-Boos, Années 1981–2010)	85
Tableau 17 :	Valeur intensité-durée-fréquence (Rouen)	85
Tableau 18 :	Nombre de jours de précipitations annuel moyen (METEO-FRANCE, Station Rouen-Boos, Années 1981–2010)	85
Tableau 19 :	Résultats des essais de perméabilité sur le site du projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (ABROTEC – 20/12/2012)	88
Tableau 20 :	Plus hautes eaux enregistrées au marégraphe de Rouen	98
Tableau 21 :	Comparaison des côtes de référence du PPRI aux résultats du modèle « état de référence » (DHI)	101
Tableau 22 :	Comparaison des côtes de référence du PPRI aux résultats du modèle « état actuel » (DHI)	102
Tableau 23 :	Synthèse des investigations réalisées par BIOTOPE dans le cadre de sa mission « éco-quartier Flaubert »	106
Tableau 24 :	Caractéristiques des habitats rencontrés sur le site (BIOTOPE)	108
Tableau 25 :	Espèces piscicoles patrimoniales recensées dans la Seine au niveau de l'aire d'étude (BIOTOPE)	110
Tableau 26 :	Bilan des capacités de production des usines qui alimentent le secteur d'étude en eau potable (RPQS 2013 - Métropole Rouen Normandie)	111
Tableau 27 :	Station d'épuration EMERAUDE à Grand Quevilly	114
Tableau 28 :	Tableau de synthèse du système d'assainissement pluvial de l'éco-quartier Flaubert	129
Tableau 29 :	Description des dispositifs de traitement de la pollution des eaux pluviales	132
Tableau 30 :	Evolution du niveau de la Seine en période de crue (DHI – Juillet 2015)	136
Tableau 31 :	Estimation de la consommation d'eau potable engendrée par le projet	141
Tableau 32 :	Synthèse des moyens de surveillance et d'intervention mis en œuvre à l'échelle de l'éco-quartier	154

1

Préambule : Présentation générale du projet et du dossier Loi sur l'Eau

1.1 Contexte général de l'opération d'aménagement

1.1.1 Présentation sommaire du projet d'éco-quartier

Le site d'implantation du projet d'éco-quartier Flaubert représente une emprise totale d'environ 91 hectares en rive gauche de la Seine, qui constitue un espace à reconquérir à l'interface entre le tissu urbain de Rouen et de Petit-Quevilly, la Seine et les activités du Grand Port Maritime de Rouen.

Il est actuellement occupé par d'anciens sites industriels et des activités diverses liées à l'activité portuaire, ferroviaire ou la gestion urbaine (fourrière…), et est traversé par plusieurs infrastructures de transport.

Les études préalables du marché de définition ont démontré qu'en intégrant les contraintes physiques et temporelles du secteur d'aménagement, il était possible d'envisager la reconversion urbaine et économique de ces terrains occupés par d'anciennes activités industrielles et portuaires.

Le projet urbain et paysager, intitulé éco-quartier Flaubert, poursuit de nombreux objectifs. En particulier, deux stratégies majeures portées par la Métropole Rouen Normandie structurent la conduite de ce projet :

- La création d'un nouveau quartier de centre-ville exemplaire en matière d'aménagement durable où seront accueillies des activités économiques et de l'habitat, ainsi que toutes les fonctions qui les accompagnent, et où les modes de transport seront bien articulés. Ce projet constitue l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert qui représente une emprise de 68 ha.
- La valorisation de la proximité au fleuve, axe majeur du renouveau urbain, en aménageant les espaces des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet en grand équipement d'agglomération, pour la promenade et les loisirs, tout en y maintenant les activités portuaires. Ce projet constitue l'opération d'aménagement des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet d'environ 23 ha.

Ce projet d'ampleur s'appuie notamment sur la configuration définitive des infrastructures routières associées au pont Flaubert[1], qui structurent le territoire et offrent des opportunités de desserte et de valorisation importante du foncier dans ce secteur. La mise en œuvre des accès définitifs au pont Flaubert en rive gauche de la Seine est portée par la DREAL de Haute-Normandie sous la tutelle de l'Etat.

Schéma 1 : Perspective aérienne du projet d'éco-quartier Flaubert (OSTY/ATTICA/EGIS/BURGEAP)

1/ Le projet de 6ème franchissement de la Seine, prévu au Schéma Directeur Routier National d'avril 1992, a fait l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement soumise à enquête publique en 2000 (dans le cadre de la procédure de Déclaration d'Utilité Publique - DUP). L'utilité publique des travaux de construction du 6ème franchissement de la Seine à Rouen et des ouvrages nécessaires pour relier l'autoroute A150 à la voie rapide SUDIII à Petit-Quevilly et pour assurer les échanges avec les voiries urbaines sur le territoire des communes de Rouen, Petit-Quevilly, Déville-lès-Rouen et Canteleu, a été déclarée par Décret du conseil d'Etat le 28 septembre 2001.

1.1.2 Stratégie opérationnelle retenue

Les caractéristiques du site et l'ambition urbaine assignée au projet d'éco-quartier Flaubert imposent la prise en compte des données programmatiques et stratégiques particulières en fonction :

- De la sensibilité et des contraintes actuelles du site ;
- De la durée de l'aménagement car il peut s'écouler une longue période pendant la mise en œuvre des phases successives d'urbanisation ;
- De l'aspect foncier puisque la requalification de ce secteur réclamera une maîtrise foncière publique importante pour entraîner les dynamiques d'évolution escomptées ;
- Des temporalités nécessaires à la libération et l'aménagement des terrains concernés par certaines problématiques environnementales ;
- De la poursuite d'un travail important de réflexion et de concertation auquel sont associés tous les acteurs du site, mobilisant un nombre élargi de partenaires autour de la Métropole.

En tenant compte de ces impératifs et des résultats de l'étude de définition, les élus de la Métropole ont choisi de scinder l'éco-quartier Flaubert (91 ha) en deux entités intimement connectées mais dont la mise en œuvre fera l'objet de procédures spécifiques et sera échelonnée dans le temps. Il s'agit :

- Du projet d'aménagement des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet (23 ha) qui est relativement peu concerné par ces impératifs et dont la mise en œuvre a pu être engagée rapidement. A ce titre, il convient de noter qu'une première phase de travaux a été finalisée pour l'accueil de l'Armada de 2013. Par ailleurs, ce secteur comprend également une emprise (4 ha) au droit de laquelle, le Grand Port Maritime de Rouen (GPMR) prévoit d'aménager un parking multiservices pour les besoins associés aux activités portuaires.

  Ce projet d'aménagement des Bords de Seine fait l'objet d'un mandat d'étude et de travaux confié à la SPL Rouen Normandie Aménagement.

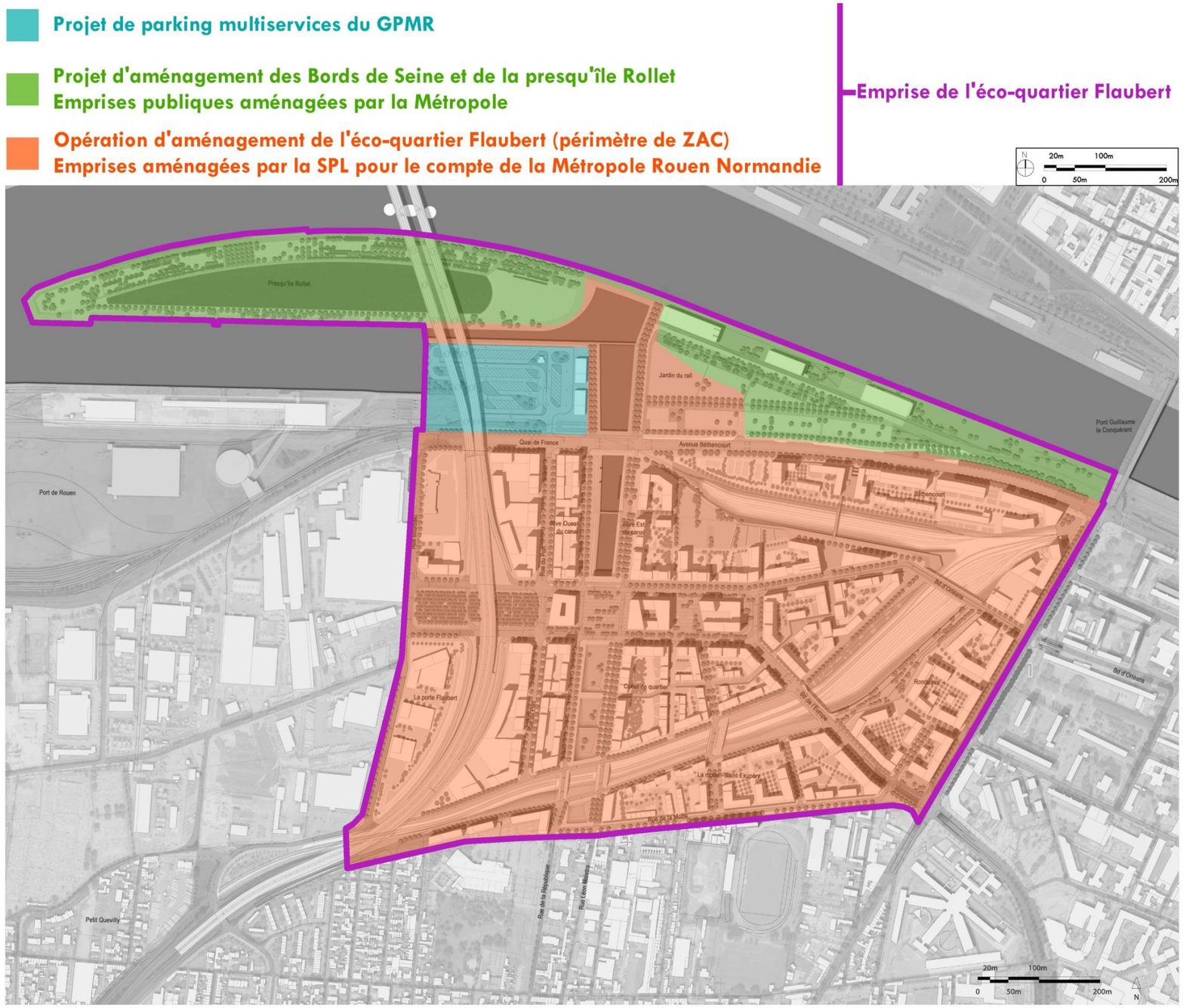
- Du projet de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (68 ha) qui est particulièrement concerné par ces impératifs et dont la mise en œuvre nécessite une temporalité plus importante. Pour ce projet, la procédure d'aménagement qui a été retenue est celle de la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC).

  Ce projet fait l'objet d'une concession d'aménagement accordée à la SPL Rouen Normandie Aménagement.

On notera que les périmètres associés à ces deux opérations d'aménagement sont contigus et qu'ils constituent, ensemble, le périmètre de l'éco-quartier Flaubert (91 ha).

Les différents périmètres résultant de cette stratégie sont détaillés sur le schéma inséré en page suivante.

Schéma 2 : Les différents périmètres opérationnels de l'éco-quartier Flaubert



1.2 Application de la Loi sur l'Eau à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert

1.2.1 Loi sur l'Eau

Les articles L.211-1 et suivants du Code de l'Environnement (CE) posent le principe de l'unicité de la ressource en eau et de sa gestion équilibrée. Leur objet est d'assurer la préservation des écosystèmes aquatiques et des zones humides, la protection et la restauration de la qualité des eaux, le développement dans le respect des équilibres naturels, la protection quantitative, la valorisation et la répartition de la ressource de manière à satisfaire, ou à concilier les exigences liées à la présence humaine et aux activités économiques ou de loisirs.

Consacrant ainsi la nécessité d'une approche globale de l'eau et des milieux aquatiques, ces articles définissent les outils fondamentaux de la gestion équilibrée de la ressource.

Les articles R.214-1 à R.214-5 du CE déterminent le champ d'application des procédures d'autorisation et de déclaration, tandis que les articles R.214-6 à R.214-56 du CE précisent les dispositions applicables à ces deux procédures.

La nomenclature de l'article R.214-1 du CE est composée de rubriques regroupées par titre qui définissent les opérations soumises à réglementation individuelle, parfois selon le type même d'activité, le plus souvent selon le type d'effet qu'elles engendrent sur la ressource et les milieux aquatiques et les seuils de déclenchement des régimes de déclaration et d'autorisation selon la gravité de ces effets.

1.2.2 Stratégie réglementaire mise en œuvre sur l'éco-quartier

De par son envergure, l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert entre dans le cadre d'application des articles R.214-1 à R.214-56 du Code de l'Environnement, et nécessite à ce titre, la réalisation d'une notice d'incidences au titre de la loi sur l'eau.

Compte tenu de l'envergure du projet et consciente des enjeux environnementaux présents sur ce secteur en bord de Seine, la SPL Rouen Normandie Aménagement (ex SPLA CREA Aménagement) a souhaité engagé en 2010 dès le commencement des missions de maîtrise d'œuvre une démarche de concertation avec les services de l'état et notamment les services instructeurs de la police de l'eau.

Cette démarche a permis d'une part de définir une stratégie réglementaire évolutive et flexible la plus adaptée aux caractéristiques propres à l'opération d'aménagement et d'autre part d'orienter la conception au fil de l'eau pour aboutir à un projet de moindre impact environnemental.

Pour prendre en compte le phasage opérationnel de l'éco-quartier présenté ci-avant et l'imbrication de la procédure Loi sur l'Eau, le maître d'ouvrage en concertation avec les services instructeurs a retenu une stratégie en trois étapes rythmées par le calendrier des travaux :

1. Travaux d'aménagement des abords de la SMAC (ouverture en 2010) ;
2. Travaux d'aménagement partiel des Bords de Seine (Finalisation des travaux pour l'Armada 2013) ;
3. Finalisation des travaux d'aménagement des Bords de Seine et travaux d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert dans son intégralité.

La stratégie mise en œuvre jusqu'à maintenant repose donc sur la constitution et le dépôt successif de plusieurs dossiers réglementaires dont le contenu a été enrichi à mesure de l'avancement des études de maitrise d'œuvre et de l'agrandissement du secteur d'intervention.

Le présent dossier d'autorisation Loi sur l'Eau constitue donc la troisième étape de la stratégie développée par le maître d'ouvrage et les services instructeurs à savoir l'obtention des autorisations nécessaires à la poursuite des travaux de l'éco-quartier Flaubert qui avaient été arrêté en 2013 pour l'Armada.

Aujourd'hui, au stade de la troisième grande étape, le phasage général des travaux associés à la mise en œuvre de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert a été précisé et il se développera sur une durée globale de près de 20 ans (fin des travaux prévue à l'horizon 2035).

Ce phasage s'appuie d'une part sur les modalités d'aménagement propres au projet mais également sur les conditions nécessaires à la réalisation des travaux d'aménagement des accès définitifs au pont Flaubert sur la rive gauche de la Seine (DREAL Haute-Normandie) et des autres projets qui sont envisagés à ce jour sur ce secteur, avec entre autre celui associé à l'aménagement d'un parking multiservices (GPMR).

Afin de prendre en compte l'ensemble des enjeux d'aménagement du secteur, une concertation forte a donc été mise en place entre les différents acteurs (la SPL Rouen Normandie Aménagement, le GPMR, la SNCF et la DREAL/SDTMI).

Après cette phase de concertation entre ces acteurs de l'opération d'aménagement et la Police de l'Eau de Seine-Maritime, il a été décidé que chaque maître d'ouvrage réalise un dossier réglementaire Loi sur l'Eau pour le projet qui le concerne :

- Le GPMR réalisera un dossier de déclaration Loi sur l'Eau pour le projet de parking multiservices ;
- La DREAL Haute-Normandie réalisera un dossier d'autorisation Loi sur l'Eau pour le projet des accès définitifs du Pont Flaubert ;
- La Métropole Rouen Normandie réalisera un dossier d'autorisation Loi sur l'Eau pour l'intégralité de l'éco-quartier Flaubert en excluant les deux projets précités.

Le schéma ci-dessous présente de manière synthétique la stratégie retenue par les 3 maîtres d'ouvrage en accord avec les services instructeurs. On se réfèrera par ailleurs au schéma page suivante qui permet de localiser les emprises des différentes phases associées à l'aménagement de l'éco-quartier.

Schéma 3 : Stratégie réglementaire liée à la Loi sur l'Eau retenue pour l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert

Grandes étapes d'aménagement		Procédure Loi sur l'Eau	Chronologie
ETAPE 1 : Travaux d'aménagement des abords de la SMAC	*4 ha*	**Réalisation d'un simple Porter à Connaissance**	2010
ETAPE 2 : Travaux d'aménagement partiel des Bords de Seine pour l'Armada 2013	*12 ha*	**Réalisation d'un dossier de déclaration Loi sur l'Eau**	2011
ETAPE 3 : Finalisation des travaux d'aménagement des Bords de Seine et du reste de l'éco-quartier Flaubert	Eco-quartier Flaubert *83 ha*	**Réalisation d'un dossier d'autorisation Loi sur l'Eau par Rouen Normandie Aménagement**	2015
	Parking multiservices *4 ha*	**Réalisation d'un dossier de déclaration Loi sur l'Eau par le Grand Port Maritime de Rouen**	
	Accès définitifs du Pont Flaubert *4 ha*	**Réalisation d'un dossier d'autorisation Loi sur l'Eau par la DREAL Haute-Normandie**	

Schéma 4 : L'éco-quartier Flaubert et la Loi sur l'Eau

GPMR

Projet de parking multiservice
Déclaration Loi sur l'Eau à réaliser

ROUEN NORMANDIE AMENAGEMENT

Projet d'aménagement des Bords de Seine (phase 2 - Tranche 1)
Déclaration Loi sur l'Eau réalisée en 2011

Projet d'aménagement des Bords de Seine (phase 2 - Tranche 2)

Projet d'aménagement des Bords de Seine (phase 1)
Porter à Connaissance réalisé en 2010

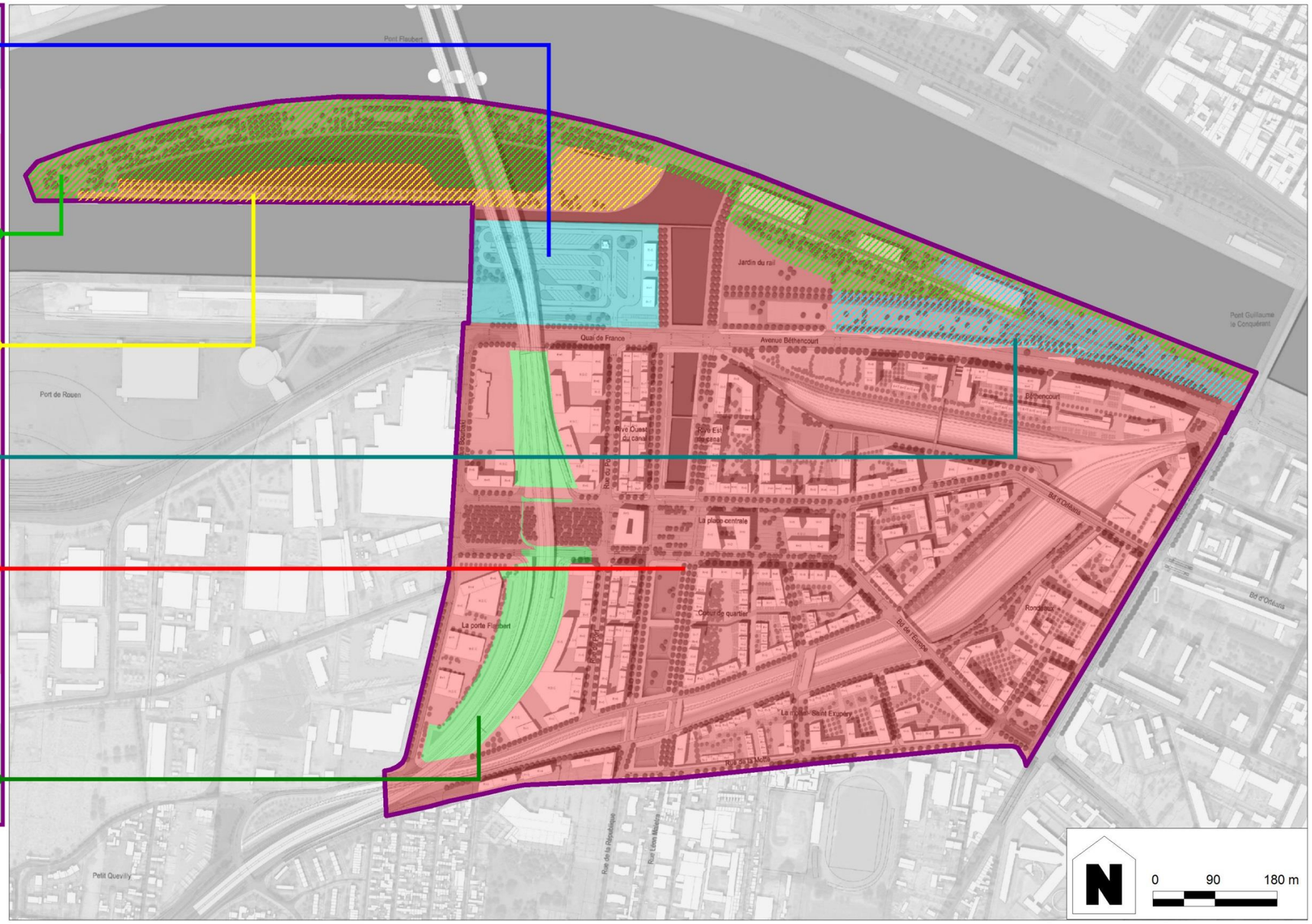
ZAC Eco-quartier Flaubert

Objet du présent dossier Loi sur l'Eau

DREAL

Projet routier des accès définitifs du Pont Flaubert
Autorisation Loi sur l'Eau à réaliser

ECO-QUARTIER FLAUBERT



1.3 Présentation sommaire du dossier Loi sur l'Eau

1.3.1 Application de la nomenclature Loi sur l'Eau

En application des articles R.214-1 à R.214-56 du Code de l'Environnement, l'opération d'aménagement d'éco-quartier Flaubert qui est portée par la SPL Rouen Normandie Aménagement, est soumise à une procédure d'**AUTORISATION** administrative préalable à la réalisation des travaux au titre des rubriques listées dans le tableau ci-dessous. L'application de ces rubriques au projet est précisée plus en détails dans le chapitre 5 de ce dossier.

Tableau 1 : Rubriques de la Loi sur l'Eau visées par le projet d'éco-quartier Flaubert

Rubrique 1.1.1.0.	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D)	**DECLARATION**
Rubrique 1.2.2.0.	A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L.214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, dans un cours d'eau, sa nappe d'accompagnement ou un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe, lorsque le débit du cours d'eau en période d'étiage résulte, pour plus de moitié, d'une réalimentation artificielle. Toutefois, en ce qui concerne la Seine, la Loire, la Marne et l'Yonne, il n'y a lieu à autorisation que lorsque la capacité du prélèvement est supérieure à 80 m³ / h (A).	**AUTORISATION** (débit maximum estimé à 91 m³/h)
Rubrique 2.1.5.0.	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : 1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ; 2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).	**AUTORISATION** (83 ha)
Rubrique 2.2.3.0.	Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0 : 1° Le flux total de pollution brute étant : a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A) ; b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D). 2° Le produit de la concentration maximale d'Escherichia coli, par le débit moyen journalier du rejet situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de culture marine, d'une prise d'eau potable ou d'une zone de baignade, au sens des articles D. 1332-1 et D. 1332-16 du code de la santé publique, étant : a) Supérieur ou égal à 1011 E coli/ j (A) ; b) Compris entre 1010 à 1011 E coli/ j (D).	**AUTORISATION** (Flux de pollution déterminé préalablement au démarrage des travaux sur le canal bleu)
Rubrique 3.1.4.0.	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).	**AUTORISATION** (500 m)
Rubrique 3.2.2.0.	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m² (A) ; 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² (D). Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.	**AUTORISATION** (~8 ha)
Rubrique 3.2.3.0.	Plans d'eau, permanents ou non : 1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) ; 2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D).	**AUTORISATION** (4 ha)

La procédure d'autorisation a notamment pour objectif de soumettre le projet tant à la population, au travers d'une enquête publique, qu'aux différents services de l'Etat compétents amenés à se prononcer. Le but de l'enquête publique est :

- D'une part, d'informer la population sur la nature des aménagements hydrauliques relatifs au projet, ainsi que des incidences de celui-ci sur la ressource en eau, le milieu aquatique, l'écoulement, le niveau et la qualité des eaux ;
- D'autre part, de permettre au plus grand nombre possible de personnes de faire connaître leurs remarques et d'apporter ainsi des éléments d'informations utiles sur tous les problèmes liés à l'eau.

A l'issue de cette procédure et sur la base des différents avis reçus, le préfet délivrera un arrêté statuant sur la demande d'autorisation pour la réalisation des aménagements hydrauliques relatifs à l'éco-quartier Flaubert.

1.3.2 Contenu du dossier

Outre le présent chapitre relatif à la présentation générale du projet et du cadre réglementaire, le présent dossier Loi sur l'Eau comporte les 7 chapitres suivants, conformément à l'article R.214-6 du Code de l'Environnement.

CHAPITRE 2 – RESUME NON TECHNIQUE

Ce chapitre synthétise de manière succincte, les principales informations à retenir du présent dossier Loi sur l'Eau.

CHAPITRE 3 – NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR

Ce chapitre présente les coordonnées du demandeur : la SPL Rouen Normandie Aménagement.

CHAPITRE 4 – LOCALISATION DE L'ECO-QUARTIER FLAUBERT

Ce chapitre est essentiellement composé de schémas et illustrations permettant de situer le projet sur le plan géographique.

CHAPITRE 5 – NATURE, CONSISTANCE, VOLUME ET OBJET DE L'OPERATION D'AMENAGEMENT

Ce chapitre présente dans un premier temps les raisons pour lesquelles le projet a été retenu parmi les alternatives envisagées. Il décrit ensuite les caractéristiques de l'éco-quartier, puis plus particulièrement les ouvrages hydrauliques qui seront mis en œuvre et enfin les rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau qui sont concernées.

CHAPITRE 6 – DOCUMENT D'INCIDENCES SUR L'EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES

Ce chapitre présente dans un premier temps l'état initial au droit du secteur d'étude puis les incidences du projet et enfin les mesures prévues pour éviter, réduire ou compenser les impacts potentiels. Il justifie également de la compatibilité de l'éco-quartier avec les documents de planification et d'orientation.

CHAPITRE 7 – MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION

Ce chapitre présente les moyens de surveillance et d'intervention prévus en phase travaux et en phase aménagée.

CHAPITRE 8 – ELEMENTS GRAPHIQUES ET ANNEXES TECHNIQUES UTILES A LA COMPREHENSION DU DOSSIER

Ce chapitre concerne les éléments graphiques (plans de maitrise d'œuvre, etc.) et autres annexes techniques utiles à la compréhension du dossier. Ces annexes techniques présentent les études mises en œuvre pour l'élaboration du présent dossier.

1.3.3 Documents complémentaires au dossier d'enquête publique

Le présent dossier de demande d'autorisation est établi conformément aux dispositions des articles L.214-1 et suivants et R.214-6 et suivants du code de l'environnement. Ce dossier est soumis à une procédure d'instruction par les services de l'Etat et, dans ce cadre, fait l'objet d'une enquête publique réglementée par les articles L.214-4, R.214-8 et suivants, L.123-1 et suivants et R.123-1 et suivants du code de l'environnement.

A l'issu de cette procédure d'instruction, dès lors que les mesures nécessaires ont été prévues pour assurer la préservation des intérêts visés à l'article L.211-1 du code de l'environnement, le Préfet délivre au pétitionnaire l'autorisation sollicitée pour réaliser les installations, ouvrage, travaux ou activités visés dans la demande. Le déroulement de la procédure d'autorisation est synthétisé sur le synoptique page suivante.

Conformément au R.214-6 du CE, sont joints au présent dossier pour l'enquête publique les documents suivants :

- Annexe 5 : L'étude d'impact du projet d'aménagement des Bords de Seine (Tranche 1 de la phase 2) ainsi que l'avis émis par l'autorité environnementale (DREAL Haute-Normandie) en date du 26 septembre 2011 ;
- Annexe 6 : L'étude d'impact du dossier de création de ZAC éco-quartier Flaubert ainsi que l'avis émis par l'autorité environnementale (CGEDD) en date du 22 janvier 2014 et le mémoire du maître d'ouvrage en réponse au CGEDD.

Schéma 5 : Projets localisés à l'intérieur du périmètre du présent dossier Loi sur l'Eau et ayant fait l'objet d'un avis de l'Autorité Environnementale

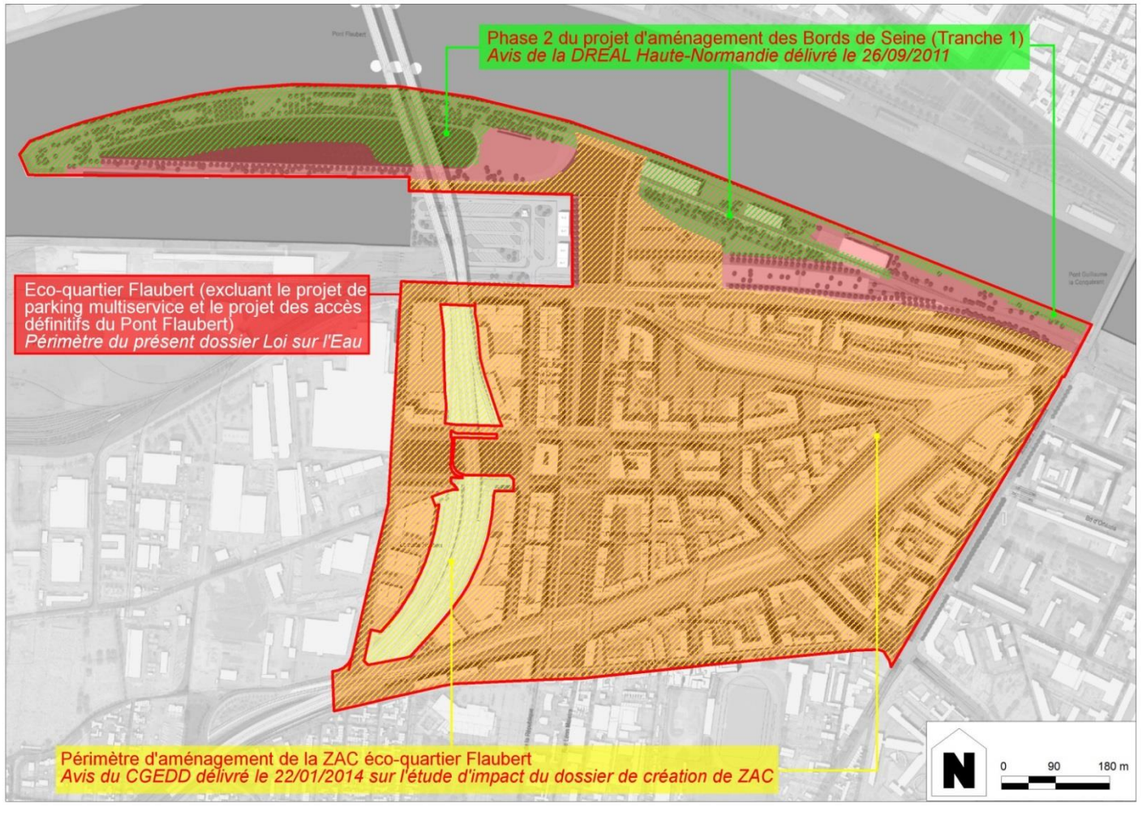


Schéma 6 : Procédure d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau

2

Résumé non technique

Conformément à l'article R.214-6 du Code de l'Environnement, le dossier d'autorisation Loi sur l'Eau contient un résumé non technique qui permet au travers d'une synthèse de faciliter la prise de connaissance par le public des éléments contenus dans le dossier.

2.1 Présentation du projet d'éco-quartier Flaubert

Maître d'ouvrage demandeur de l'autorisation Loi sur l'Eau

La présente demande d'autorisation Loi sur l'Eau est déposée par la SPL Rouen Normandie Aménagement.

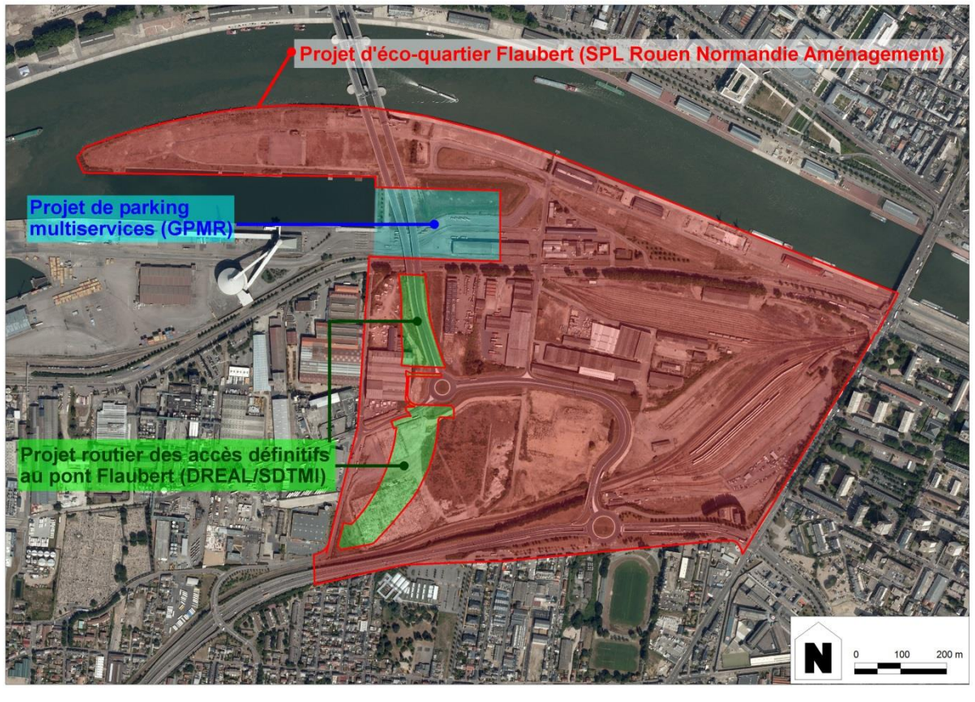
Cette demande concerne le projet d'éco-quartier Flaubert qui s'étend sur une emprise de l'ordre de 83 ha.

Localisation du projet faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau

L'opération d'aménagement est localisée à cheval sur les communes de Rouen et de Petit-Quevilly et représente environ 91 ha. Le périmètre du dossier Loi sur l'Eau concerne le projet global d'éco-quartier Flaubert à l'intérieur duquel sont toutefois exclus les projets de parking multiservices (4 ha) et d'accès définitifs au pont Flaubert (4 ha), portés respectivement par le GPMR et la DREAL/SDTMI.

Le périmètre du dossier Loi sur l'Eau couvre donc une surface de 83 ha.

Schéma 7 : Localisation du projet faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau



Genèse du projet d'éco-quartier Flaubert

Le site au droit duquel le maître d'ouvrage prévoit de développer son projet d'éco-quartier, se situe sur la rive gauche de la Seine. Les terrains sont actuellement recouverts de friches industrielles et portuaires. Même si les objectifs poursuivis pour le développement d'un projet de renouvellement urbain sur ce vaste territoire sont nombreux, deux stratégies majeures décidées par les élus de la Métropole (ex CREA) structurent l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert :

- La création d'un nouveau quartier de centre-ville exemplaire en matière d'aménagement durable où seront accueillies des activités économiques et de l'habitat, ainsi que toutes les fonctions qui les accompagnent, et où les modes de transport seront bien articulés : secteur d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert ;
- La valorisation de la proximité au fleuve, axe majeur du renouveau urbain, en aménageant les espaces des Bords de Seine en grand équipement d'agglomération, pour la promenade et les loisirs, tout en y maintenant les activités portuaires : secteur d'aménagement des Bords de Seine.

La mise en œuvre d'un tel projet ne peut toutefois se concrétiser sans tenir compte des enjeux du site sur lequel il se développe :

- Une localisation exceptionnelle en lien direct avec la Seine et à proximité du centre de l'agglomération ;
- Un environnement urbain dense et plurifonctionnel : il est à l'interface du Port et de deux quartiers de Ville à Petit-Quevilly et à Rouen ;
- Un enclavement marqué par de grandes infrastructures primaires de transports (Sud III, accès routiers au pont Flaubert et faisceaux ferroviaires de l'ancienne gare Rouen-Orléans) ;
- De fortes contraintes environnementales parmi lesquelles : le risque d'inondation lié au débordement de la Seine, les nuisances liées aux infrastructures de déplacements et à la proximité des activités industrialo-portuaires ou encore les phénomènes de pollution des sols principalement générés par les activités qui se sont succédées sur le site.

C'est pourquoi, dans le but d'enrichir la démarche d'aménagement de ce secteur, la SPL a engagé une étude de définition (entre 2006 et 2008) pour établir le plan de composition ainsi que le plan d'aménagement de ce secteur. Cette étude, qui a vu y participer trois équipes d'Urbanistes et Paysagistes, a abouti au choix de la proposition élaborée par le groupement de concepteurs OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP qui s'est formalisée au travers d'une esquisse d'aménagement qui traduit spatialement le parti urbain et paysager proposé, ainsi qu'une ambition environnementale (préservation de la biodiversité, gestion de la ressource en eau, atténuation de l'exposition aux nuisances acoustiques, gestion et recyclage des terres impactées, maîtrise du risque inondation, lutte contre les émissions de gaz à effet de serre), des intentions de programme et de phasage.

Ainsi, à l'issue du marché de définition, le parti d'aménagement retenu organise la composition urbaine et paysagère de l'éco-quartier autour des éléments suivants :

- **L'ile urbaine, place centrale des échanges** : Au cœur du quartier, l'ile urbaine constitue une pièce paysagère centrale qui relie tous les tracés et distribue les ilots urbains alentours. Cette place centrale d'orientation Est-Ouest organise l'échange des flux de circulation à l'interface avec le viaduc.
- **La promenade vers la Seine ou axe vert et bleu** : Axe paysager structurant entre le fleuve et la Ville, cet aménagement est composé d'une succession de bassins en eau et de bassin paysagers qui est encadrée de mails plantés. Traité avec qualité, cette promenade d'orientation Nord-Sud offrira un nouvel accès direct à la Seine pour les habitants de Petit-Quevilly et développera un lien direct avec la Presqu'île Rollet réaménagée en ile naturelle.
- **L'incrustation de grandes pièces paysagères** reliées les unes aux autres par un réseau de noues et de circulations douces.
- **Les quais de Seine et la Presqu'île Rollet** : Espace public structurant, les quais prolongés par la Presqu'île Rollet constituent un futur pôle d'animation et de loisirs de portée majeure. Ces espaces dévolus aux festivités, permettront le déroulement de manifestations régulières ou éphémères d'échelle d'agglomération. Les quais réaménagés et les anciens hangars réhabilités prolongés par la grande pelouse de Béthencourt sont propices aux activités de loisirs et constituent un véritable pôle de convivialité. La Presqu'île Rollet, réaménagée en zone de promenade va bénéficier d'un traitement particulier afin de retrouver son caractère partiellement sauvage. Par ces multiples aménagements, l'objectif est de lui attribuer le statut d'espace vert d'agglomération afin qu'elle constitue en quelque sorte une centralité verte au cœur de la Ville.

Contexte opérationnel

Les caractéristiques du site et l'ambition urbaine assignée au projet imposent la prise en compte des données programmatiques et stratégiques suivantes dans le phasage opérationnel :

- La durée de l'aménagement car il peut s'écouler une longue période pendant la mise en œuvre des phases successives d'urbanisation ;
- L'aspect foncier puisque sa requalification réclamera une maîtrise foncière publique importante pour entraîner les dynamiques d'évolution escomptées ;
- Les temporalités nécessaires à la libération et l'aménagement des terrains concernés par des problématiques environnementales ;
- La poursuite d'un travail important de réflexion et de concertation auquel sont associés tous les acteurs du site, mobilisant un nombre élargi de partenaires autour de la SPL.

En tenant compte de ces impératifs et des résultats de l'étude de définition, les élus de la Métropole ont choisi de scinder l'éco-quartier Flaubert en deux entités intimement connectées mais dont la mise en œuvre fera l'objet de procédures spécifiques et sera échelonnée dans le temps. Il s'agit :

- Du projet d'aménagement des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet : ce projet de l'ordre de 23 ha est relativement peu concerné par ces impératifs et sa mise en œuvre a pu être engagée rapidement. A ce titre, il convient de noter que :
  - La phase 1 (3,5 ha) a été finalisée en 2010 ;
  - La tranche 1 de la phase 2 (12 ha) a été finalisée en 2013 pour l'Armada ;
  - La tranche 2 de la phase 2 (3,5 ha) doit être réalisée pour finaliser la presqu'île ;
  - Le projet de parking multiservices (4 ha) est réalisé en parallèle par le GPMR.
- Du projet de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (68 ha) qui est particulièrement concerné par ces impératifs et dont la mise en œuvre nécessite une temporalité plus importante. Pour ce projet, la procédure d'aménagement qui a été retenue est celle de la Zone d'Aménagement Concertée (ZAC). On notera que le périmètre de ZAC inclus dans son emprise le projet des accès définitifs au pont Flaubert, ce qui n'est pas le cas dans le DLE.

L'emprise restant à aménager regroupe donc la tranche 2 de la phase 2 du projet des Bords de Seine et le projet de ZAC pour une surface totale de l'ordre de 71 ha. On notera que pour la réalisation de ce projet d'éco-quartier, la Métropole a choisi de concéder la maîtrise d'ouvrage à la SPL Rouen Normandie Aménagement.

Photo 1 : Vue aérienne des travaux réalisés sur la presqu'île Rollet (tranche 1 de la phase 2)

Aménagements réalisés en Bords de Seine (Phase 1 + Tranche 1 de la Phase 2)

La première phase d'aménagement qui portait sur une surface de l'ordre de 3,5 ha, correspond à l'aménagement du parking de la SMAC (Scènes de Musiques Actuelles) et de ses abords.

La première tranche de travaux de la seconde phase d'aménagement qui portait sur une surface de l'ordre de 12 ha, correspond au réaménagement des quais depuis le pont Guillaume le Conquérant jusqu'à la pointe de la presqu'île Rollet ainsi que la création d'une butte forestière au droit de cette presqu'île Rollet.

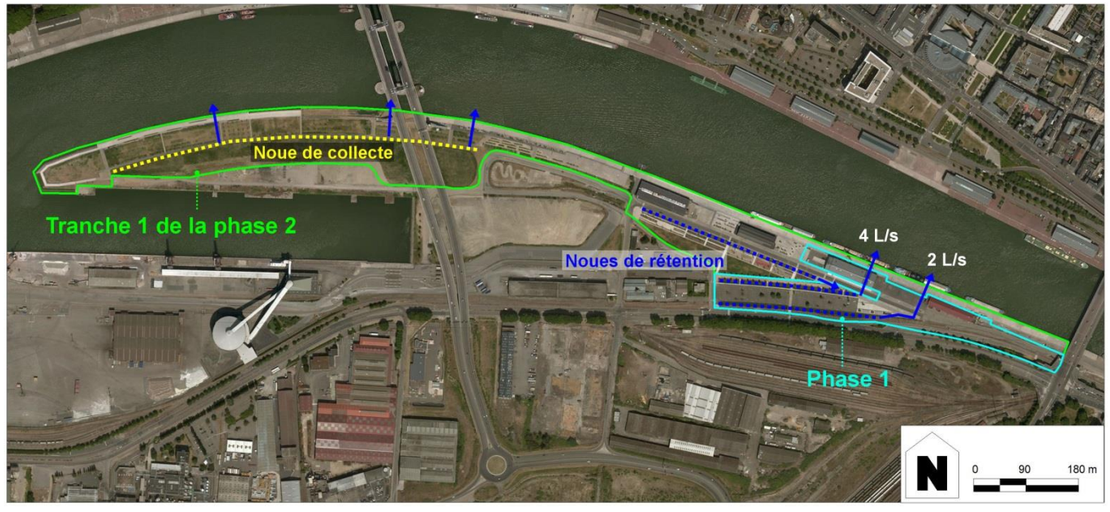
En matière d'assainissement pluvial, le système qui a été mis en place vise dans l'ensemble à maintenir un fonctionnement hydraulique équivalent à ce qui été observé initialement pour les secteurs où l'occupation des sols n'est pas modifiée significativement. Ainsi au droit des quais, les eaux pluviales ruissèlent directement vers la Seine.

Pour ce qui concerne le parking de la SMAC et le jardin du Rail qui représentent à eux deux un sous-bassin versant d'environ 3 ha, il a été retenu de mettre en place des noues de rétention assureront une protection centennale et une régulation à hauteur de 2 L/s/ha, soit dans le cas présent 6 L/s. Le débit de fuite se régule dans le réseau existant qui se rejette en Seine.

Au niveau de la butte forestière, les eaux de ruissellement sont collectées par une noue en pied de butte pour éviter qu'elles ne rejoignent les quais et que cela n'engendre des dysfonctionnements. Cette noue n'assure pas de rétention mais se raccorde néanmoins sur les canalisations existantes qui se rejettent directement en Seine.

Enfin, en ce qui concerne le risque d'inondation, les résultats de la modélisation hydraulique du cours d'eau réalisée par DHI ont permis de mettre en évidence que les modifications topographiques réalisées au droit du projet des Bords de Seine n'avaient pas d'incidence sur la ligne d'eau de la Seine en cas de crue exceptionnelle. Le décaissement des terrains au niveau du parking poids lourds du GPMR permet en effet de compenser l'impact du remblai de la butte forestière.

Schéma 8 : Localisation du projet faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau



Finalisation de la presqu'île Rollet (Tranche 2 de la Phase 2)

La seconde tranche de travaux qui doit être réalisée pour finaliser la presqu'île Rollet, porte sur une emprise d'environ 3,5 ha. L'aménagement de secteur sera réalisé dans la même logique que la première tranche et repose sur :

- La finalisation de la butte forestière : la partie Sud restant à aménager sera basée sur les mêmes principes que sur la partie Nord. A ce titre, on notera qu'il est prévu de prolonger la noue de la partie Nord également en pied de butte sur la partie Sud pour intercepter les ruissellements et les acheminer vers le réseau existant.
- Aménagement d'une prairie fleurie : dans la continuité de la végétation développée dans le jardin du Rail, il est prévu d'aménager une prairie fleurie en raison des contraintes techniques engendrées par la proximité avec le pont Flaubert. De la même manière que pour les quais, les ruissellements pluviaux issus de cette prairie rejoindront directement le bassin aux Bois.
- Le réaménagement des quais du bassin aux Bois : au niveau des quais du bassin aux Bois, le projet prévoit 3 grandes interventions :
  - Réaménagement des quais sur les 500 premiers mètres à l'Ouest avec la mise en place de gabions pour adoucir la pente des berges ;
  - Rénovation des quais sur les 100 derniers mètres à l'Est ;
  - Reprise des 2 premières estacades à l'Ouest et suppression de l'estacade localisée à l'Est.

Schéma 9 : Vue en coupe du réaménagement des quais du bassin aux Bois

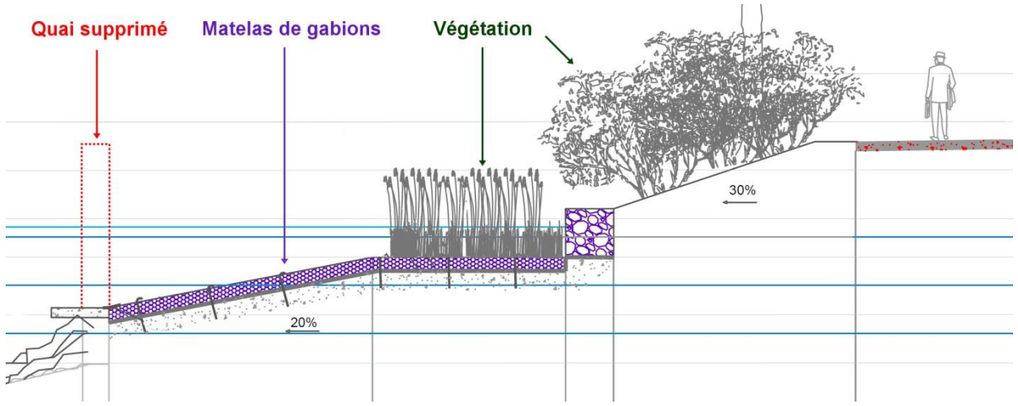
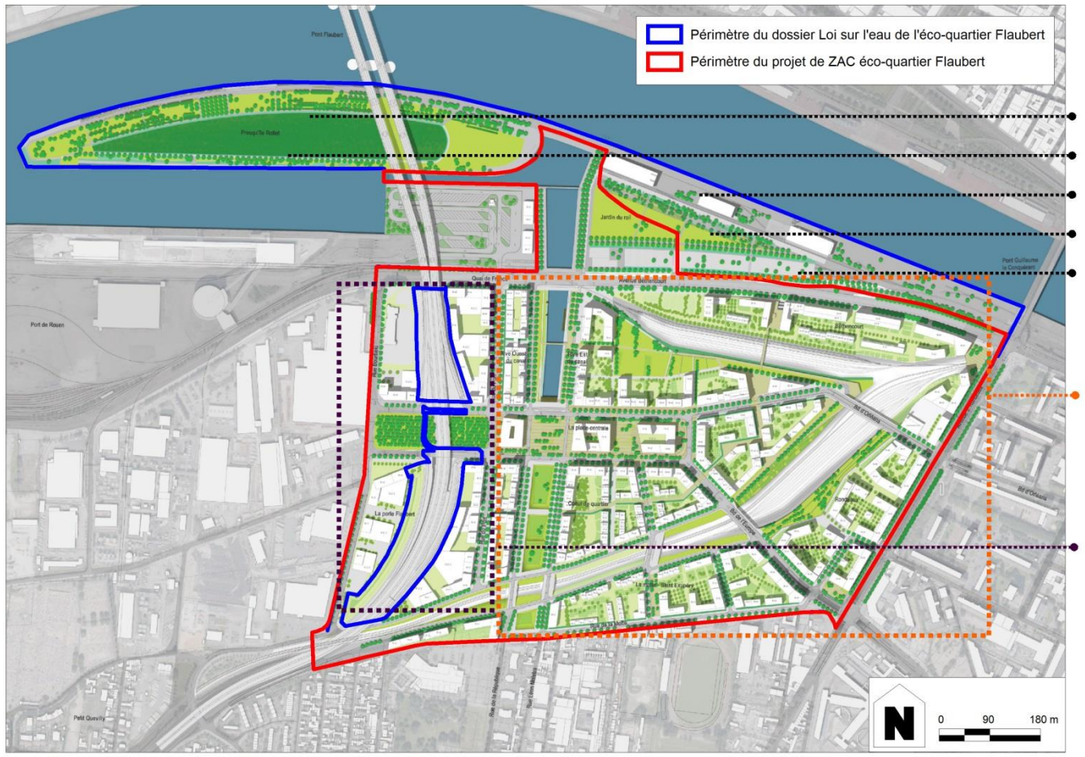


Schéma 10 : Plan masse indicatif du projet global de l'éco-quartier Flaubert



Projet d'aménagement de la ZAC éco-quartier Flaubert

Les orientations d'aménagement qui sont retenues au stade de la rédaction du dossier Loi sur l'Eau sont fondées sur le plan masse indicatif ci-contre réalisé à l'échelle de l'ensemble de l'éco-quartier Flaubert.

Les ambitions du projet comprennent une dimension environnementale forte en cohérence avec les ambitions de l'éco-communauté portées par la Métropole.

Ce souci d'intégration environnementale du projet se décline en 7 axes stratégiques de développement durable, à savoir :

1. **Intégrer pleinement le quartier à son environnement urbain :** faciliter les échanges et assurer la mixité fonctionnelle, sociale et générationnelle
2. **Créer des conditions favorables aux déplacements alternatifs et durables pour favoriser l'éco-mobilité**
3. **Créer des conditions de vie agréables pour tous :** réduire les nuisances sonores et adapter les usages du site à son passé industriel et son environnement portuaire
4. **Atteindre la sobriété énergétique :** réduire les besoins en énergie et leurs impacts environnementaux, sociaux et économiques à l'échelle du quartier et du bâti
5. **Améliorer la biodiversité ordinaire et remarquable et introduire la nature au cœur de la Ville**
6. **Valoriser la situation du site en bordure de Seine :** tirer parti de la forte présence de l'eau sur le site tout en anticipant les évolutions futures liées aux changements climatiques
7. **Faire participer la population et les acteurs du territoire dès l'amont du projet et tout au long de sa mise en œuvre**

Principes d'assainissement mis en œuvre au sein de l'éco-quartier

En matière d'assainissement, le projet prévoit la mise en œuvre de réseaux séparatifs sur l'intégralité de l'éco-quartier Flaubert.

Le réseau de collecte des eaux usées qui sera mis en place au sein de l'éco-quartier Flaubert sera raccordé au réseau d'assainissement de la Métropole à 5 endroits différents (réseaux rue Madagascar, boulevard d'Orléans, rue de Brisout de Barneville, rue Alsace Lorraine, rue de la Motte). L'ensemble des effluents générés par l'éco-quartier en situation future, seront traités au niveau de la station d'épuration EMERAUDE à Petit-Quevilly.

En ce qui concerne le réseau de collecte des eaux pluviales, les principes de fonctionnement différeront selon les sous-bassins versants. En effet, l'approche topographique et le recensement des contraintes de continuité hydraulique ont permis de découper le projet d'éco-quartier en 7 secteurs hydrauliques. Les principes de gestion finalement retenus sont les suivants :

1. **Le SBV des Emprises ferroviaires (9 ha)** : ce secteur hydraulique ne sera pas modifié. Les ruissellements seront gérés par infiltration au droit des faisceaux ferroviaires comme c'est le cas en situation actuelle.
2. **Le SBV des Quais de Seine (22 ha)** : ce secteur hydraulique, situé sur la partie Nord de l'éco-quartier, comprend le bras de décharge entre le canal bleu et le bassin aux Bois, les quais de Seine, la Presqu'île Rollet, le jardin du Rail et le parking de la SMAC. Au niveau des quais et de la Presqu'île, les ruissellements rejoignent directement la Seine ou sont récupérés par des ouvrages de collecte existants qui se rejettent ensuite en Seine. Au niveau du parking de la SMAC et du jardin du Rail, les ruissellements sont tamponnés dans des noues végétalisées puis rejetés dans les réseaux existants qui rejoignent la Seine quelques mètres à l'aval. Le volume de stockage cumulé sur l'ensemble des noues représentera 1 210 m³ tandis que le débit de fuite sera maintenu au même niveau qu'actuellement (6 L/s).
3. **Le SBV Bourbaki / Quai France / Béthencourt / Rondeaux (11 ha)** : ce secteur hydraulique, correspond aux voies de circulation existantes au droit desquelles le fonctionnement hydraulique n'est pas modifié. Comme c'est le cas actuellement, les eaux pluviales ruisselées sur le domaine public seront récupérées par le réseau de collecte en place puis rejetées en Seine. Pour les îlots privés situés le long de ces voies de circulation et qui ne peuvent pas être raccordés au réseau d'assainissement pluvial créé dans le cadre du projet, il sera imposé d'assurer une gestion centennale à la parcelle avec régulation du débit de fuite à hauteur de 2 L/s/ha et un temps de vidange inférieur à 48 h.
4. **Le SBV du Canal bleu et vert (25 ha)** : ce secteur hydraulique, situé au cœur de l'éco-quartier, comprend l'ensemble des emprises publiques et privées dont les eaux pluviales sont rejetées vers les bassins en eau ou les bassins végétalisés du canal bleu et vert qui fonctionneront en cascade jusqu'au bras de décharge qui se rejette dans le bassin aux Bois. Le volume total de rétention créé au niveau du canal représente 8 650 m³ et le débit de fuite en sortie du dernier bassin sera régulé à 225 L/s (soit 9 L/s/ha). Pour les îlots privés, aucune imposition en matière de gestion quantitative ne sera nécessaire excepté pour les îlots 4 et 5, situés le long du projet routier des accès au pont Flaubert, pour lesquels il sera imposé une gestion décennale à la parcelle avec régulation du débit de fuite à hauteur de 10 L/s/ha et temps de vidange inférieur à 24 h.
5. **Le SBV de la Peupleraie (4 ha)** : ce secteur hydraulique, situé sur le quart Sud-Ouest de l'éco-quartier, comprend l'ensemble des emprises publiques et privées dont les eaux pluviales transitent dans un vaste ouvrage d'infiltration et de tamponnement avant d'être rejetées vers le réseau d'assainissement de la rue Bourbaki. Le volume d'eau collecté lors d'une pluie décennale sera géré par infiltration tandis que pour des pluies supérieures et ce jusqu'à l'occurrence centennale les eaux seront régulé vers le réseau pluvial aval à raison de 4 L/s. Le volume de stockage total représente 1 800 m³. Enfin pour ce qui concerne l'îlot 6, il sera imposé une gestion décennale à la parcelle avec régulation à 10 L/s/ha.
6. **Le SBV Bourbaki amont (6 ha)** : ce secteur hydraulique, situé au Sud de l'éco-quartier le long du faisceau ferroviaire, comprend l'ensemble des emprises publiques et privées dont les eaux pluviales sont rejetées vers le réseau d'assainissement développé le long de la rue Bourbaki qui présente la Seine pour exutoire. Le volume de stockage cumulé des ouvrages de rétention publics représente 1 624 m³ pour une régulation finale vers le réseau à hauteur de 20 L/s. Pour les îlots privés, il sera imposé d'assurer une gestion centennale à la parcelle d'assurer une gestion centennale à la parcelle avec régulation du débit de fuite à hauteur de 2 L/s/ha et un temps de vidange des ouvrages inférieur à 48 h.
7. **Le SBV Europe (6 ha)** : ce secteur hydraulique, situé en périphérie Est du projet, comprend l'ensemble des emprises publiques et privées dont les eaux pluviales sont rejetées vers le réseau d'assainissement développé le long de l'avenue Jean Rondeaux puis se prolongeant vers le boulevard de l'Europe. L'exutoire final de ce réseau est la Seine. Le volume de stockage cumulé des ouvrages de rétention publics représente 1 027 m³ pour une régulation finale vers le réseau à hauteur de 21 L/s. Pour les îlots privés, il sera imposé d'assurer une gestion centennale à la parcelle d'assurer une gestion centennale à la parcelle avec régulation du débit de fuite à hauteur de 2 L/s/ha et un temps de vidange des ouvrages inférieur à 48 h.

Gestion qualitative des eaux pluviales avant rejet en Seine

Les ouvrages de collecte créés assureront une première phase de traitement des eaux pluviales en amont du dispositif d'assainissement. On retrouve ainsi des regards décantés qui assureront la sédimentation des MES et des noues enherbées qui joueront un rôle d'abattement de la charge polluante au travers de la végétation qu'elles accueillent.

Le traitement des eaux pluviales aura également lieu dans les ouvrages de rétention puisque la régulation des débits de fuite en sortie assurera une phase de décantation favorable à l'abattement de la charge polluante contenue dans les eaux. A noter que le bassin D (dernier bassin du canal vert), sera équipé d'un dégrilleur-décanteur-dessableur pour assurer un traitement supplémentaire des eaux avant qu'elles ne rejoignent le canal bleu qui lui restera de manière permanente en eau.

Des vannes guillotine seront placées au niveau de chaque exutoire pour garantir un confinement du polluant en cas de pollution accidentelle.

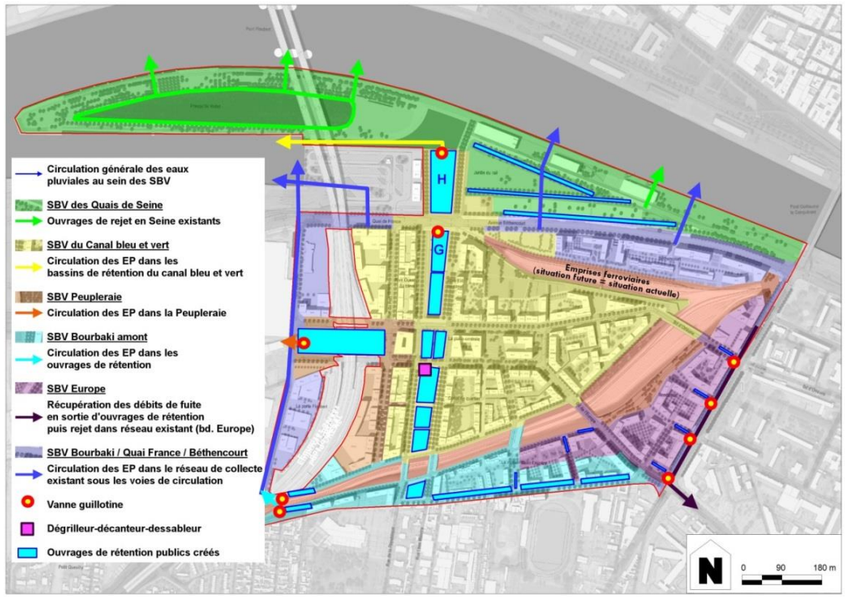
Prise en compte du risque d'inondation de la Seine

Le risque d'inondation par débordement de la Seine a été anticipé dès les études de définition, par le biais de la création du canal vert et bleu qui vient en compensation des surfaces remblayées au sein de l'éco-quartier.

Compte tenu des enjeux du secteur vis-à-vis de cet aléa qui sont retranscrits dans le PPRI et en anticipation du rehaussement du niveau marin, le maître d'ouvrage a souhaité calé la cote de constructibilité des bâtiments à 5.97 m NGF, soit 32 cm au-dessus de la crue de référence. Cette cote qui correspond à celle observée en cas de rehausse du niveau marin à hauteur de 60 cm au niveau du Havre, permet ainsi de prendre en compte la sécurité de 30 cm imposée dans le règlement du PPRI.

On notera qu'en cas de crue supérieure à 4,90 m NGF, la Seine débordera uniquement dans les bassins G et H qui joueront alors en partie leur rôle d'absorption du champ d'expansion de crue.

Schéma 11 : Principes d'assainissement mis en œuvre au sein de l'éco-quartier



2.2 Document d'incidences sur l'eau et les milieux aquatiques

Etat initial relatif aux sols

Implanté dans le fond de la vallée de la Seine, le site présente une altitude oscillant entre 4 et 8,5 m NGF. La topographie locale est plane mais présente des irrégularités localisées dues aux remblais de constructions.

Selon les études menées par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) la géologie locale se caractérise essentiellement par un plateau de craie recouvert d'un manteau de formations résiduelles (argiles à silex et limons des plateaux) qui est échancré par la vallée de la Seine (méandre de Rouen) et la vallée du Cailly (affluent de la Seine).

La zone d'étude à proprement parler se situe sur la rive convexe (rive gauche) du méandre de la Seine. Dans ce secteur, à l'exception des remblais déposés par l'homme, le sous-sol est constitué des alluvions déposées par la Seine. Les alluvions sont principalement constituées de sables et de graviers, et elles accueillent la nappe phréatique d'accompagnement de la Seine dite « nappe alluviale ».

Localement, sous l'effet des mouvements tectoniques qui ont participé à la constitution de la vallée de la Seine et de la topographie locale, les alluvions reposent sur des matériaux hétérogènes (craie, argiles ou grés) qui présentent des caractéristiques mécaniques variables. Cette donnée devra être prise en compte afin d'assurer la stabilité des aménagements (bâtiments, voiries, …) projetés au niveau de l'éco-quartier Flaubert.

La société ABROTEC est intervenue en parallèle du travail de conception pour réaliser une étude géotechnique préliminaire au droit des terrains d'emprise du projet. Leurs investigations ont permis de déterminer une coupe géotechnique des formations rencontrées dans le sol et le sous-sol mais également de déterminer la capacité d'infiltration des sols. Au niveau du futur boisement humide de la Peupleraie, la perméabilité mesurée est de l'ordre de 1 x 10^{-6} m/s.

Au regard du passé industrialo-portuaire du site, un historique des activités qui se sont succédées au niveau de la zone d'implantation du projet a par ailleurs été réalisé par BURGEAP. Cet historique a été enrichi de la synthèse des résultats des investigations déjà réalisées sur une partie des terrains qui constituent l'emprise du projet et sera complété dans le cadre des phases ultérieures d'étude en intégrant notamment :

- Les données relatives aux terrains, dont certains sont encore en activité, qui compte tenu des contraintes foncières et d'accessibilité, n'ont pas encore fait l'objet d'études spécifiques ;
- Les résultats des études environnementales réalisées par HPC Envirotec sur le site Grande Paroisse (GPN) qui est en cours de désaffection et pour lequel un arrêté de servitudes d'utilité publique a été signé le 30 janvier 2014 dans le but de garantir la concordance entre l'état des sols et les usages qui seront autorisés sur le site lorsque GPN aura finalisé les travaux de remise en état qui lui sont imposés par la règlementation.

Dans l'état de connaissance actuelle une cartographie de l'état environnemental des différents milieux a pu être réalisée en classant les contraintes de pollution des sols et des eaux souterraines selon 4 niveaux :

1. Impact avéré en pollution des sols en rouge sur la carte ;
2. Contrainte forte à faible en orange et en vert sur la carte ;
3. Absence de contrainte en blanc sur la carte ;
4. Absence d'information en bleu : ces sites n'ont pas encore fait l'objet d'étude de la qualité des sols à ce jour ou ces études ne nous ont pas encore été communiquées.

Au regard des résultats de cette approche préalable, le projet devra prendre en compte l'état ponctuellement dégradé des sols de manière à assurer, notamment, la protection des futurs usagers de l'éco-quartier. Pour cela, les études ultérieures permettront d'obtenir un état des lieux exhaustif de la qualité des milieux sur la base duquel le projet d'aménagement sera bâti. A ce titre, on peut également préciser que les servitudes qui sont développées sur le site GPN seront inclues à la démarche de prise en compte des contraintes de pollution dans le cadre du projet d'aménagement.

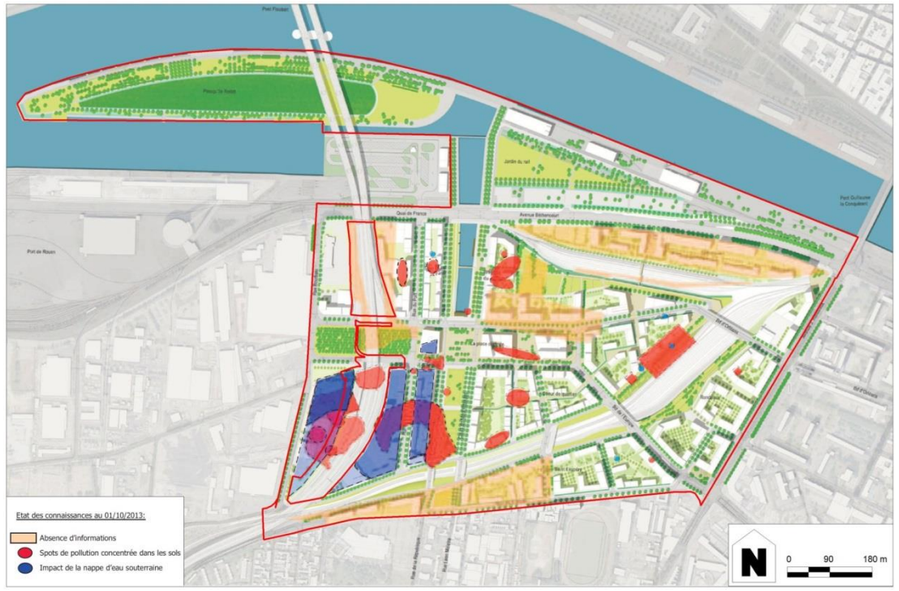
Incidences du projet sur les sols et mesures

La réalisation du présent projet d'aménagement urbain va obligatoirement avoir un impact sur les sols actuellement en place. Cet impact peut potentiellement être lié à des modifications ponctuelles de la topographie du site, aux mouvements de terres (déblais/remblais), ou encore à la pollution des sols.

En ce qui concerne l'impact sur la topographie, celui-ci peut indirectement être associé aux incidences sur les eaux pluviales et l'aléa inondation. On se référera donc aux parties qui traitent de ces deux thématiques pour caractériser plus précisément les incidences engendrées par la réalisation du projet et les mesures correctives mises en œuvre.

Sur la base de l'état des connaissances de la qualité du sous-sol au droit de l'éco-quartier à ce jour, des zones présentant un impact sur la nappe d'eau souterraine et plusieurs « spots » de pollution concentrée (notamment en hydrocarbures) dans les sols ont été identifiés pour un volume global estimé à 70 000 m³ de terres. Ils sont localisés ci-dessous.

Schéma 12 : Synthèse des connaissances relatives à la qualité des sols



Au regard des études relatives à la pollution des sols, le maître d'ouvrage a souhaité mettre en œuvre 3 grands principes de gestion des terres polluées :

1. Principe 1 – Confinement des terres polluées au niveau de la butte forestière
2. Principe 2 – Concertation forte entre les différents acteurs du projet et les industriels
3. Principe 3 – Traitement de la pollution directement sur site

Compte tenu des mesures envisagées par la SPL pour éviter les risques de contamination des sols en phase travaux et dans la mesure ou le projet s'accompagne d'un plan de gestion des terres impactées, la réalisation des travaux aura un effet favorable sur la qualité des sols en place permettant de protéger les enjeux environnementaux et sanitaires du site.

Etat initial relatif aux eaux souterraines

Le point précédent laisse apparaitre qu'au niveau de la zone d'étude, le sous-sol est constitué d'alluvions qui accueillent les eaux de la nappe d'accompagnement de la Seine. Comme son nom l'indique, cette réserve d'eaux souterraines est en lien avec le fleuve. Aussi, elle est localisée à une faible profondeur (de l'ordre de 1 à 5 m sous les terrains superficiels) et son niveau évolue avec celui de la Seine en fonction de la marée.

Cet aquifère est alimenté par les précipitations locales et par les écoulements souterrains diffus en provenance de la nappe de la craie, localisée en dessous des alluvions, du fait de l'absence de couche imperméable entre les alluvions et la craie. Les eaux qu'il contient sont ensuite entrainées par la Seine.

Compte tenu de sa faible profondeur et de la perméabilité des alluvions, cette nappe d'eaux souterraines apparait relativement vulnérable vis-à-vis d'une pollution de surface. Cette spécificité a pu être confirmée par les études réalisées par BURGEAP qui ont démontré que dans certains secteurs de la zone d'étude, les eaux souterraines pouvaient être dégradées sous l'influence des activités industrielles passées.

Compte tenu de cette sensibilité et de la qualité médiocre des eaux souterraines dans le secteur d'étude, cette ressource fait principalement l'objet d'une utilisation industrielle ou de points de prélèvement permettant de suivre sa qualité et les prélèvements d'eaux destinées à la consommation humaine (ou point d'Alimentation en Eau potable – AEP) y sont exclus.

A ce titre, on peut préciser que pour cet usage particulièrement sensible, les prélèvements d'eaux sont effectués dans la nappe de la Craie où les eaux présentent une meilleure protection vis-à-vis des pollutions et de ce fait une meilleure qualité. De la même manière, on peut indiquer que les prélèvements AEP situés dans le secteur de l'agglomération rouennaise, sont localisés à plus de 3 km du projet et ne sont pas susceptibles d'être impactés par la qualité des eaux de la nappe alluviale rencontrée au droit du secteur d'étude.

Incidences de la phase travaux du projet sur les eaux souterraines et mesures

Dans le cadre du projet d'éco-quartier, il est prévu de réaliser un canal bleu qui sera directement raccordé avec le bassin aux Bois, via un bras de décharge (bassin I).

Compte tenu de la faible profondeur de la nappe dans ce secteur, il sera nécessaire de réaliser un rabattement de nappe en phase travaux pour effectuer une mise à sec de la zone de chantier. Cet impact sera donc temporaire.

La modélisation hydrogéologique réalisée par ABROTEC permet de démontrer un impact relativement localisé autour des bassins qui ne vient pas remettre en cause l'exploitation des forages aux alentours. Par ailleurs, compte tenu du débit de prélèvement envisagé (max 91 m³/h), l'impact sur la Seine sera finalement peu significatif (à titre d'information, le débit mensuel sec de récurrence quinquennale est d'environ 200 m³/s, soit globalement 720 000 m³/h). Néanmoins, pour éviter un départ de fine trop important autour des installations de pompage qui pourrait engendrer la formation de cavités, il est prévu de mettre en place un géotextile qui empêchera ce phénomène.

Sur le plan qualitatif, la phase travaux peut potentiellement avoir un impact non négligeable dû aux pollutions chroniques ou accidentelles. Les mesures retenues par la SPL pour limiter ou éviter ces effets relèvent principalement de l'organisation des travaux et de la mise œuvre de bonnes pratiques en matière de chantier respectueux de l'environnement. L'ensemble de ces modalités se traduisent par la mise en application d'une Charte Chantier Vert qui concrétisera l'engagement des différents partis dans une démarche de respect de l'environnement.

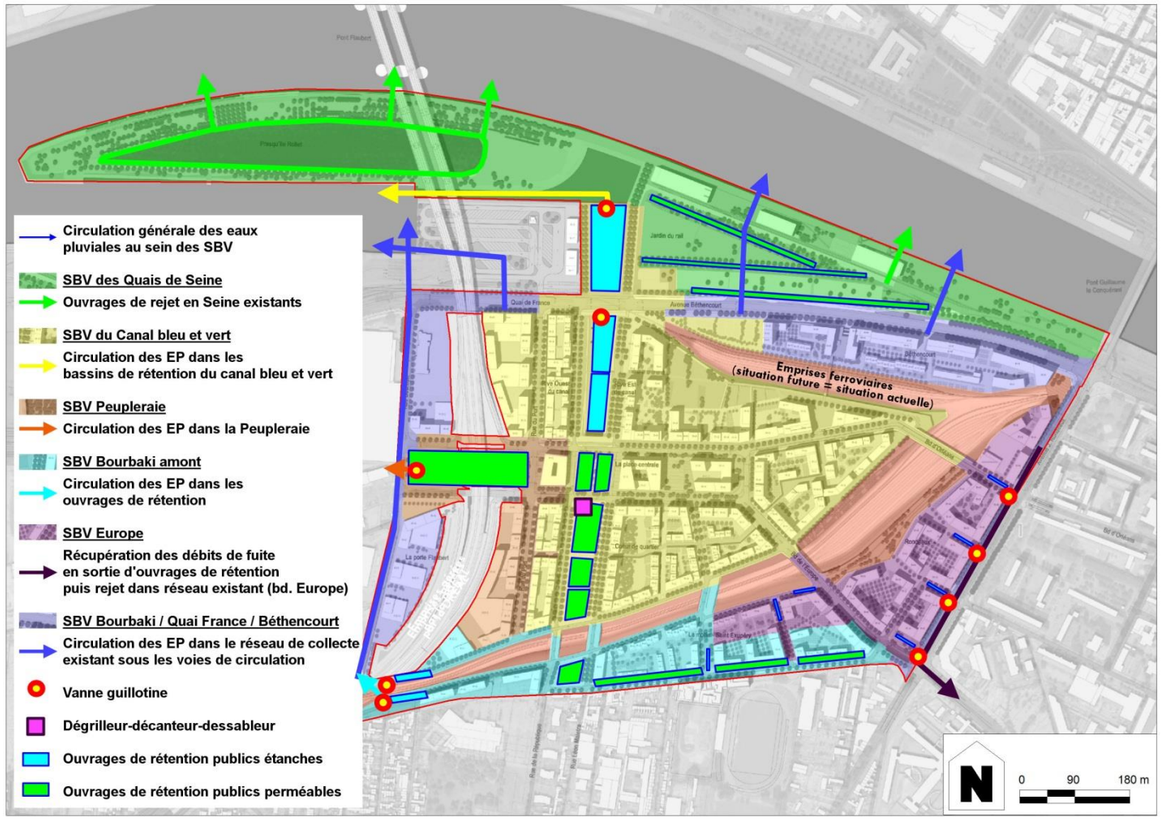
Incidences du projet en situation aménagée sur les eaux souterraines et mesures

En situation aménagée, l'impact du projet sur le fonctionnement de la nappe alluviale sera négligeable au regard de la taille de cet aquifère comparativement à celle du projet.

D'un point de vue qualitatif, les pollutions chroniques (eaux ayant lessivé les plateformes routières ou eaux s'infiltrant au droit de terres polluées) ainsi que les pollutions accidentelles (déversement accidentel de produit dangereux sur la chaussée) pourront entrainer des effets sur la qualité de nappe.

Pour répondre à ces enjeux de qualité, il a donc été décidé de mettre en place un plan de gestion des terres impactées et mettre en place un réseau de collecte séparatif des eaux pluviales. Ce réseau assurera un abattement de la charge polluante contenue dans les ruissellements par filtration (noues végétalisées, boisement humide de la Peupleraie) et par décantation (ouvrages de rétention enterrés, canal vert et bleu, etc.). Des dispositifs de traitement supplémentaire (décanteur-dessableur) viendront compléter le traitement des eaux pluviales avant rejet vers le milieu naturel. Enfin, des vannes guillotines seront mises en œuvre en sortie des ouvrages de rétention étanches pour assurer un confinement du polluant en cas de pollution accidentelle.

Schéma 13 : Localisation des ouvrages de rétention (étanches ou perméables) assurant une phase de décantation des eaux pluviales et positionnement des vannes guillotines



Etat initial relatif aux eaux superficielles

Actuellement, la gestion des eaux pluviales au droit du secteur d'étude dépend de l'aménagement des terrains. En effet :

- Pour les terrains aménagés et les voiries, les eaux pluviales sont principalement collectées dans un réseau spécifique (séparément des eaux usées) permettant leur évacuation vers la Seine.
- Pour les terrains en friches ou les faisceaux ferroviaires, les eaux précipitées sont :
  - Soit infiltrées dans les sols ;
  - Soit ruisselées, auquel cas elles peuvent être collectées par le réseau en place, infiltrées dans les sols ou rejetées vers la Seine.

En ce qui concerne le cours d'eau de la Seine, les principales caractéristiques sont :

- Un débit moyen de 574 m³/s et un débit mensuel sec de récurrence sur 5 ans de 200 m³/s.
- Des crues moyennes de l'ordre de 1600 à 2200 m³ /s ont été observées environ tous les 2 à 5 ans. Elles se répartissent majoritairement au début de l'année, entre janvier et mars. La durée des crues conséquentes de la Seine varie de 3 à 15 jours avec une durée moyenne de 10 jours (15 dernières années). Dans le secteur d'étude, les débordements du fleuve résultent le plus souvent de la conjonction de plusieurs phénomènes : des débits importants du fleuve résultant des précipitations hivernales et/ou de la fonte des neiges en mars, des grandes marées et des conditions atmosphériques de début d'année.
- Un mauvais état écologique et chimique résultant principalement des pressions de l'agglomération rouennaise (urbanisation, industries, Port) et de l'agglomération parisienne. Les objectifs d'amélioration de la qualité de la Seine fixés dans le SDAGE du bassin Seine-Normandie sont d'atteindre un bon état chimique et écologique du fleuve en 2027.

Incidences de la phase travaux du projet sur les eaux superficielles et mesures

Dans le cadre de la phase travaux, les incidences potentielles sur les eaux superficielles peuvent être soit d'ordre quantitatif (dysfonctionnement engendré sur le réseau existant à l'aval, barrage aux écoulements au sein du projet susceptible de créer des zones de stagnation d'eau pluviale), soit d'ordre qualitatif (pollutions chroniques et pollutions accidentelles).

Sur le plan quantitatif, les mesures retenues par la SPL relèvent de la mise en œuvre de bonnes pratiques en matière de chantier respectueux de l'environnement. Aussi, toutes les précautions nécessaires à la pérennisation du réseau pluvial situé à proximité du projet qui doit être maintenu en service, seront mises en œuvre. Par ailleurs, afin d'éviter toute problématique quantitative liée au ruissellement des eaux pluviales, les travaux d'assainissement définitifs ou provisoires seront réalisés en début de chaque phase de travaux. A ce titre, on notera que chaque séquence d'aménagement intégrera la création d'un ouvrage de rétention à l'aval du sous-bassin versant concerné.

Sur le plan qualitatif, la mise en place des ouvrages d'assainissement en début de chaque phase de travaux permettra également de réduire les effets. Lorsque cela sera techniquement impossible, des ouvrages provisoires seront mis en œuvre pour garantir une gestion qualitative conforme aux prescriptions réglementaires applicables.

Compte tenu des mesures envisagées par la SPL pour réduire voire éviter les incidences quantitatives et qualitatives liées à la gestion des eaux de ruissellement, les effets résiduels associés à la réalisation des travaux seront faibles.

En ce qui concerne le cours d'eau la Seine, les incidences de la phase travaux seront globalement similaires à celles présentées ci-dessus. Même si de par ses caractéristiques quantitatives ou qualitatives, le cours d'eau de la Seine ne semble pas présenter d'enjeu particulièrement fort, les mesures de précaution mises en œuvre en phase travaux par le maître d'ouvrage permettront néanmoins de limiter considérablement l'impact.

Enfin concernant le rabattement de nappe nécessaire à la mise à sec des ouvrages du canal bleu, on peut considérer que l'impact quantitatif sur la Seine sera relativement négligeable au regard du débit d'exhaure estimé. Sur le plan qualitatif, le maître d'ouvrage s'engage à réaliser une campagne de mesure de la qualité préalablement au démarrage de ces travaux pour déterminer la qualité des eaux souterraines et mettre en place les mesures de traitement adéquates avant rejet en Seine, si cela s'avérait nécessaire.

Incidences quantitatives du projet en situation aménagée sur les eaux superficielles et mesures

L'aménagement de l'éco-quartier Flaubert implique une transformation de l'occupation du sol au niveau du secteur d'implantation du projet qui se traduit par une modification du schéma d'assainissement actuel et notamment des conditions d'écoulements des eaux de ruissellement.

Cette évolution apportée à la configuration du site peut donc engendrer d'une part des dysfonctionnements hydrauliques au droit du projet pouvant se traduire par une augmentation des risques d'inondation et d'autre part, une augmentation des débits rejetés à l'exutoire pouvant entrainer une saturation du réseau récepteur.

Conscient des atteintes potentielles du projet aux eaux superficielles, le maître d'ouvrage a intégré dans la définition de son programme d'aménagement, des mesures préventives et correctives qui permettront de limiter ces risques voire de les éviter. Ainsi, en concertation avec les services de l'Etat et le service Assainissement de la Métropole, les données d'entrées suivantes ont été intégrées à la définition du schéma d'assainissement pluvial de l'éco-quartier :

- **Gestion des eaux pour une pluie d'occurrence centennale** : cette prescription sur le retour de pluie à prendre en compte dans le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales, est aujourd'hui une donnée d'entrée qui est globalement applicable à tout projet d'aménagement porté sur le département ;
- **Autorisation de rejet en Seine porté à 10 L/s/ha** : étant donné que le projet se rejette directement dans la Seine et que le cours d'eau est à même de recevoir ce débit sans être influencé de manière significative, il a été retenu d'appliquer un ratio qui soit proportionnellement plus adapté aux enjeux du secteur ;
- **Vidange des ouvrages de rétention inférieure à 48 h** : compte tenu de la probabilité que plusieurs épisodes orageux se cumulent en moins de 2 jours, il est recommandé de mettre en place des ouvrages de rétention qui puissent être en mesure de se vidanger à minima en moins de 48 heures.
- **Réalisation d'une modélisation hydraulique du réseau** : au regard de la dynamique de fonctionnement des ouvrages hydraulique de l'éco-quartier, le service Assainissement de la Métropole a demandé qu'une modélisation hydraulique soit réalisée pour dimensionner les ouvrages.
- **Privilégier la règle du temps de vidange < 48 h à celle du débit de fuite de 2 L/s/ha** : pour les ouvrages de rétention se rejetant dans le réseau pluvial existant qui présentent un temps de vidange supérieur à 48 h lorsqu'on leur applique le ratio de 2 L/s/ha, il a été convenu d'augmenter légèrement le débit de fuite afin de tendre vers un temps de vidange de l'ouvrage en moins de 2 jours.

Le dimensionnement hydraulique opéré par le biais de la modélisation a donc permis de dimensionner les ouvrages de rétention qui ont été décrits dans la partie précédente relative à la présentation des principes d'assainissement retenus.

La modélisation a par ailleurs permis de démontrer que le réseau pluvial de l'éco-quartier est correctement dimensionné pour gérer un épisode pluvieux exceptionnel concomitant à une marée haute (4.12 m NGF). Toutefois, en cas de marée extrême, on constate à plusieurs endroits des débordements de réseaux sur la voirie ce qui est déjà le cas en situation actuelle. Les mesures correctives intégrées à la conception du projet permettront donc de réduire l'impact sur le fonctionnement hydraulique au droit du site.

Incidences qualitatives du projet en situation aménagée sur les eaux superficielles et mesures

En situation aménagée, les incidences qualitatives sont liées aux pollutions chroniques (eaux pluviales ayant lessivé les plateformes routières et parking après un orage) et les pollutions accidentelles. De la même manière que pour l'aspect quantitatif, les mesures retenues par la SPL pour éviter, réduire ou compenser les incidences qualitatives de l'éco-quartier, découlent de la mise en œuvre de dispositions spécifiques intégrées à la conception du projet. Les mesures présentées précédemment, dans la partie relative aux eaux souterraines assureront en effet un traitement qualitatif des eaux de ruissellement avant rejet direct en Seine ou indirectement via le réseau pluvial existant.

Aussi, au regard des ouvrages de rétention mis en place, de la végétation développée dans le fond des bassins et noues, des dispositifs de traitement supplémentaires intégrés aux organes de fuite et des vannes guillotine ajouter pour faire face au risque de pollution accidentelle, les effets résiduels attendus sont relativement faibles et seront conformes aux prescriptions réglementaires en vigueur.

Etat initial relatif au risque d'inondation

Localement, les risques d'inondation par débordement de la Seine sont pris en compte dans le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) Vallée de la Seine - Boucle de Rouen qui a été approuvé le 20 avril 2009. Ce document, dont la dernière modification a été approuvée par arrêté préfectoral du 3 avril 2013, concerne 18 communes dont Rouen et Petit-Quevilly, communes d'implantation du projet. Les objectifs du PPRI visent à :

- Améliorer la sécurité des personnes exposées à un risque d'inondation ;
- Limiter les dommages aux biens et aux activités soumis à un risque d'inondation ;
- Maintenir le libre écoulement et la capacité d'expansion des crues en préservant les milieux naturels

Pour atteindre ces objectifs, le PPRI précise des prescriptions d'urbanisme spécifiques dans les secteurs sensibles au risque d'inondation La zone d'étude, ponctuellement sensible au risque d'inondation par débordement de la Seine, est concernée par ces prescriptions qui engendrent des contraintes importantes en termes d'aménagement du périmètre d'étude. C'est pourquoi, en concertation avec les services de la DDTM et de la Police de l'Eau, le Maître d'Ouvrage a engagé une étude spécifique de modélisation du cours d'eau afin d'appréhender la problématique de la manière la plus adaptée.

Cette étude, réalisée par la société DHI, a permis de réaliser une modélisation du risque d'inondation en tenant compte de l'état initial des aménagements du secteur (pont Flaubert sans les aménagements réalisés en Bords de Seine) dans le but de pouvoir ensuite caractériser les incidences potentielles du projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert.

En situation initiale, la zone inondable du PPRI recouvre environ une superficie totale de l'ordre de 30 ha au droit du projet.

Incidences de la phase travaux du projet sur l'aléa inondation et mesures

Les principaux effets qui pourraient être engendrés par la réalisation des travaux au regard de la sensibilité locale vis-à-vis des risques d'inondation par remontée de nappe ou par débordement de la Seine concernent :

- Une augmentation de la sensibilité aux inondations du site ou des secteurs localisés à l'amont ou à l'aval ;
- L'influence des phénomènes d'inondation sur la pérennité des constructions ;
- Un risque de pollution des milieux du fait, par exemple de la submersion d'un stock de terres impactées ou d'un dépôt de matériaux présentant des dangers pour l'environnement.

Dans le cadre de la phase travaux, le maître d'ouvrage prévoit de mettre en place des mesures correctives dans le but d'éviter, réduire ou de compenser les incidences sur l'aléa inondation.

Ainsi, il est notamment prévu d'interdire la création d'obstacles à l'écoulement des eaux superficielles dans les secteurs concernés par le risque d'inondation (interdiction de créer des zones de stockage et des plateformes chantier à moins qu'elles n'aient été remblayées et mises hors d'eau). Les remblais qui seront effectués à titre provisoire ou définitif devront par ailleurs être obligatoirement accompagnés de déblais compensatoires pour un volume à minima équivalent.

En ce qui concerne les constructions situées en zone inondable, notamment au droit des îlots privés, des précautions devront être mises en œuvre pour assurer leur pérennité (lestage des cuves enterrées, cuvelage de certains parking, etc.).

Enfin, pour éviter tout risque de pollution, le stockage de matière dangereuse pour l'environnement ou de terres contaminées sera interdit au niveau des zones inondables.

Compte tenu des mesures envisagées par la SPL Rouen Normandie Aménagement, qui seront complétées au regard des études géotechniques ultérieures, les effets résiduels de la phase travaux devraient être faibles.

Incidences du projet en situation aménagée sur l'aléa inondation et mesures

De la même manière qu'en phase travaux, en situation aménagée les incidences prévisibles du projet d'éco-quartier vis-à-vis de la prise en compte des aléas d'inondation du secteur peuvent venir modifier l'emprise actuelle du champ d'expansion de crue de la Seine mais également engendrer des risques pour la sécurité des usagers du site.

Cet enjeu majeur lié au risque d'inondation a été pris en compte dès la réflexion d'aménagement du projet :

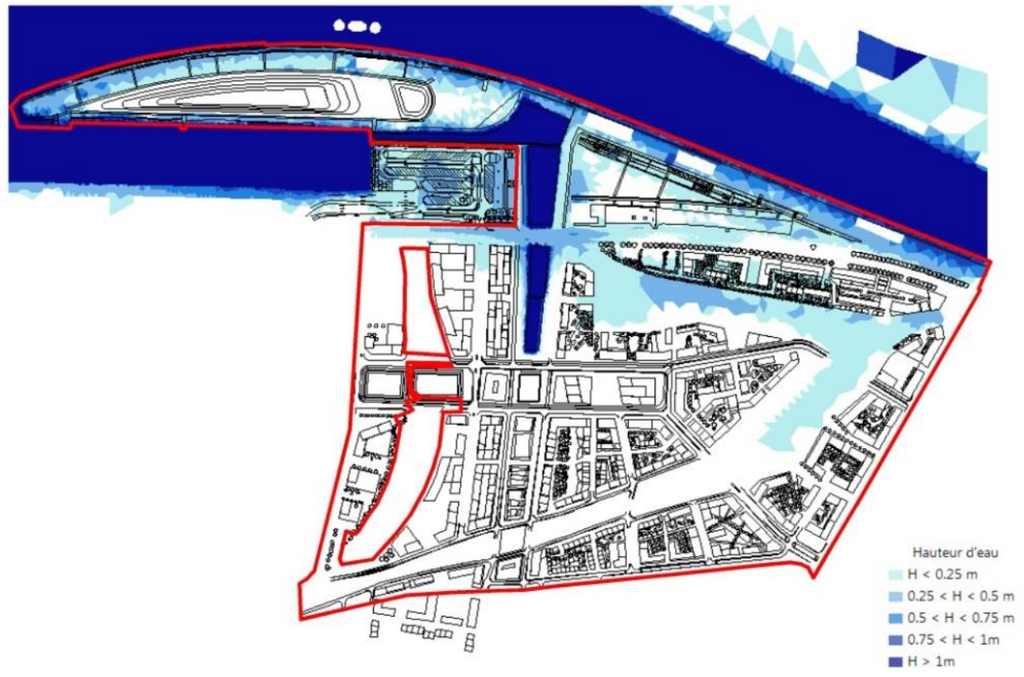
- En limitant dès que possible les remblais en zone inondable pour limiter à la source les impacts potentiels ;
- En recherchant un équilibre entre remblais et déblais sur l'ensemble du secteur de l'éco-quartier. A ce titre, il a été retenu de créer un canal vert et bleu au cœur du projet pour venir compenser les remblais effectués en zone inondable, notamment au niveau des îlots privés et de la presqu'île Rollet (butte forestière).

La modélisation hydraulique réalisée par DHI a permis par la suite de définir l'impact de la rehausse du niveau marin sur le niveau de la Seine au droit du projet. Sur la base d'une augmentation du niveau d'eau de 60 cm au niveau de l'estuaire au Havre, le niveau de la Seine sera augmenté de 32 cm à Rouen.

Le maître d'ouvrage en concertation avec les services de l'Etat a donc souhaité mettre en place une cote de constructibilité à 5.97 m NGF au droit du projet, soit 32 cm au-dessus de la crue de référence actuelle du PPRI. Cela permet ainsi de respecter le règlement imposé par le PPRI et par la même occasion d'anticiper une rehausse du niveau marin de 60 cm à l'horizon 2100.

Sur la base d'un AVP calé à la cote de 5.97 m NGF, la modélisation de DHI par la suite permis de démontrer que l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert n'impactera pas le niveau de la ligne d'eau de la Seine. L'emprise de la zone inondable restera en effet limitée à la zone de projet et se concentrera essentiellement au droit des infrastructures où le risque d'inondation est déjà présent (voies ferrées, avenue Béthencourt, quais de Seine).

Schéma 14 : Modélisation du champ d'expansion de crue de la Seine en situation projetée



Etat initial relatif au milieu naturel

En ce qui concerne l'aspect patrimonial, le secteur d'étude présente peu de sensibilité du fait :

- De l'absence de zonage de type réglementaire (Forêts soumises au régime forestier, Forêts de protection, Arrêtés préfectoraux de protection biotope, Sites Natura 2000 ou Réserves biologiques domaniales), en lien avec la préservation de la biodiversité, sur l'aire d'étude ou à une distance pouvant laisser présager une interaction avec le projet ;
- De l'absence de zonage de type inventaire (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux de Protection – ZICO ou Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique – ZNIEFF), en lien avec la préservation de la biodiversité, sur l'aire d'étude ou à une distance pouvant laisser présager une interaction avec le projet.

Dans le cadre de la réalisation du projet, afin de caractériser les potentialités écologiques du site, une expertise spécifique a été menée par la société BIOTOPE par le biais de plusieurs campagnes de terrains (11 au total). Ces campagnes de terrain ont été menées entre janvier et aout 2011 de manière à identifier les habitats présents sur le site et constater le potentiel écologique du secteur pour l'ensemble des espèces qui peuvent potentiellement utiliser le site à différentes périodes de l'année.

Ces interventions ont notamment permis de confirmer que d'un point de vue phytosociologique, aucune zone humide n'a été identifiée à l'intérieur de la zone d'étude.

Les conclusions de l'expertise réalisée par BIOTOPE indiquent que le site présente globalement des enjeux écologiques faibles. Les potentialités écologiques les plus intéressantes (qui restent néanmoins modérées) concernent les faisceaux ferroviaires et la Presqu'île Rollet.

Incidences du projet sur le milieu naturel et mesures

Au vu du projet envisagé à ce stade du dossier Loi sur l'Eau, les aménagements prévus vont dans le sens d'une amélioration de l'attractivité de la zone pour un plus grand nombre d'espèces (autre que les espèces ubiquistes[8]), un développement du potentiel d'accueil en termes de gîtes et une meilleure connectivité de la zone en son sein, potentiellement avec les zones boisées en rive droite (à l'Ouest du site).

Malgré que les impacts du projet sur la faune, la flore et les milieux aquatiques aient été jugés relativement réduits, le maître d'ouvrage a souhaité mettre en place deux dispositions permettant de limiter et compenser les incidences potentielles sur les quelques enjeux identifiés. Ces dispositions concernent l'aménagement et l'entretien des espaces verts ainsi que la recréation d'habitats de substitutions pour le Lézard des murailles.

Les incidences du projet vont vers une amélioration de l'état actuel du site et participent à :

- La diversification de la flore locale ;
- La multiplication des typologies d'habitats ;
- L'insertion du projet en tant qu'élément de renforcement de la trame verte et bleu favorisant la fréquentation du site et le déplacement des espèces tout en offrant des zones de refuges à l'abris des dérangements occasionnés par les activités projetées (butte boisée de la Presqu'île Rollet, espace public végétalisé avec fonction hydraulique, promenade vers la Seine constituée d'une succession de bassins paysagers et de bassins en eau, alignements d'arbres, …) ;
- La préservation de la faune locale par le biais des mesures de gestion adaptée (modalité d'entretien des espaces verts) touchant l'ensemble des espèces floristiques et faunistiques et des compensations relatives au Lézard des murailles.

Etat initial relatif aux réseaux et servitudes

La zone d'étude comprend des sites d'activités et des rues desservies par différentes natures de réseaux, comprenant notamment l'assainissement d'eaux usées et d'eaux pluviales, l'adduction d'eau potable, l'alimentation électrique, l'adduction de gaz, la téléphonie, la fibre optique, et l'éclairage public.

Le réseau d'assainissement d'eaux usées est raccordé à la station d'épuration EMERAUDE à Petit-Quevilly qui est actuellement déjà saturée mais qui va passer de 100 000 EH à 650 000 EH à l'horizon 2017. L'augmentation de la capacité de traitement de cette station a été déterminée à partir des hypothèses de croissance de la population (8,2 % à l'horizon de 25 ans).

En ce qui concerne l'eau potable, la zone d'étude est desservie par 4 usines de production d'eau potable. Selon les prélèvements autorisés par les différents arrêtés de DUP, la capacité de production résiduelle s'élève en moyenne à 95 565 m³/j. Toutefois, dans l'état actuel des installations de production, les capacités résiduelles de production sont limitées à 59 065 m³/j en moyenne.

Enfin, on précisera que l'on retrouve 5 servitudes qui recoupent avec l'emprise du projet.

Incidences du projet sur les réseaux/servitudes et mesures

Dans la continuité de ce qui a été entreprit depuis les premières phase de conception, la mise en œuvre des mesures envisagées par la maîtrise d'ouvrage pour éviter les problématiques de dysfonctionnement continuera de faire l'objet, lors des phases de conception ultérieures, d'une concertation importante avec le service assainissement de la Métropole et les autres gestionnaires afin de prendre en compte toutes les dispositions nécessaires au bon fonctionnement futur des réseaux au niveau du secteur d'étude.

Pour ce qui concerne la ressource en eau potable et les capacités de traitement de la station EMERAUDE, il semble que les incidences du projet soient relativement limitées notamment en raison du fait que ce projet d'aménagement majeur de l'agglomération ait été anticipé depuis plusieurs années et intégré au SCOT de la Métropole.

Compatibilité du projet avec les documents de planification, d'orientation, de prévention et d'urbanisme

Dans la mesure où l'ensemble des prescriptions formulées dans le présent dossier sont suivies en phase travaux et en phase aménagée, le projet sera compatible avec :

- La Directive européenne 2000/60/CE ;
- L'article L.211-1 du Code de l'Environnement pris en application de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30-12-2006 ;
- L'article D.211-10 du Code de l'environnement ;
- Le SDAGE Seine Normandie ;
- Le PPRI de la Vallée de Seine – Boucle de Rouen ;
- Les PLU de Rouen et de Petit-Quevilly.

Moyens de surveillance et d'intervention

En phase travaux, la surveillance sera assurée par la SPL Rouen Normandie Aménagement.

En phase aménagée, la surveillance et l'entretien des ouvrages d'assainissement publics sera assurée par le service Assainissement de la Métropole. Les pôles de proximité de Rouen et de Petit-Quevilly assureront quant à eux la surveillance et l'entretien des voiries, des espaces verts et la collecte des déchets.

Les futurs acquéreurs des îlots privés auront la responsabilité de l'entretien et de la surveillance de leurs ouvrages d'assainissement.

3
Présentation du demandeur

Le présent dossier Loi sur l'Eau porte sur le périmètre global de l'éco-quartier (91 ha) au sein duquel sont toutefois exclus :

- Le projet de parking multiservices porté par le Grand Port Maritime de Rouen (4 ha) ;
- Le projet des accès définitifs du pont Flaubert porté par la DREAL/SDTMI (4 ha).

L'emprise du périmètre faisant l'objet du présent dossier représente donc 83 ha.

La réalisation de cette opération d'aménagement, inscrite dans une longue durée, nécessitait que la collectivité se dote d'un outil opérationnel spécifique.

Par délibération du Bureau Communautaire le 13 octobre 2014, la Métropole (porteur du projet) a choisi de concéder la maîtrise d'ouvrage de l'éco-quartier Flaubert à la SPLA CREA Aménagement.

Au passage de la CREA à la Métropole Rouen Normandie, le 1er janvier 2015, la SPLA CREA Aménagement est devenue la SPL Rouen Normandie Aménagement.

La SPL Rouen Normandie Aménagement agit donc en tant que maître d'ouvrage sur ce projet.

Tableau 2 : Maître d'ouvrage

SIEGE SOCIAL	Immeuble Montmorency II 65, avenue de Bretagne B.P. 1137 76175 ROUEN Cedex 1
Téléphone **Fax**	02.32.81.69.10 02.32.81.69.29
SIRET	532 582 418 00010

4

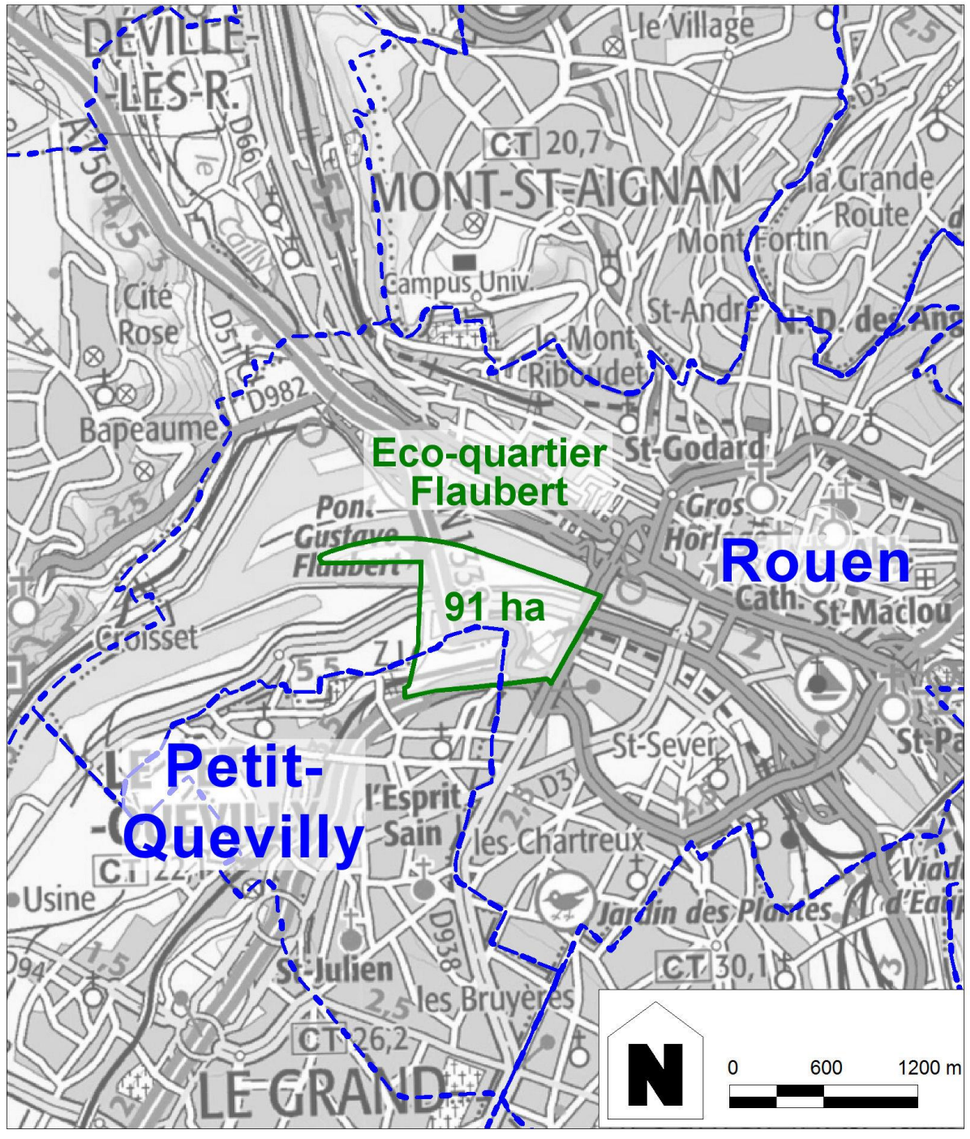
Localisation de l'Eco-quartier Flaubert

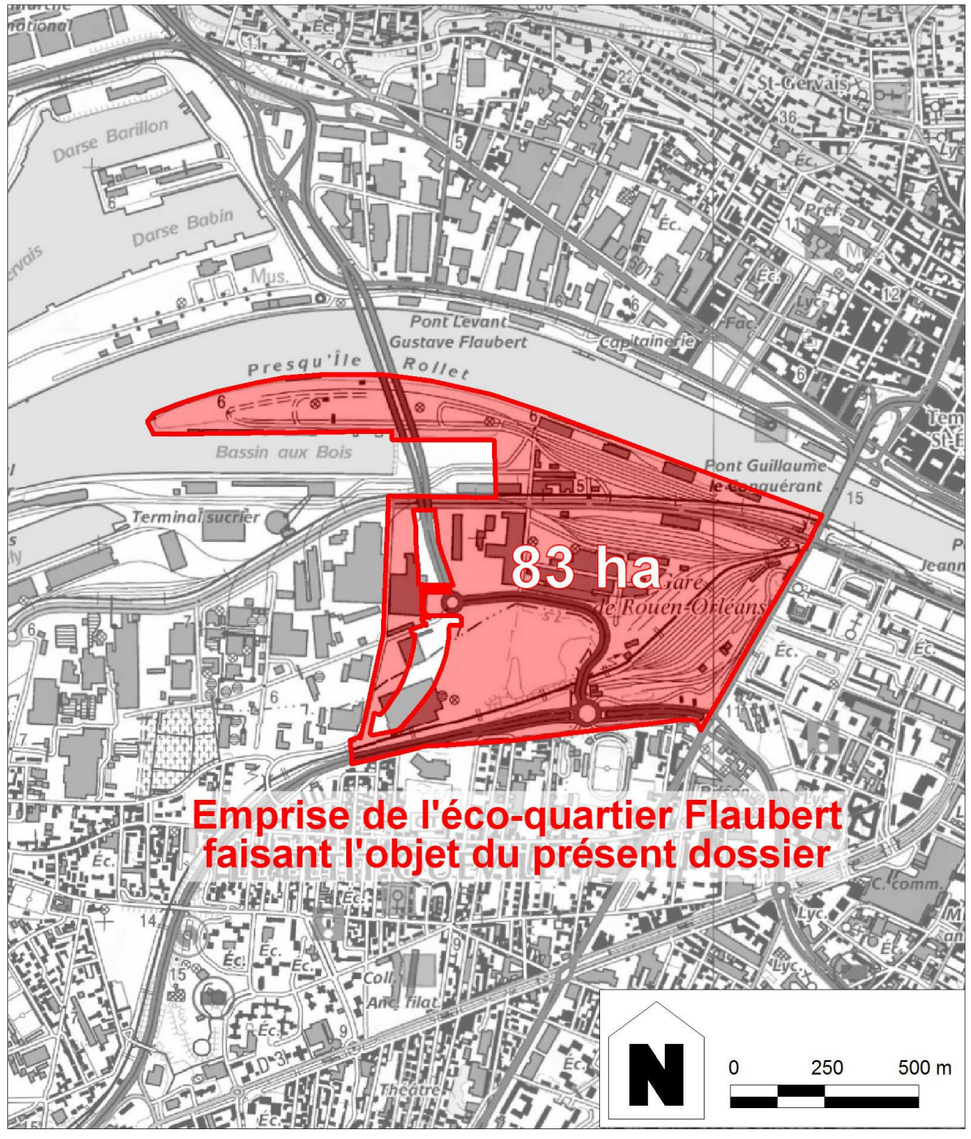
4.1 Situation géographique

L'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert est localisée en Seine-Maritime, en plein cœur de l'agglomération rouennaise. L'emprise de ce projet d'environ 91 ha recoupe avec les territoires communaux de Rouen et de Petit-Quevilly.

Comme cela a été présenté en introduction du dossier, le périmètre faisant l'objet de la présente demande d'autorisation Loi sur l'Eau n'intègre pas le projet de parking multiservices porté par le GPMR (4 ha) et le projet des accès définitifs du Pont Flaubert porté par la DREAL/SDTMI (4 ha) qui feront pour chacun l'objet d'une notice d'incidences spécifique.

Schéma 15 : Localisation générale de l'opération d'aménagement éco-quartier Flaubert et du périmètre faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau





4.2 Périmètre du dossier Loi sur l'Eau de l'éco-quartier Flaubert

Le périmètre du projet d'éco-quartier faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau se trouve globalement délimité par :

- La Seine sur la partie Nord ;
- L'avenue Jean Rondeaux sur la partie Est ;
- La rue de la Motte sur la partie Sud ;
- La rue Bourbaki sur la partie Ouest.

A l'intérieur de ce périmètre on retrouve des terrains en friches sur la majeure partie de l'emprise, des secteurs urbanisés, des voies de circulations, le parc de la Presqu'île Rollet et les bâtiments sur les quais de Seine.

D'un point de vue foncier, le site est actuellement composé d'une part, de grandes unités foncières qui accueillent principalement les infrastructures ferroviaires (RFF/SNCF) et d'autre part, d'un parcellaire morcelé relevant de différents régimes de propriété (publics/privés).

Schéma 16 : Périmètre du DLE de l'éco-quartier Flaubert (vue aérienne de 2009)

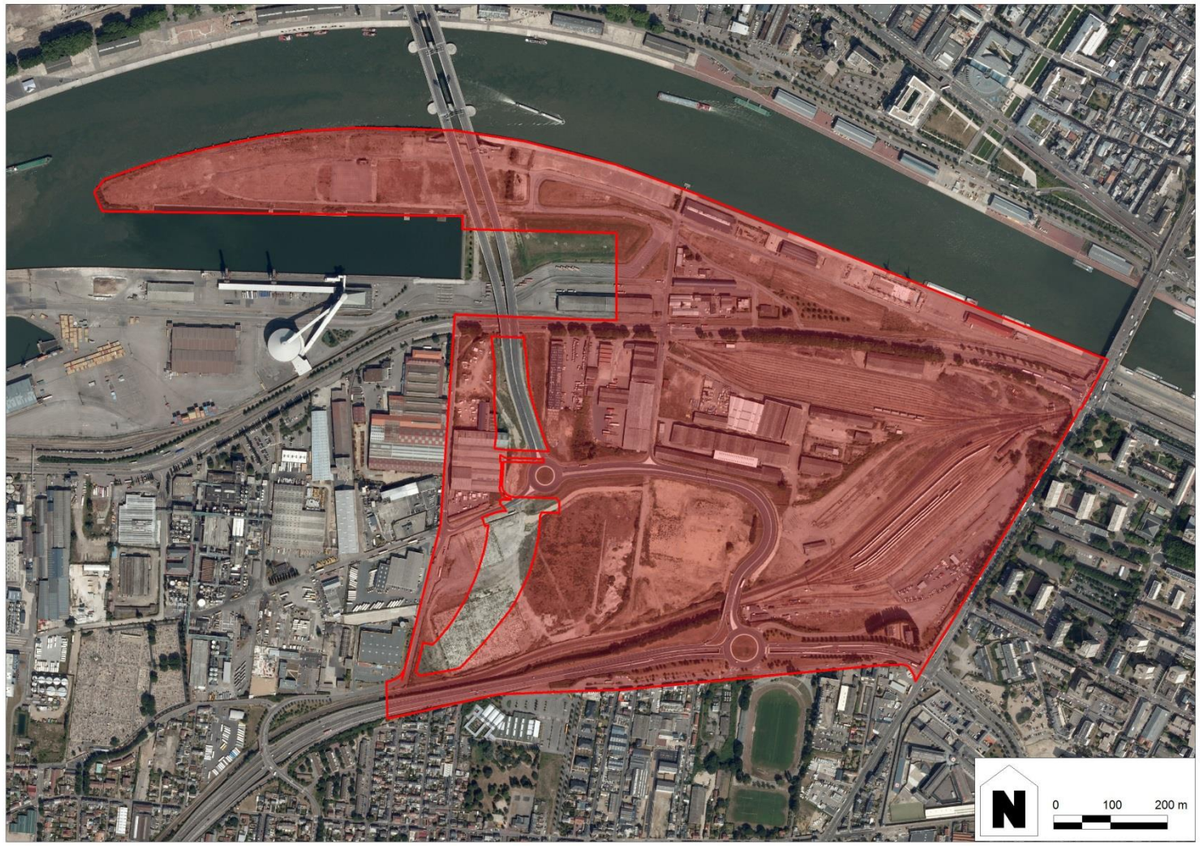
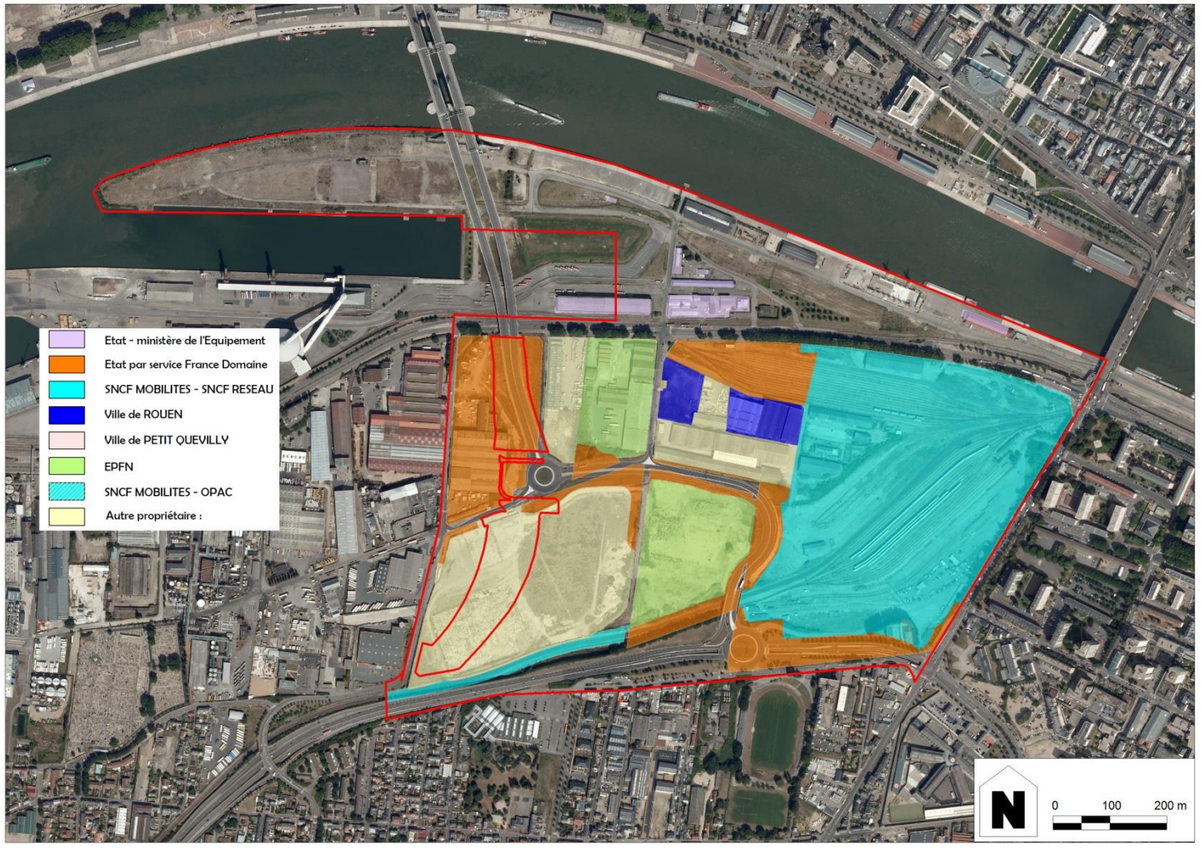


Photo 2 : Vues aériennes du secteur depuis l'Est (photo gauche) et depuis le Sud (photo droite)

Schéma 17 : Maîtrise foncière au droit du projet (Mai 2015)



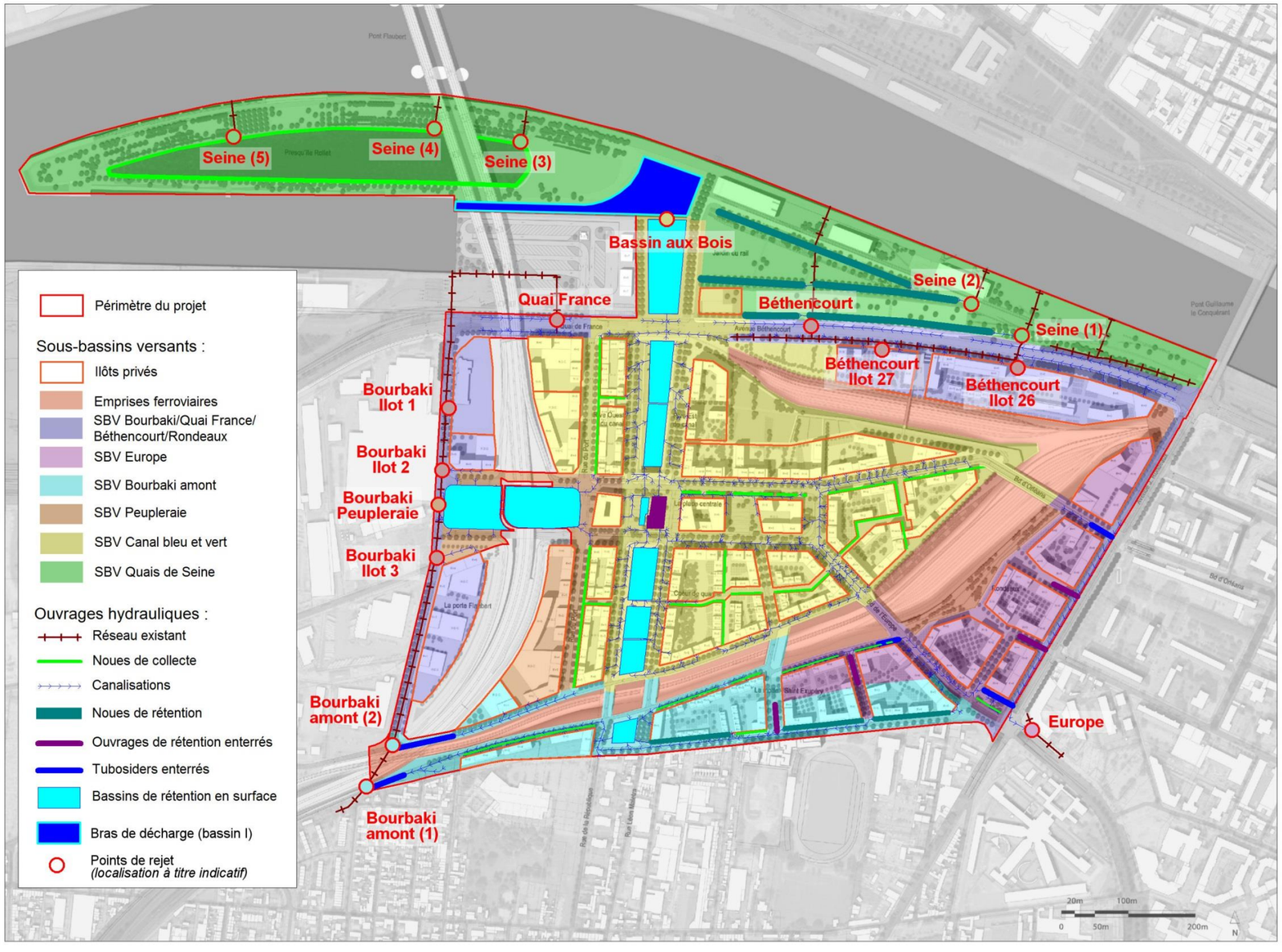
4.3 Environnement actuel du site

Secteur	Description de l'environnement au droit du site	
Nord	Ce secteur qui longe la Seine est séparé du reste du site par le « boulevard maritime » (Quai de France + Boulevard Jean de Béthencourt). Les quais sont occupés par des hangars et bâtiments portuaires encore en activités (Hangars 105, 107 et 108). A l'arrière des quais, le long de l'allée Jean de Béthencourt, sont installés les bureaux du Port parmi lesquels on trouve le bâtiment de la tour « de l'horloge », élément emblématique qui a été préservé et valorisé dans le cadre de la mise en œuvre du projet d'aménagement des Bords de Seine. A l'Ouest des bureaux du Port, on trouve une vaste emprise de stationnement poids lourds. C'est un point de passage et d'attente pour l'entrée dans la zone portuaire. Le Quai Jean de Béthencourt, essentiellement routier est un des points d'entrée du périmètre d'étude. Il constitue une forte coupure entre les quais et le reste du quartier. Il est bordé par un alignement de grands arbres (Platanes).	
Nord-Ouest	La cessation de l'activité industrielle sur la presqu'île libère un espace singulier. C'est aujourd'hui un espace paysager requalifier et dédié à la promenade et aux loisirs. La Presqu'île Rollet et les vastes quais forment un paysage fort par sa dimension où certains éléments ont été conservés dans le cadre de l'aménagement des Bords de Seine afin de témoigner de son passé industriel.	
Est	A l'Est, en contre bas de l'avenue Jean Rondeaux, de vastes emprises de faisceaux ferrées encore en activités occupent une grande partie du site. C'est un espace ouvert qui permet des dégagements sur l'ensemble du site mais inaccessible aux piétons. L'avenue Jean Rondeaux, en surplomb de 6 mètres environ au-dessus du futur quartier, permet des points de vue remarquables sur la vallée de la Seine.	
Ouest	Dans la partie Ouest, le secteur est occupé par des hangars dans lesquels subsistent quelques activités portuaires vouées à disparaître. Elles occupent de vastes emprises foncières construites qui rendent le site difficilement accessible. Ces emprises sont libérées au fur et à mesure des opportunités afin de permettre le projet de l'éco-quartier Flaubert. Entre les hangars dans l'axe des rues existantes, des vues sont cadrées sur le paysage des coteaux.	
Sud	Au Sud, coté Petit-Quevilly, les activités industrielles ont libéré les terrains plus ou moins en friche en attente.	

Secteur	Description de l'environnement proche du site	
Nord	Au Nord, au-delà de la Seine, le centre-ville de Rouen sur la rive droite.	
Est	Les quartiers de logements collectifs de Rouen à l'Est de l'axe Jean Rondeaux.	
Ouest	A l'Ouest au-delà du pont Flaubert, de vastes emprises occupées par des activités portuaires.	
Sud	Les quartiers de Petit-Quevilly au Sud de la voie rapide Sud III.	

4.4 Localisation des ouvrages hydrauliques du projet d'éco-quartier

Schéma 18 : Localisation des ouvrages hydrauliques de l'éco-quartier Flaubert



Comme évoqué précédemment, la présente notice d'incidences porte sur un périmètre de projet d'environ 83 ha. A l'intérieur de ce périmètre, une partie des aménagements a d'ores et déjà été réalisée dans le cadre des premières phases de travaux portées sur les Bords de Seine et la presqu'île Rollet, entre 2010 et 2013.

Dans ce contexte particulier, on retrouve donc aujourd'hui deux secteurs séparés avec d'une part une emprise d'environ 16 ha au droit de laquelle les travaux sont finalisés et d'autre part une emprise de l'ordre de 67 ha restant à aménager.

Conformément à la stratégie qui a été mise en place entre le maître d'ouvrage et les services de l'Etat, les chapitres qui vont suivre ont pour objectif de présenter dans un premier temps le projet d'éco-quartier Flaubert dans son intégralité à l'échelle des 83 hectares puis dans un second temps d'analyser et décrire les incidences et mesures potentiellement engendrées par les futurs aménagements.

En préambule de cette présentation, le schéma de synthèse ci-contre permet de visualiser et d'appréhender la localisation des ouvrages d'assainissement pluvial de l'éco-quartier Flaubert et des points de rejet (à titre indicatif) qui constituent finalement l'une des principales mesures correctives permettant de limiter l'impact global du projet sur l'eau et les milieux aquatiques.

Le tableau ci-dessous renseigne ce schéma pour ce qui concerne les surfaces correspondantes à chaque sous-bassin versant.

Tableau 3 : Découpage en sous-bassins versants

	Surface	Rejet
SBV Emprises ferroviaires	9 ha	Fonctionnement hydraulique non modifié (gestion par infiltration)
SBV Bourbaki / Quai France / Béthencourt/Rondeaux	11 ha	Fonctionnement hydraulique non modifié (rejet dans réseau existant) Rejet des îlots privés régulé à 2 L/s/ha
SBV Europe	6 ha	Rejet dans le réseau existant du boulevard de l'Europe à **21 L/s**
SBV Bourbaki amont	6 ha	Rejet dans le réseau existant rue Bourbaki à 18 et 2 L/s, soit **20 L/s**
SBV Peupleraie	4 ha	Pluie 10 ans gérée par infiltration et rejet **4 L/s** jusqu'à pluie 100 ans dans le réseau de la rue Bourbaki
SBV Canal Bleu et vert	25 ha	Rejet dans le bassin aux Bois, via le bras de décharge, à **225 L/s**
SBV Quais de Seine	22 ha	Rejet sans tamponnement sur la presqu'île Rollet et sur les quais Rejet du parking et du jardin du Rail régulé à **6 L/s** dans le réseau existant

5

Nature, consistance, volume et objet du projet

5.1 Préambule

Comme nous l'avons vu en introduction, l'entité « éco-quartier Flaubert » de 91 ha se décompose en réalité en 3 projets distincts :

- Le projet de parking multiservices porté par le GPMR (4 ha) ;
- Le projet des accès définitifs du pont Flaubert porté par la DREAL (4 ha) ;
- Le projet d'éco-quartier porté par la SPL Rouen Normandie Aménagement pour le compte de la Métropole (83 ha).

Le présent dossier Loi sur l'Eau porte uniquement sur le projet porté par la SPL Rouen Normandie Aménagement, les projets de parking multiservices et d'accès définitifs au Pont Flaubert faisant respectivement l'objet d'un dossier de Déclaration Loi sur l'Eau et d'un dossier d'Autorisation au titre de la Loi sur l'Eau.

Au sein du projet d'éco-quartier Flaubert de 83 ha, on retrouve ensuite deux périmètres opérationnels eux-mêmes répartis en plusieurs phases :

1. Le projet d'aménagement des Bords de Seine, hors parking multiservices (19 ha), échelonné en 3 étapes de travaux :
   a. **Phase 1** (réalisée en 2010) : Aménagement du parking de la SMAC (3,5 ha)
   b. **Phase 2 – Tranche 1** (réalisée pour l'Armada en 2013) : Aménagement des quais pour créer la promenade des Bords de Seine, une partie du Jardin du Rail, et la partie Nord de la presqu'île Rollet (12 ha)
   c. **Phase 2 – Tranche 2** (2015-2020) : Achèvement des aménagements au niveau de la presqu'île Rollet du côté bassin aux Bois (3,5 ha)
2. Le projet d'éco-quartier Flaubert, hors accès définitifs du Pont Flaubert (64 ha), dont le séquençage se développera sur une durée globale de près de 20 ans :
   a. **Temps 1** (2015 - 2020) : Réalisation des premiers aménagements au niveau de l'avenue Jean Rondeaux et préverdissement du bras de décharge entre le bassin aux Bois et le futur canal bleu
   b. **Temps 2-3** (2021 - 2025) : Poursuite de l'urbanisation et création des bassins formant le canal bleu
   c. **Temps 4-5-6** (2025 ------>) : Poursuite de l'urbanisation et création des bassins formant le canal vert

Si l'on reprend la stratégie réglementaire qui est décrite en introduction du dossier, la notice d'incidences qui est présentée ici porte sur l'ensemble de toutes ces phases.

On rappellera que compte tenu de la nature des travaux, la première phase avait, à l'époque, fait l'objet d'un simple porter à connaissance à l'attention de la Police de l'Eau et que la seconde phase (tranche 1) avait quant à elle fait l'objet d'un dossier de déclaration.

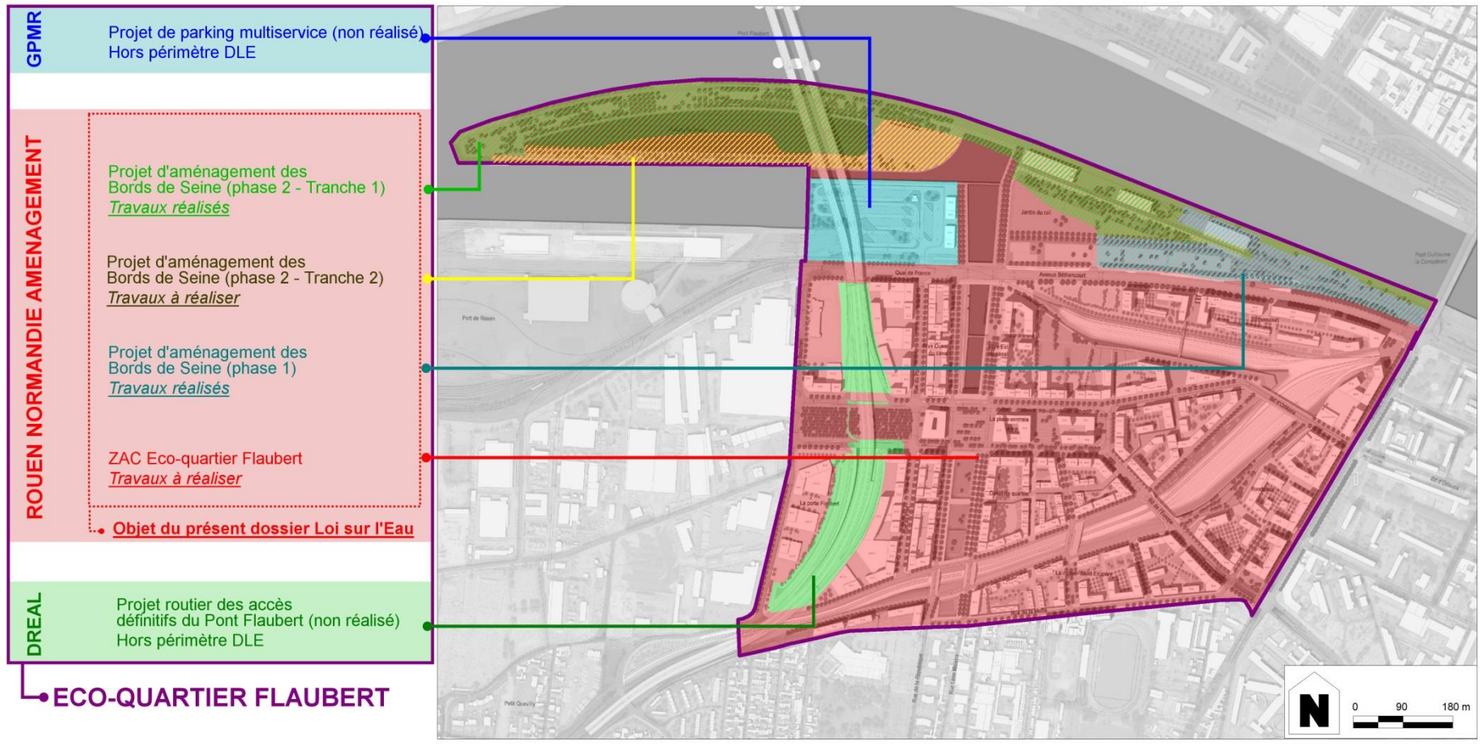
L'objectif de ce chapitre 5 relatif à la présentation du projet est donc de présenter dans un premier temps, les travaux qui ont d'ores et déjà été finalisés (phase 1 + tranche 1 de la phase 2) puis dans un second temps, les aménagements restant à réaliser sur l'opération d'aménagement éco-quartier Flaubert (phase 2 de la tranche 2 + ZAC).

Le schéma ci-contre et le tableau ci-dessous permettent de mieux appréhender le découpage des différentes phases et périmètres opérationnels qui ont été présentés ci-dessus.

Tableau 4 : Périmètres opérationnels et dossier Loi sur l'Eau

EQF	Bords de Seine	Eco-quartier Flaubert	TOTAL
Emprises hors DLE	*Parking multiservices (4 ha)*	*Accès définitifs du Pont Flaubert (4 ha)*	*8 ha*
Périmètre objet du DLE	***Quais + Presqu'île Rollet (19 ha)***	***Eco-quartier Flaubert (64 ha)***	***83 ha***
SURFACES TOTALES	*23 ha*	*68 ha*	*91 ha*

Schéma 19 : Contexte opérationnel associé à l'éco-quartier Flaubert



5.2 Genèse et raisons justifiant le projet d'éco-quartier Flaubert

5.2.1 Inscription du projet dans la politique de développement urbain de la Métropole Rouen Normandie

Le Schéma Directeur de l'Agglomération Rouen-Elbeuf, approuvé en 2001 par les élus du Syndicat Mixte qui couvrait à l'époque le territoire des intercommunalités de Rouen et d'Elbeuf, prescrivait un développement à l'Ouest du centre de l'agglomération rouennaise en définissant un secteur centré sur les deux rives du fleuve pour y réaliser une importante recomposition urbaine.

Ce projet d'ampleur s'appuie notamment sur la réalisation d'un 6ème franchissement de la Seine au niveau de l'agglomération rouennaise, à savoir le pont Flaubert, qui structure le territoire et offre des opportunités de desserte et de valorisation importante du foncier dans ce secteur.

Afin de guider la dynamique de reconstruction de la Ville sur la Ville, l'agglomération rouennaise a donc conduit une démarche de Plan Directeur d'Aménagement et de Développement (PDAD) sur un territoire de 800 hectares dénommé Seine Ouest (cf. schéma ci-contre). Ce plan a débouché en mars 2005, à une déclaration d'intérêt communautaire concernant un secteur sur la rive droite où s'est édifié le Palais des Sports (le Kindarena) et sur la rive gauche de la Seine où se développe, entre autre, l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert.

Les principales orientations d'aménagement qui ont été retenues dans le cadre de la démarche d'élaboration du PDAD sont reportées sur le Schéma ci-contre. Elles visent à permettre, via une requalification des emprises industrielles et portuaires, l'extension du cœur de l'agglomération vers l'Ouest tout en s'appuyant sur la Seine comme vecteur de développement et de cadre de vie de qualité. Les principaux enjeux identifiés concernent :

- La reconstruction de la Ville sur la Ville qui impose la prise en considération des contraintes physiques et environnementales existantes, la densité du tissu urbain et le rôle plurifonctionnel du quartier ;
- La situation en entrée d'agglomération qui impose une structuration au-delà de l'échelle du quartier afin de traduire un lien fort avec le reste du territoire ;
- La complexité d'usage (interface Ville - Port / Ville - Seine) qu'il s'agit d'exprimer dans une programmation équilibrée de l'économie, de l'habitat, des équipements et services et des espaces publics tout en proposant une place et une fonction nouvelle de la nature en Ville.

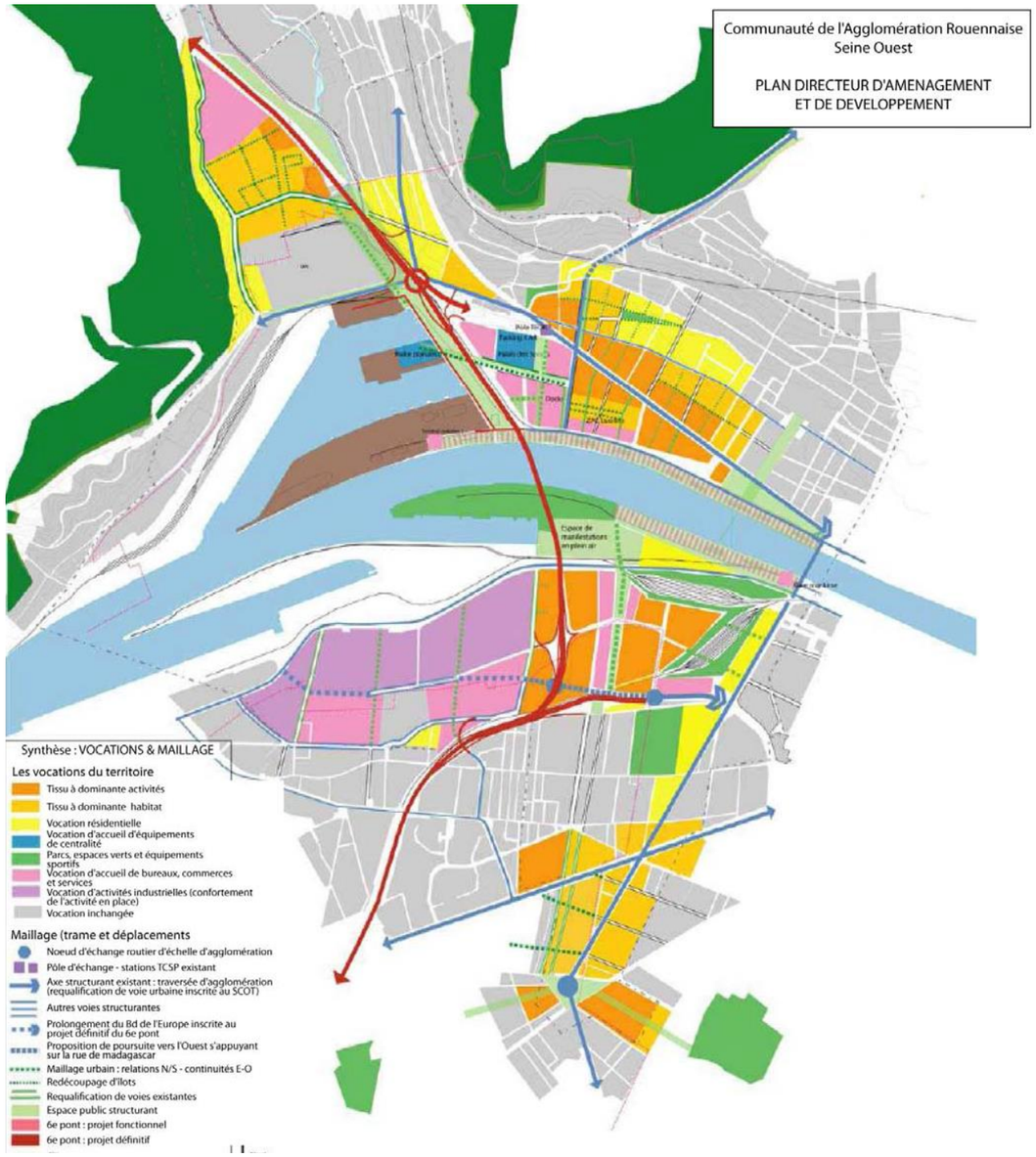
La réalisation de ce projet constitue une formidable opportunité pour renforcer les fonctions centrales et territoriale du cœur de la Métropole et pour retisser des liens durables entre la Ville et la Seine.

5.2.2 Lancement des études de définition de la composante rive gauche du Grand Projet Seine Ouest

Selon le PDAD, les orientations retenues pour le développement urbain du secteur Seine Ouest visent à créer « un nouveau site urbain central » et se traduisent, pour la composante rive gauche, par le développement d'un quartier structuré autour des accès définitifs au pont Flaubert, « favorisant la mixité des fonctions, associant de l'habitat, des activités tertiaires, des espaces verts et des équipements attractifs d'intérêt d'agglomération ».

En terme d'urbanisme, la réflexion d'aménagement de la composante rive gauche de la Seine était moins avancée que celle sur les quartiers de la composante rive droite. C'est pourquoi une étude de définition a été réalisée entre 2006 et 2008 pour établir le plan de composition ainsi que le plan d'aménagement de ce secteur localisé en rive gauche de la Seine.

Schéma 20 : Principales orientations du PDAD Seine Ouest (Extrait du rapport de la phase 3 - Février 2005 - SCET)



Basée sur les enjeux de la politique de développement urbain de la CREA (devenue Métropole) d'une part, de maintien et de développement des activités portuaires du Grand Port Maritime de Rouen d'autre part, cette démarche, destinée à concevoir un aménagement cohérent au sein de la composante rive gauche du Grand Projet Seine Ouest, a abouti en juin 2008 au choix de la proposition élaborée par le groupement de concepteurs - OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP. L'esquisse d'aménagement proposée par cette équipe est reportée sur le schéma ci-contre.

Ce projet urbain et paysager, intitulé éco-quartier Flaubert, poursuit de nombreux objectifs. En particulier, deux stratégies majeures portées par les élus de la Métropole structurent la conduite de ce projet :

- La création d'un nouveau quartier de centre-ville exemplaire en matière d'aménagement durable où seront accueillies des activités économiques et de l'habitat, ainsi que toutes les fonctions qui les accompagnent, et où les modes de transport seront bien articulés. Ce projet constitue l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert ;
- La valorisation de la proximité au fleuve, axe majeur du renouveau urbain, en aménageant les espaces des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet en grand équipement d'agglomération, pour la promenade et les loisirs, tout en y maintenant les activités portuaires. Ce projet constitue l'opération d'aménagement des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet.

Les études préalables du marché de définition ont démontré qu'en intégrant les contraintes physiques et temporelles du secteur d'aménagement, il était possible d'envisager la reconversion urbaine et économique de ces terrains occupés par d'anciennes activités industrielles et portuaires. Par ailleurs, en s'appuyant sur un travail de composition et de programmation opportun qui a abouti à la production de l'esquisse précitée, elles permettent la constitution d'un éco-quartier plurifonctionnelle sur ce site.

5.2.3 *Parti d'aménagement fondateur retenu à l'issue des études de définition*

A l'issue du marché de définition, le parti d'aménagement retenu organise la composition urbaine et paysagère du secteur rive gauche autour des éléments suivants :

- *L'île urbaine, place centrale des échanges :*

  Au cœur du quartier, l'île urbaine constitue une pièce paysagère centrale qui relie tous les tracés et distribue les îlots urbains alentours. Cette place centrale d'orientation Est-Ouest organise l'échange des flux de circulation à l'interface avec les accès définitifs au pont Flaubert.

- *La promenade vers la Seine ou axe vert et bleu :*

  Axe paysager structurant entre le fleuve et la Ville, cet aménagement est composé d'une succession de bassins en eau et de bassins paysagers qui sont encadrés de mails plantés. Traitée avec qualité, cette promenade d'orientation Nord-Sud offrira un nouvel accès direct à la Seine pour les habitants de Petit-Quevilly et développera un lien direct avec la presqu'île Rollet réaménagée en île naturelle.

- *L'incrustation de grandes pièces paysagères reliées les unes aux autres par un réseau de noues et de circulations douces (piétons, cycles).*

- *Les quais de Seine et la presqu'île Rollet :*

  Espace public structurant, les quais prolongés par la presqu'île Rollet constituent un futur pôle d'animation et de loisirs de portée majeure. Ces espaces dévolus aux festivités, permettront le déroulement de manifestations régulières ou éphémères d'échelle d'agglomération :

  - *Les quais réaménagés et les anciens hangars réhabilités prolongés par la grande pelouse de Béthencourt sont propices aux activités de loisirs et constituent un véritable pôle de convivialité.*
  - *Les aménagements prévus au niveau de la presqu'île Rollet visent à conférer à cet espace le statut d'espace vert d'agglomération afin qu'elle constitue en quelque sorte une centralité verte au cœur de l'agglomération.*

Schéma 21 : Esquisse d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (Esquisse de principe produite pendant l'étude de définition - Equipe : OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP)

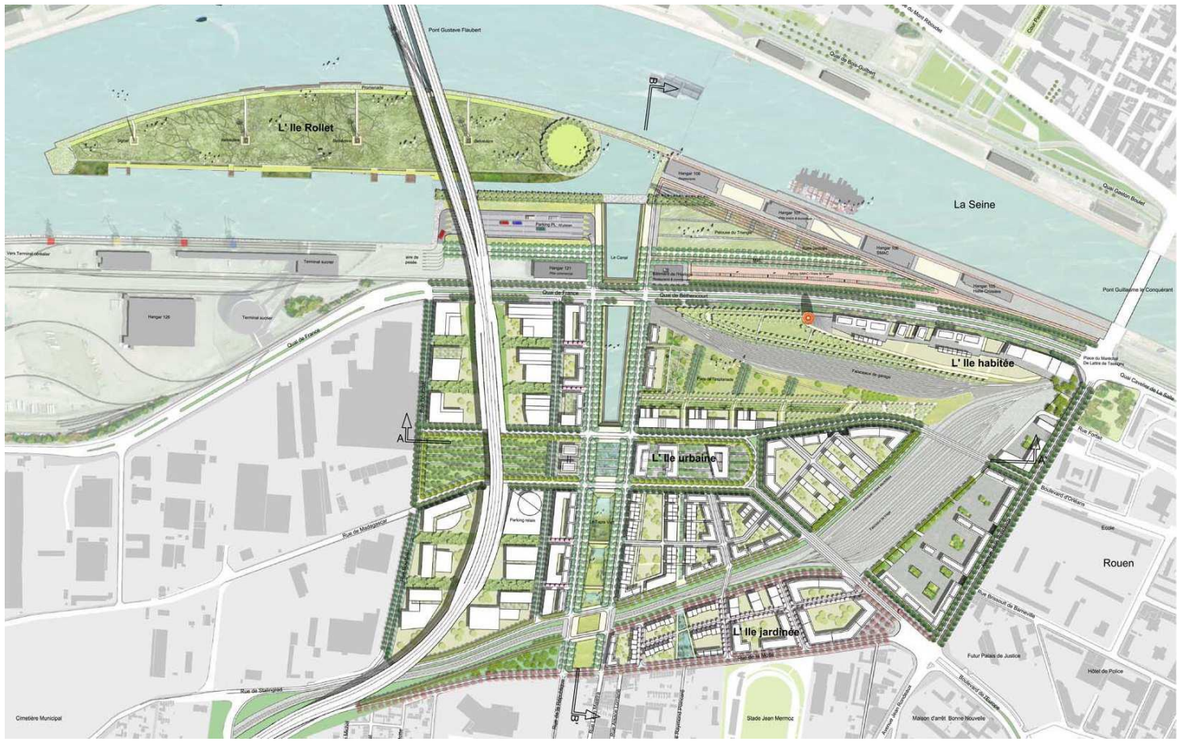
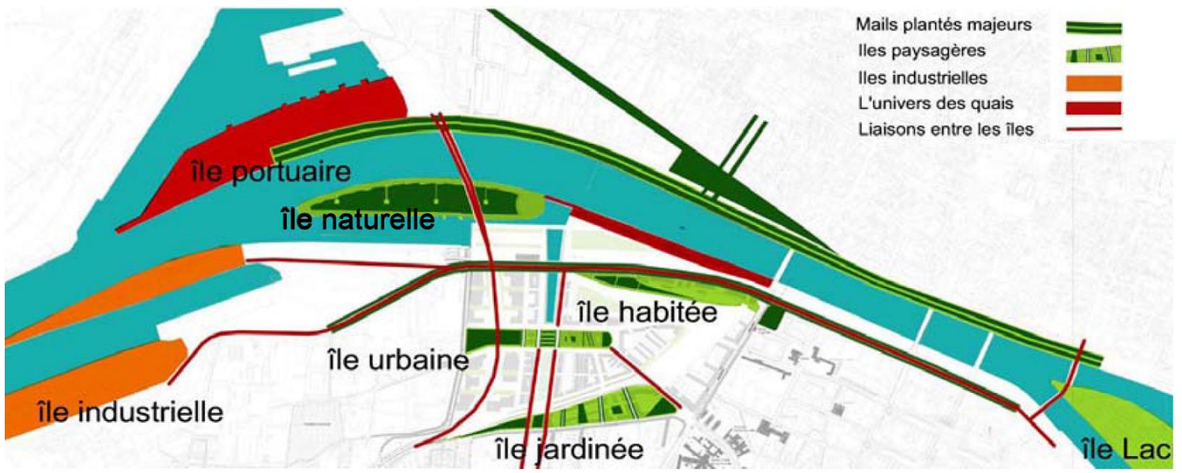


Schéma 22 : Principe de composition urbaine du futur quartier reposant sur le concept des « îles » (Equipe : OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP)



Conformément aux orientations du PDAD, l'ambition de ce projet est d'étendre le centre de l'agglomération vers l'Ouest par la création d'un nouveau quartier mêlant activités économiques, habitat et équipements collectifs, en mobilisant toutes les emprises mutables disponibles et en s'appuyant sur les infrastructures existantes et projetées. De plus, elle est d'aménager les conditions d'ouverture de Petit-Quevilly vers la Seine et de contribuer à l'installation d'une trame paysagère sur la rive gauche de la Seine et dans la profondeur du tissu urbain existant.

Le parti d'aménagement[2] subdivise le site en quatre secteurs :

- Le Nord : l'île naturelle, les quais et le boulevard maritime. Ces espaces réservés à la promenade, aux manifestations régulières ou éphémères, sont traités avec la volonté de conserver une identité portuaire forte. La conservation des espaces non bâtis et des 4 hangars le long des quais, le choix d'un traitement très minéral ou encore la préservation de rails enherbés et du boulevard maritime planté participent au maintien et à la mise en valeur du patrimoine industrialo-portuaire ;
- L'Ouest de part et d'autre des accès définitifs au pont Flaubert : l'interface entre la Ville et le Port. Cet espace charnière concentre majoritairement des activités économiques et assure la transition entre les espaces industrialo-portuaires et les futurs immeubles d'habitation et de bureaux ;
- Le Sud et l'Est : franges et continuités urbaines. Il est proposé d'étendre sur les franges Sud et Est du site, les quartiers adjacents, à la fois par le prolongement du maillage viaire franchissant les coupures créées par les infrastructures et par l'extension du tissu urbain, empruntant les composantes identitaires de ces quartiers contigus ;
- L'intérieur du quartier. Il constitue le cœur habité du quartier et s'organise autour d'éléments structurants tels que l'axe de liaison Seine-Ville constitué par la promenade vers la Seine (axe vert et bleu), l'île urbaine, l'île habitée en front de Seine et l'île jardinée en écho au quartier de Petit-Quevilly, qui encadrent l'emprise ferrée.

Selon le parti d'aménagement proposé, le projet retenu à l'issue du marché de définition respecte ainsi la volonté d'une mixité programmatique affichée dans le PDAD. La mixité des fonctions est répartie non seulement spatialement, mais aussi verticalement dans les constructions. En effet, l'une des orientations majeures du projet repose sur la diversité des typologies architecturales et des gabarits en résonance avec le contraste des échelles qui caractérise l'univers portuaire. Les typologies proposées demeurent pour partie dans la continuité du bâti existant, des typologies nouvelles seront également introduites pour répondre aux nouveaux besoins et aux configurations de l'espace.

5.2.4 Parti environnemental retenu à l'issue des études de définition

Le site est marqué par sa situation géographique en plein cœur du méandre de la Seine et de l'agglomération rouennaise. Situé sur la rive gauche à proximité du centre-ville de Rouen, il est à l'interface du Port et de quartiers à dominante résidentielle de Petit-Quevilly et de Rouen. En l'état, il est constitué d'un paysage de friches industrielles et portuaires.

Il est délimité et enclavé par de grandes infrastructures primaires de transports - voie rapide SUDIII, accès routiers au pont Flaubert et faisceaux ferroviaires de l'ancienne gare de Rouen / Orléans.

Le territoire d'emprise est également soumis à de fortes contraintes environnementales parmi lesquelles le risque d'inondation lié au débordement de la Seine et le risque technologique. Enfin, compte tenu du passé industriel de la zone d'étude, le site est potentiellement affecté par des phénomènes de pollution des sols principalement générés par les activités qui se sont succédées.

Dans ce site fortement contraint, le projet du groupement OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP a été retenu au regard de sa capacité à répondre aux enjeux environnementaux, paysagers et de fonctionnement urbains du site. Le projet parvient ainsi à composer avec les principales contraintes environnementales.

La prise en compte des enjeux environnementaux dans la définition de l'opération d'aménagement, est détaillée dans le tableau ci-contre.

Tableau 5 : Parti environnemental retenu à l'issue des études de définition

Préservation des ressources naturelles	**La préservation de la biodiversité**	Le maintien et le rétablissement des conditions favorisant la biodiversité passent dans le parti d'aménagement par la création d'une trame verte composée de grandes pièces paysagères reliées les unes aux autres et permettant la circulation et les échanges d'espèces. Les éléments de composition de la trame verte sont ainsi successivement représentés par : la presqu'île Rollet reboisée, des mails plantés auxquels sont associés une série d'espaces verts ouverts (pelouses, axe vert et bleu, …), un vaste parc urbain situé de part et d'autre du faisceau ferré et des percées vertes transversales aménagées de part et d'autre du viaduc et des mails systématiquement plantés à l'intérieur du quartier.
	Le recyclage et la gestion économe des matériaux	La présence possible de terres impactées sur le site impose une gestion adaptée des sols. Le projet propose de tirer parti de la valorisation locale sur site ou à proximité des déblais / remblais pour traiter des questions de pollution des sols. Tout en assurant la maîtrise des risques sanitaires, le projet prévoit ainsi de transférer une première partie des terres excavées vers la presqu'île Rollet en vue de son reboisement et une seconde partie sous les futurs aménagements publics.
	La gestion de la ressource en eau	En matière de gestion des eaux pluviales, le parti d'aménagement s'appuie entre autre sur la réalisation d'une succession de bassins en eau et paysagers (axe vert et bleu) assurant la régulation des eaux de la majeure partie du quartier avant rejet dans la Seine. Les eaux pluviales des secteurs non raccordés sur l'axe vert et bleu seront régulées et raccordées sur les réseaux existants.
Maîtrise des risques majeurs et des impacts sanitaires	**L'atténuation de l'exposition aux nuisances acoustiques**	Le parti d'aménagement repose sur la mise en œuvre de dispositions permettant d'atténuer les nuisances occasionnées par les grandes infrastructures routières et ferroviaires qui traversent le site. Elles concernent 3 niveaux d'actions : • Une action sur le choix de l'affectation des usages des constructions. A ce titre, les îlots localisés de part et d'autre du viaduc sont exclusivement destinés au développement d'activités économiques ; • Une action sur l'implantation des bâtiments d'habitats. Le principe de continuité bâtie retenu à ce stade du projet permet la création de cœurs d'îlots apaisés ; La mise en œuvre de dispositifs de protection appropriés aux enjeux.
	La gestion des terres impactées	La question des terres impactées est notamment traitée par la mise en œuvre de solutions de traitement in-situ (rendues possibles par le calendrier du projet) et d'un nivellement étudié du site permettant de réduire leur impact sanitaire. Alternative à des solutions de dépollution des sols coûteuses, il est notamment proposé, chaque fois que c'est possible, de confiner les terres impactées sous une couverture minérale ou naturelle au sein du quartier.
	La maîtrise du risque d'inondation	En matière de gestion du risque d'inondation, la construction de l'axe vert et bleu, et notamment des bassins en eau, permettra de compenser les aménagements projetés sur le site en dégageant des volumes supplémentaires par rapport à l'état actuel. Le calage des niveaux de RDC dans les secteurs inondables sera conforme aux prescriptions du PPRI.
	La lutte contre les émissions de Gaz à Effet de Serre	La lutte contre les émissions de gaz à effet de serre se traduit dès la phase de réalisation des travaux de construction du projet par une volonté de valorisation des matériaux présents sur le site pour limiter les flux liés à leur transport (évacuation ou apport de matériaux de substitution). Par ailleurs, le quartier est conçu sur un principe d'intensification urbaine et de mixité fonctionnelle. Le parti d'aménagement intègre également la réalisation de circulations douces et la mise en place de moyens de transport collectifs performants. A ce titre, dans le projet retenu, la création d'un axe structurant de transport en commun au droit de l'avenue Jean Rondeaux et d'une ligne de maillage, en échange avec cet axe à créer, passant dans le cœur du quartier, est envisagée. Le stationnement est quant à lui adapté à la typologie des constructions proposées, à la topographie du site ou encore à la nature des pollutions et tend vers une limitation de l'offre au bénéfice d'une mobilité durable. La combinaison de ces mesures vise entre autre une diminution de l'usage de la voiture participant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.
Intégration paysagère	**La préservation du patrimoine industrialo-portuaire**	Il est prévu de préserver la dimension portuaire du site par un traitement qualitatif des quais, dominés par un univers minéral. La conservation des espaces non bâtis en bord de Seine, des hangars existants à reconvertir, la création de rails enherbés et d'un mail planté parallèle à la Seine participent à conforter l'identité portuaire du quartier.
	La continuité avec les quartiers adjacents	Au contact des quartiers existants de Rouen et du Petit-Quevilly, les formes urbaines proposées assurent une transition progressive avec le bâti existant. Une continuité viaire est également privilégiée facilitant le franchissement des infrastructures et favorisant ainsi les échanges d'un quartier à l'autre.

2/ *On précisera qu'au stade des études de définition, le parti d'aménagement reposait sur des principes (intitulés « intentions d'aménagement ») qui étaient susceptibles d'avoir plusieurs traductions spatiales.*

5.3 Description des aménagements réalisés en Bords de Seine

Cette partie concerne uniquement les aménagements qui ont été réalisés au niveau des Bords de Seine et de la Presqu'île Rollet. On rappellera que la tranche 2 de la seconde phase d'aménagement qui porte sur la finalisation de la presqu'île Rollet n'a pour le moment pas encore été entamée et qu'elle fait l'objet de la présente demande d'autorisation.

Pour plus de précisions au sujet de la finalisation des travaux au droit de la presqu'île Rollet, on se référera à l'étude d'impact de l'aménagement des Bords de Seine (annexe 5) et à la description faite dans la partie 5.4.1 du présent dossier.

5.3.1 Présentation des quais Bords de Seine et de la Presqu'île Rollet

Compte tenu du projet retenu et du processus suivi pour sa mise en œuvre, la réalisation des travaux d'aménagement des Bords de Seine ont été divisée en plusieurs tranches :

- Une phase préalable de travaux (phase 1) débutée en 2010, a concerné l'aménagement de la SMAC (Scènes de Musiques Actuelles) et de ses abords.

  Ce projet a consisté à réaliser un parking pour véhicules légers d'environ 330 places, un parking pour les deux roues de 100 places abritées, 3 places pour les bus et des voies de circulations en sens unique. Un accès au parking a été créé depuis le boulevard Jean Béthencourt. Des accès piétons ont par ailleurs été créés depuis les quais (création de ponceaux au-dessus des noues) et le boulevard Béthencourt (pour assurer une liaison avec le futur éco-quartier).

- La première tranche de travaux de la seconde phase a été finalisée pour accueillir l'Armada 2013. Elle a concerné
  - L'aménagement des quais entre le pont Guillaume le Conquérant et la Presqu'île Rollet :

    Sur ce secteur, les aménagements ont été réalisés dans le but de sauvegarder et de valoriser les infrastructures les plus intéressantes tout en cherchant à les intégrer à l'aménagement futur de l'éco-quartier sur la base d'un traitement urbain et contemporain. Ainsi, cet aménagement des Bords de Seine intègre une part des matériaux bruts existants (béton, peint ou non, asphalte…) et d'anciennes portions du réseau ferré incrustées dans les sols ou dans des lanières jardinées évoquant l'esprit de la friche. Sur le plan des usages, les quais constituent le lieu idéal pour la promenade et l'organisation de manifestations, régulières ou éphémères. Ouvert, avec de grands dégagements, c'est un espace dévolu aux loisirs et aux manifestations de plein air faisant écho à ceux de la rive droite.

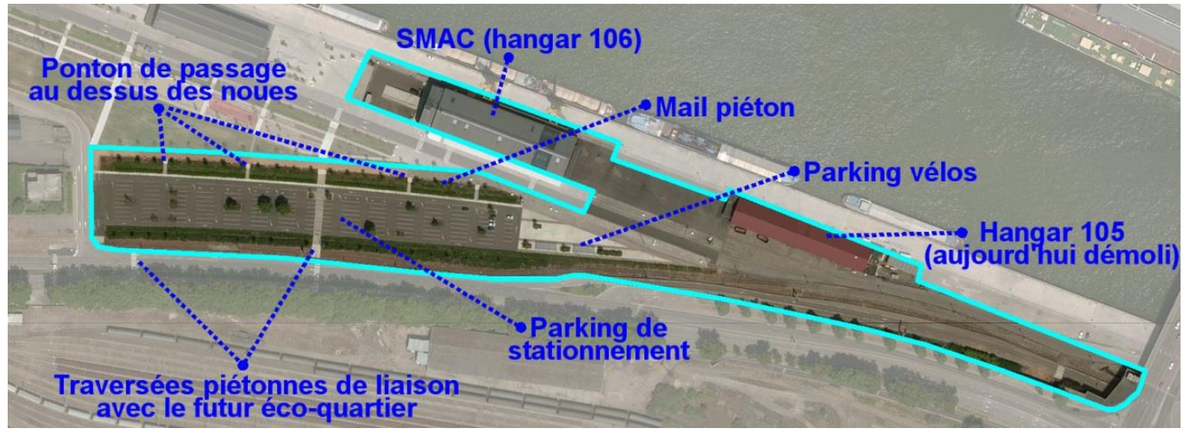
  - L'aménagement de la partie Nord de la Presqu'île Rollet et de la pointe :

    Les quais se prolongent jusqu'à la pointe de la Presqu'île Rollet. Cet espace est bordé par la Seine au Nord et constitué : des jardins dits laboratoires écologiques ou jardins impressionnistes et de la butte forestière développée au centre de la presqu'île. Sur le plan des usages, cet espace est destiné à la promenade et exclut la présence de véhicules motorisés à l'exception des services d'entretien, de la police et des services de secours. La butte constitue quant à elle un espace naturel inaccessible. La première tranche de réalisation des travaux d'aménagement des Bords de Seine a comporté une première phase de réalisation de la butte forestière envisagée sur la Presqu'île Rollet qui sera finalisée dans une seconde phase d'aménagement.

Les travaux d'aménagement des Bords de Seine et de la Presqu'île Rollet comprennent ainsi l'ensemble des ouvrages techniques nécessaires à leur fonctionnement et à leur intégration environnementale et paysagère.

A ce titre, ils comportent notamment l'ensemble des ouvrages de collecte, de régulation et de traitement des eaux pluviales nécessaires pour assurer une protection des milieux récepteurs vis-à-vis des risques de pollution. Ces ouvrages sont présentés dans la partie qui suit.

Schéma 23 : Etat actuel du parking de la SMAC et de ces abords (phase 1)



Traversées piétonnes

Parking de stationnement

Hangar 105 démoli

Schéma 24 : Etat actuel des quais Bords de Seine et de la presqu'île Rollet (phase 2 – tranche 1)

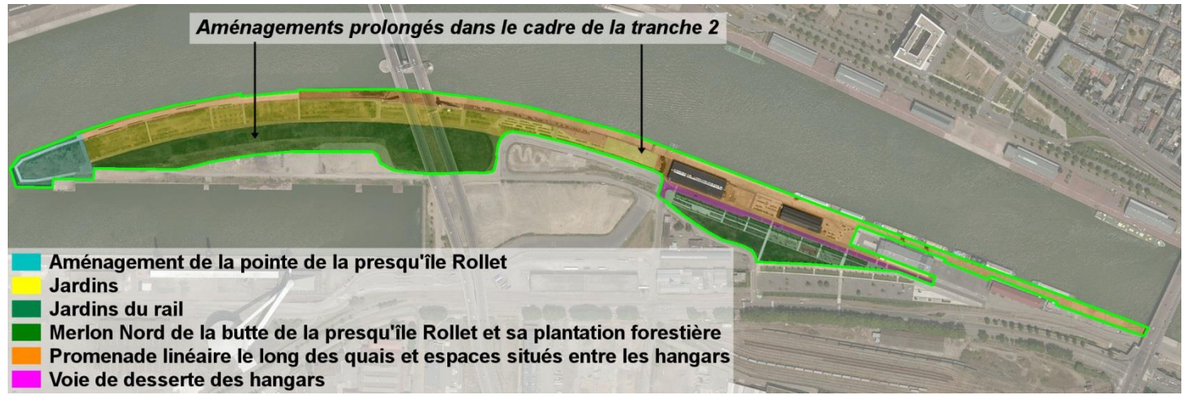


Schéma 25 : Projet d'aménagement des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet (Plan des travaux) (Equipe : OSTY - ATTICA - EGIS – BURGEAP)

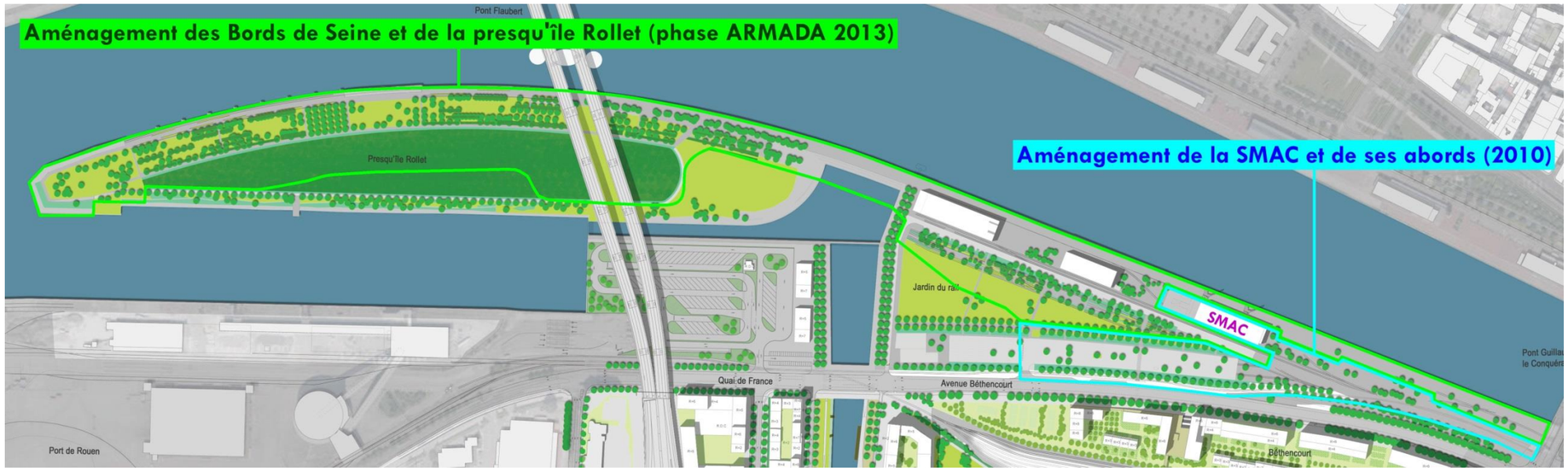
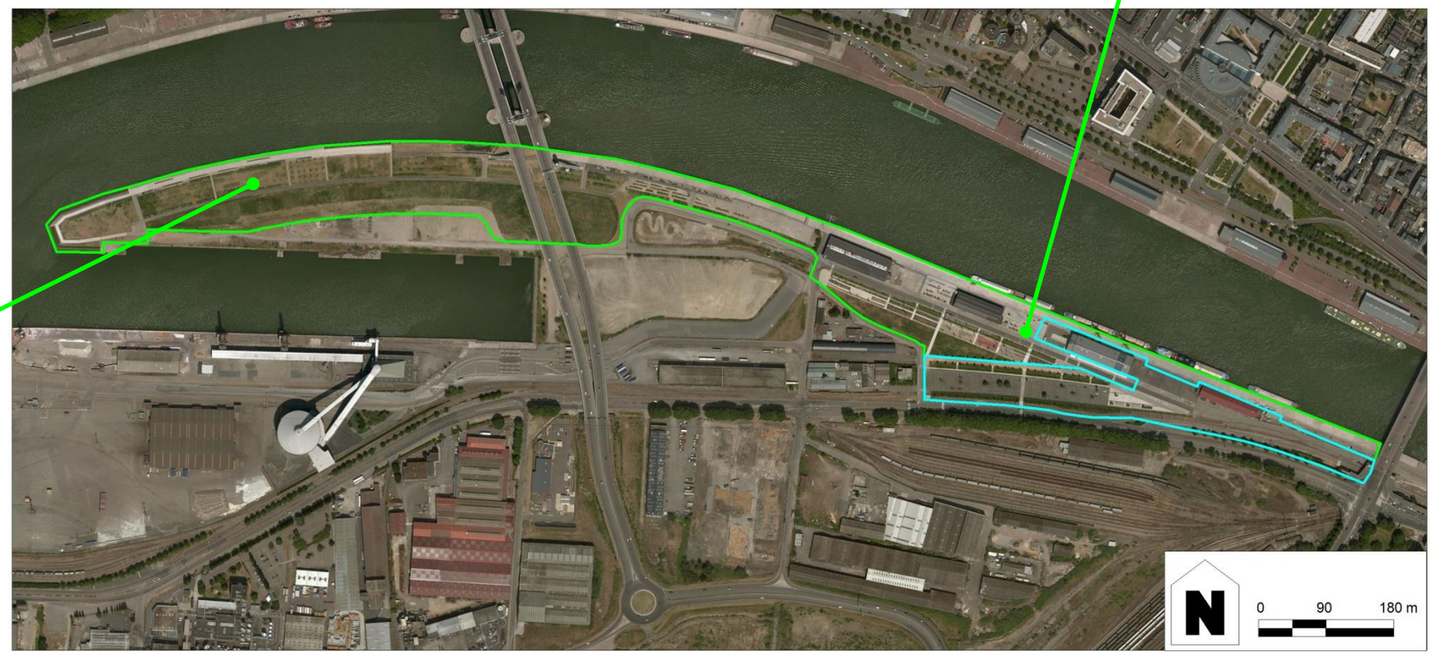


Schéma 26 : Vue aérienne des aménagements réalisés (source : bing)



5.3.2 Principes de gestion des eaux pluviales mis en place

En matière de gestion des eaux pluviales, les Bords de Seine étaient initialement assainis soit par des rejets de surface en Seine pour les terrains les plus proches (quais) soit par des réseaux courts reprenant des espaces cernés (arrière des bâtiments sur quais, presqu'île Rollet), soit par des réseaux plus importants reprenant le restant des zones et des secteurs amont.

Ces ouvrages étaient, pour partie, vétustes et ne comportaient pas de système de prétraitement des eaux hormis quelques décantations et siphonages des grilles et bouches d'engouffrement. Les ouvrages liés au Pont Flaubert ont quant à eux, leur propre système de gestion des eaux.

Globalement, ce qui avait été démontré dans le porter à connaissance de la phase 1 (parking de la SMAC) et dans le dossier Loi sur l'Eau de la phase 2 / Tranche 1 (bords de Seine et presqu'île Rollet), révélait que l'imperméabilisation de ce secteur n'est pas significativement supérieure à ce qu'elle était initialement, les aménagements envisagés concernant essentiellement la réhabilitation ou l'agrandissement des bâtiments existants.

Aussi pour ce qui concerne l'assainissement pluvial, il a été retenu de mettre en place les principes d'assainissement pluvial suivants :

- **Parking de la SMAC et ses abords :**
  - Maintien du mode de fonctionnement hydraulique initial au droit des abords de la SMAC (côté quais) avec un ruissellement direct vers la Seine ;
  - Création de deux noues enherbées de part et d'autre du nouveau parking pour assurer la collecte des eaux pluviales ruisselées sur la voirie ;
  - Tamponnement des eaux à même les noues grâce à un régulateur de débit positionné au niveau du point de raccordement sur le réseau existant ;
  - Aménagement des noues avec un fond plat pour une volumétrie totale de stockage d'environ 650 m³ (le volume à gérer lors d'une pluie d'occurrence centennale étant de 579 m³) ;
  - Rejet total à hauteur de 4 L/s (2 x 2 L/s) dans l'ovoïde existant qui passe sous le parking et qui se rejette en Seine ;

- **Bords de Seine et Presqu'île Rollet :**
  - Maintien du mode de fonctionnement hydraulique initial au droit des quais avec un ruissellement direct vers la Seine ;
  - A l'emplacement de la butte forestière, les eaux rejoignaient initialement la Seine soit par le biais de réseaux d'eaux pluviales existants soit par ruissellement direct. Aujourd'hui, la création de la butte forestière a eu pour effet d'augmenter artificiellement les pentes ce qui a pour effet d'accélérer les ruissellements et de créer potentiellement des dysfonctionnements au niveau des quais. Pour éviter ces désagréments potentiels, une noue de collecte a été aménagée en pied de butte pour intercepter les eaux. Cette noue achemine les eaux vers des grilles avaloirs qui ont été disposées au droit des canalisations pluviales existantes au niveau de la presqu'île.
  - Au niveau du jardin du rail, les eaux pluviales rejoignaient initialement le réseau sans stockage préalable. Le jardin du rail étant situé dans le prolongement du parking de la SMAC où des noues de stockage et de régulation avaient été mises en place dans le cadre de la phase 1, le maître d'ouvrage avait décidé à l'époque, d'y implanter une autre noue paysagère à vocation de stockage. De la même manière que pour les ouvrages du parking de la SMAC cette noue a été dimensionnée pour assurer une protection centennale et une régulation basée sur le ratio de 2 L/s/ha. Compte tenu de la surface à gérer, cette noue a été dimensionnée pour présenter un volume de rétention de 223 m³, avec un débit de fuite fixé à 2 L/s. La vidange de cet ouvrage se fait dans la noue existante du parking de la SMAC.

Schéma 27 : Principes d'assainissement pluvial mis en place au niveau des quais Bords de Seine

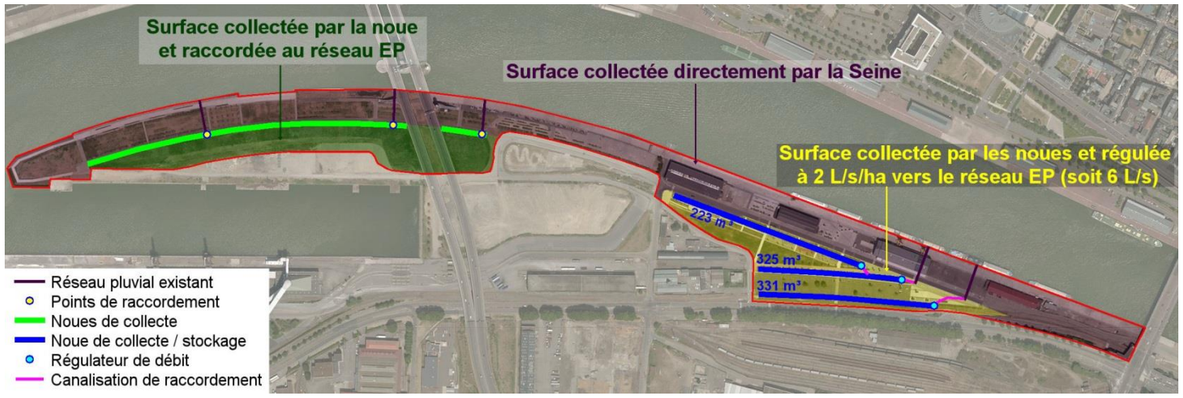
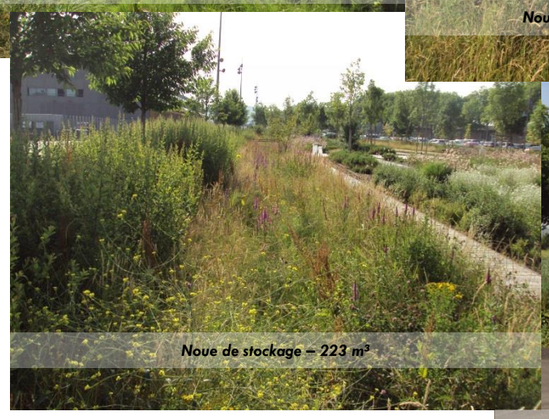


Photo 3 : Ouvrages d'assainissement aménagés en Bords de Seine

Noue de stockage – 325 m³

Noue de collecte en pied de butte forestière



Noue de stockage – 223 m³

Noue de stockage – 331 m³

5.3.3 Prise en compte du risque d'inondation dans les aménagements

Dans le cadre de la première phase d'aménagement des Bords de Seine, il avait été retenu de ne pas mettre en place de remblais au droit du parking de la SMAC pour ainsi éviter d'engendrer des incidences sur le champ d'expansion de crue de la Seine. En dehors des noues réalisées en déblais, l'ensemble du projet a donc été réalisé au niveau du terrain naturel.

En 2011, dans le cadre de la première tranche de travaux qui portait sur la seconde phase d'aménagement des Bords de Seine, la majeure partie du projet a également été réalisé au niveau du terrain naturel (quais, jardin du rail, promenade le long des quais, jardins de la presqu'île Rollet). En revanche, la création d'une butte forestière au droit de la presqu'île Rollet devait être prise en compte dans les incidences sur le champ d'expansion de crue de la Seine.

Aussi, dans le cadre du dispositif de concertation « comité hydraulique » mis en place en partenariat avec la Police de l'Eau tout au long de la conception du projet, il est apparu que la réalisation d'une modélisation hydraulique était indispensable à la définition fine des impacts du projet notamment du point de vue de la dynamique des écoulements de la Seine.

A la demande du maître d'ouvrage, DHI a donc créé une modèle hydraulique visant à caractériser l'impact du projet d'aménagement des Bords de Seine sur le fleuve, sur la base des modifications topographiques localisées ci-contre et des modifications sur la section de la Seine identifiées ci-dessous.

Les résultats de cette modélisation ont permis de mettre en évidence que les modifications topographiques réalisées au droit du projet des Bords de Seine n'auraient pas d'incidence sur la ligne d'eau de la Seine en cas de crue exceptionnelle.

Les mesures (décaissement des terrains au niveau du parking poids lourds) qui ont été mises en place pour compenser la soustraction de volume d'expansion de crue engendrée par création de la butte forestière, jouent par ailleurs bien le rôle attendu et permettent de ne pas dégrader la situation après aménagement. Les hauteurs d'eau constatées ainsi que l'étendue de la zone inondable après aménagement n'ont en effet pas été modifiées de manière significative.

Le tableau ci-dessous issu de la modélisation de DHI, permet de comparer la situation initiale (en 2011 avant travaux) à la situation actuelle qui a été réalisée à partir des relevés de topographiques de mars 2015.

Tableau 6 : Résultats de la modélisation pour les travaux réalisés sur la tranche 1 de la phase 2

Point 1 (Pont G. le Conquérant)		Point 2 (Pont G. Flaubert)		Point 3 (sortie du bassin aux Bois)		Point 4 (1,3 km à l'aval)	
Côte avant travaux	*Côte après travaux*	*Côte avant travaux*	*Côte après travaux*	*Côte avant travaux*	*Côte après travaux*	*Côte avant travaux*	*Côte après travaux*
5.709	5.70	5.685	5.68	5.620	5.61	5.570	5.57

Schéma 28 : Aménagement réalisés au niveau des quais dans le cadre de la tranche 1 de la phase 2

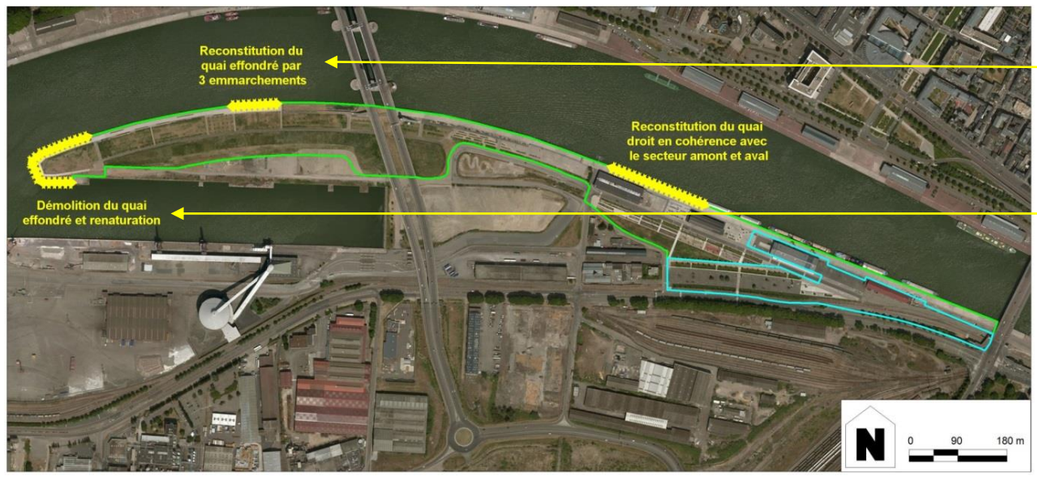


Schéma 29 : Modélisation des quais Bords de Seine et de la presqu'île Rollet en 2011

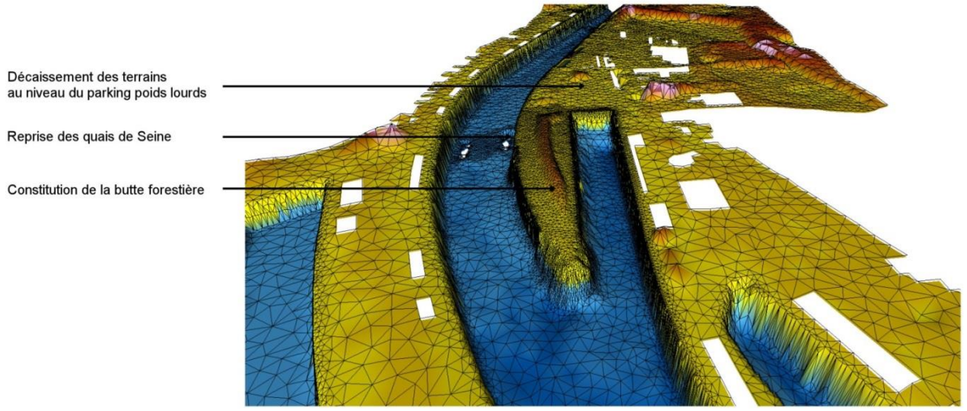
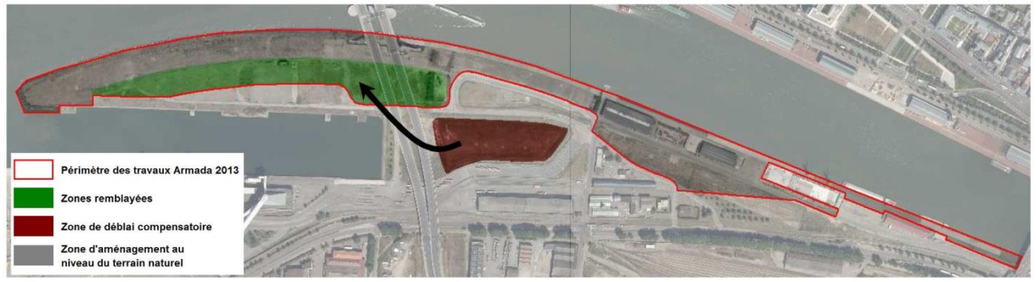


Schéma 30 : Localisation des zones de remblais et de déblais réalisées en 2011



5.4 Présentation de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert

5.4.1 Finalisation des travaux sur la presqu'île Rollet

Dans la continuité de la partie précédente relative aux aménagements réalisés en Bords de Seine, et en préambule de la présentation de l'opération d'aménagement d'éco-quartier Flaubert, il convient de décrire le reste des travaux qui doivent être réalisés au droit de la presqu'île Rollet et notamment sur les berges du bassin aux Bois.

Pour rappel, il s'agit de la tranche 2 de la seconde phase d'aménagement des Bords de Seine qui fait donc suite aux travaux réalisés dans le cadre de l'Armada 2013 sur la partie Nord de la presqu'île. Ce secteur de l'ordre de 3 ha, repose sur :

- La finalisation de la butte forestière ;
- L'aménagement d'une prairie fleurie ;
- Le réaménagement des quais du bassin aux Bois.

5.4.1.1 Butte forestière de la presqu'île Rollet et prairie fleurie

Comme cela avait été présenté dans l'étude d'impact des Bords de Seine de 2011, la transition entre l'espace minéral des hangars et l'espace plus naturel de la presqu'île Rollet est assurée par le jardin des friches qui est un jardin conceptuel où la végétation prends place dans les espaces libres laissés entre les dalles bétons qui constituent les quais. Aussi, dans cette logique, l'espace localisé sous le Pont Flaubert (partie Est de la presqu'île Rollet) sera, quant à lui, pour des raisons techniques, agrémenté d'une prairie fleurie.

Pour la butte forestière, les travaux restant à réaliser seront basés sur les mêmes principes que sur la partie Nord.

Cette butte sera boisée selon la technique en futaie équienne qui permet la plantation d'arbres en tenant compte de la nature du sol forestier qui sera mis en place et du dispositif de stockage des terres impactées par les polluants. Ainsi, le choix des essences permet de composer un boisement diversifié, arbres de haut-jet (exploitables à terme, les chênes par exemple), arbres de deuxième et troisième grandeur (merisier, frêne…), fourré et lisière.

La futaie équienne consiste à la plantation de sujet de même taille (même âge), en jeunes plants, afin d'obtenir dès la première année une couverture homogène et continue pour établir un jeune boisement sur toute la surface dans un sol peu profond (de 0,30m d'épaisseur). La forte densité de plantation permet d'établir une dynamique de végétation limitant les charges de gestion. La végétation s'élèvera de manière régulière et d'autant plus rapidement que la densité sera forte.

Tout comme les jardins impressionnistes développés sur la partie Nord de la presqu'île, la réalisation de la butte forestière contribue à augmenter localement la biodiversité et créer une « niche écologique » qui pourra potentiellement se diffuser aux alentours sur le territoire, notamment en ce qui concerne l'avifaune. Cette technique implique d'une part, la réalisation d'un fossé ouvert sur tout le pourtour du boisement qui permet de collecter les eaux de ruissellement et d'autre part, la pose d'une clôture forestière permettant sa protection durant les quinze premières années, période à l'issue de laquelle le boisement pourrait être ouvert au public.

La sélection des essences forestières est adaptée à un sol argilo-limoneux (type limon des plateaux) et s'accommode d'un sol peu profond (premier horizon) et d'un sous-sol constitué des terres faiblement impactées (deuxième horizon). La « plantation expéditive » consiste à l'installation successive des différentes strates qui composent le peuplement forestier, arbres de première, deuxième et troisième grandeur, avec le fourré et la lisière. La plantation se réalise au « coup de pioche » et de manière aléatoire de sorte d'obtenir un peuplement « naturel » sans ordre et sans alignement, sans protection « pied à pied », le boisement est fermé par une clôture forestière qui le préserve des ravageurs et du piétinement. Pour améliorer les conditions de reprise, une couverture enherbée composée de légumineuses (qui apportent de l'azote) et d'herbes est mise en place à l'issue de la plantation.

Cette technique implique un mode de gestion spécial qui consiste essentiellement à contrôler l'évolution du peuplement sans pour autant avoir à réaliser de dépressage, ainsi le coût de gestion est minimisé. La forte densité de plantation (environ 3 unités par m²) favorise l'installation du boisement. Le fait que les plants soient serrés entraine une élévation rapide des tiges, et sous l'effet de la concurrence, les plus fortes d'entre elles finiront par dominer pour former la futaie.

A terme, soit entre 80 à 120 ans, le boisement pourra faire l'objet d'un plan de gestion permettant de renouveler le peuplement et passer de la futaie au taillis pour reconduire un nouveau cycle.

Les illustrations ci-contre indiquent les essences sélectionnées pour chacune des strates arborées de la butte.

Schéma 31 : Tranche 2 des travaux réalisés sur la presqu'île Rollet

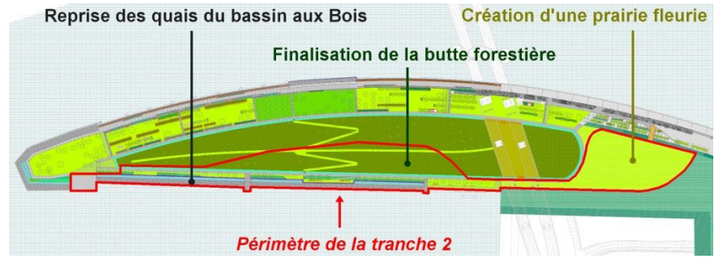
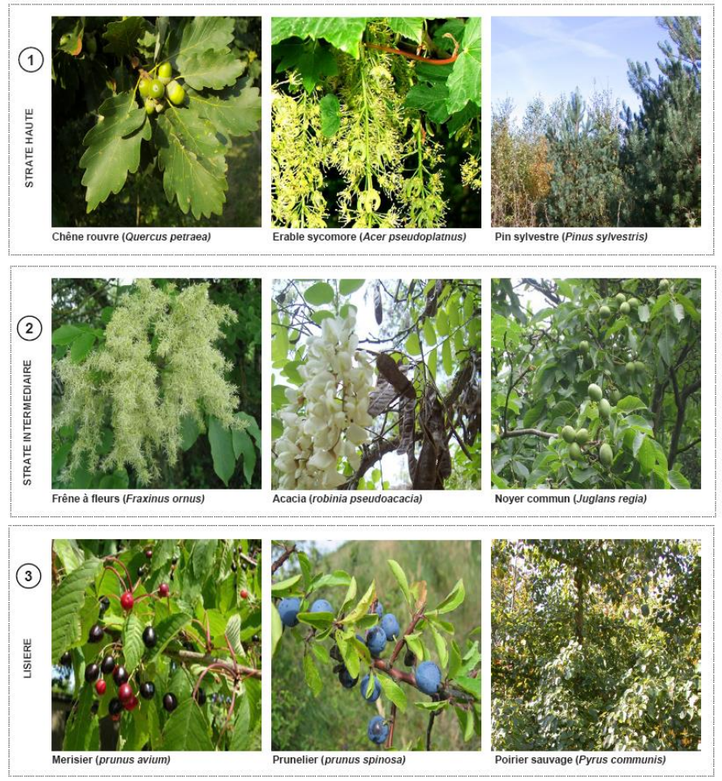


Photo 4 : Essences végétales développées sur la butte forestière



5.4.1.2 Réaménagement des quais du bassin aux Bois

Dans le cadre de la finalisation des travaux sur la presqu'île Rollet, le maître d'ouvrage prévoit de reprendre les quais du bassin aux Bois, dans la continuité de ce qui avait été entamé au Nord et à l'extrémité Ouest sur les quais de Seine. Ces quais sont actuellement constitués :

- D'un quai maçonné (béton) sur la totalité du linéaire, soit environ 580 m, qui arrive jusqu'au niveau du terrain naturel ;
- De 3 estacades avec piliers en bois et plateforme béton qui sont présents ponctuellement, sur au total sur un linéaire cumulé d'environ 35 m.

Au niveau de ces quais, le projet prévoit globalement trois grandes interventions (on se référera en parallèle aux vues en coupe présentées page suivante) :

- ***Réaménagement des quais sur les 500 premiers mètres à l'Ouest :***

  Sur la majeure partie du linéaire des quais du bassin aux Bois, il est prévu la mise en place de gabions qui permettront d'adoucir la pente des berges et de créer plusieurs niveaux d'observation en fonction de la hauteur d'eau dans le bassin (variations liées aux marées).

  La structure des quais sur ce tronçon sera globalement la suivante (du pied de berge jusqu'au terrain naturel) :

  - Complément d'enrochements en pied de quais ;
  - Sur une largeur de 5,5 m par rapport au quai existant : matelas gabions fixé sur le rideau de palplanche ou lierne béton existant par agrafe métal et fixation mécanique avec une pente de 20 à 35 % selon les secteurs ;
  - Sur une largeur de 4 m : poches géotextiles et terre végétale pour permettre la plantation de végétaux à partir de 3.20 m NGF ce qui permettra d'assurer un maintien en eau assez régulier pour ce type de plantes (le niveau de la Seine étant 35 % du temps supérieur à 2.62 m NGF) ;
  - Création d'un muret en gabions large de 1 m sur une hauteur d'un mètre.

  La partie supérieure au muret gabions sera soit occupée par de la prairie rase, soit par un cheminement piéton ou alors par une haie arborée.

- ***Rénovation des quais sur les 100 derniers mètres à l'Est :***

  Sur les 100 mètres restants à l'Est des quais, il est prévu de conserver le même type de quais que ce qui est actuellement existant, à savoir un mur maçonné en structure béton.

  La rénovation de ce linéaire de quais consistera à réaliser un nettoyage haute pression, une ouverture des joints puis effectuer une reprise avec du mortier de ciment. De la même manière que pour les 500 mètres décrits précédemment, le projet prévoit de réaliser un complément d'enrochements jusqu'au niveau haut de la palplanche existante.

  Entre la partie supérieure des quais et le cheminement piéton qui longe la butte forestière, il est prévu d'aménager des pavés enherbés et une prairie rase dans la continuité du linéaire végétalisé.

- ***Reprise des estacades :***

  En préambule, on précisera que les estacades existantes et projetées sont posées sur pilotis et qu'elles ne forment pas un barrage à l'écoulement des eaux. Ces installations ne sont donc pas visées par la rubrique 3.1.1.0 de la Loi sur l'Eau (cf. 5.5.2).

  La première estacade située à l'Ouest sera conservée en l'état et sécurisée (cf. vue en coupe B ci-après). Etant donné que le projet vient « adoucir » la pente des quais, le maître d'ouvrage prévoit toutefois de la prolonger jusqu'au niveau de l'allée piétonne. La seconde sera détruite et reconstruite intégralement en lieu et place de l'existante. Enfin, celle qui est présente à l'extrémité Est du bassin aux Bois (visible en premier plan sur la photo (ci-contre), sera totalement supprimée et non remplacée.

Photo 5 : Photo de l'état actuel des quais du bassin aux Bois (photo 2011 avant tranche 1)

Schéma 32 : Travaux réalisés au niveau des quais du bassin aux Bois

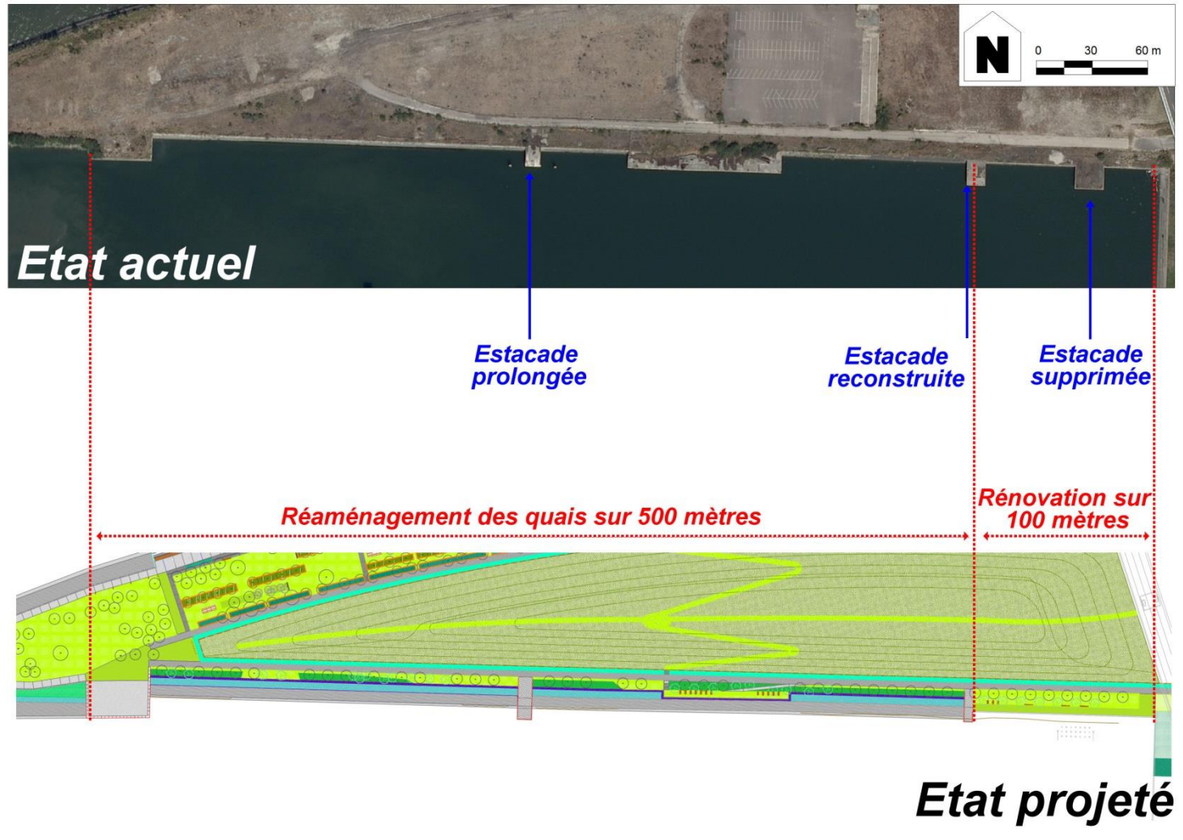
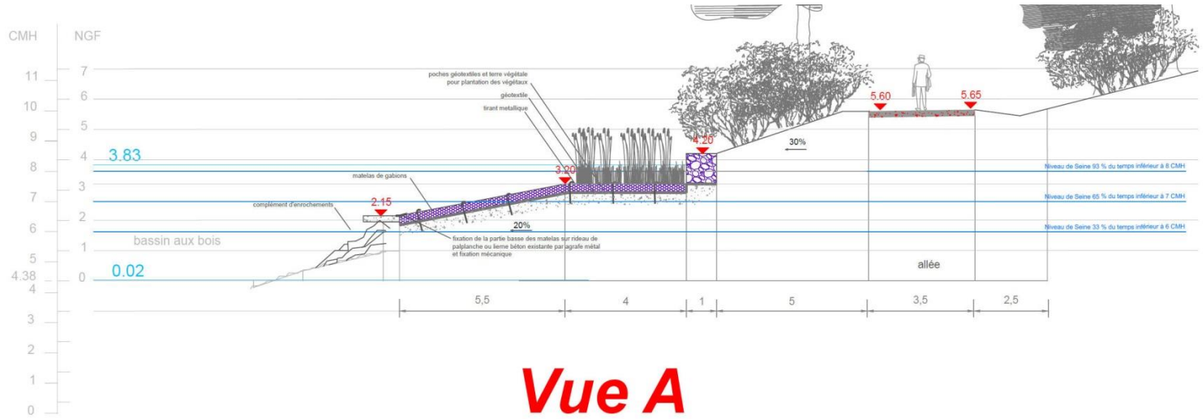
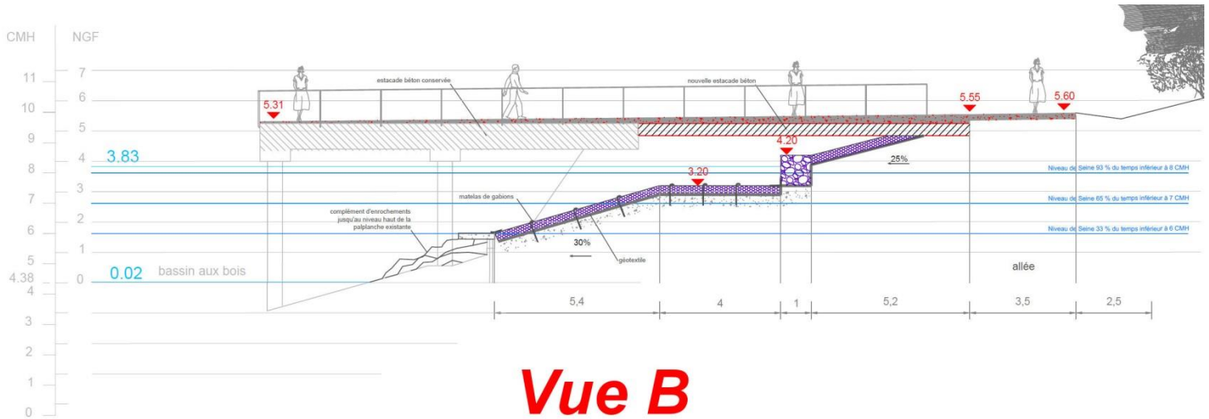


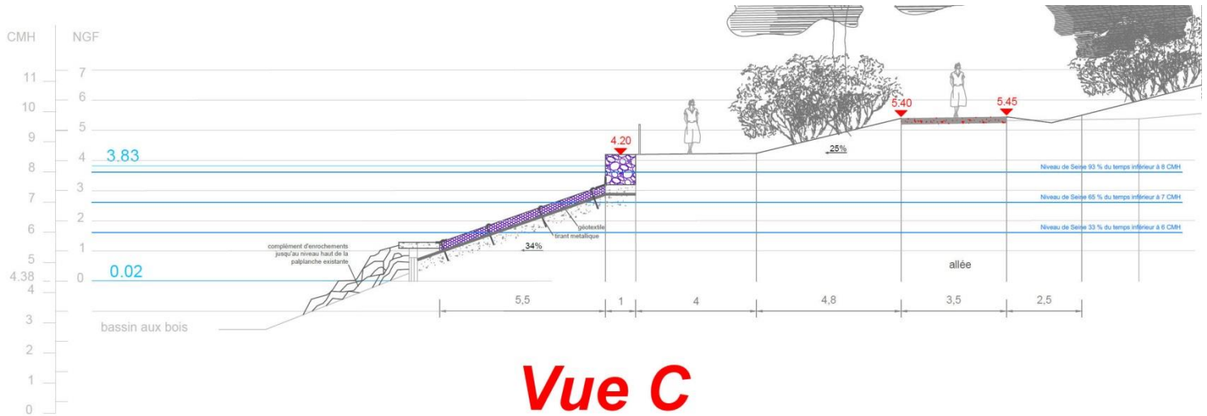
Schéma 33 : Vues en coupe projetées des quais du bassin aux Bois



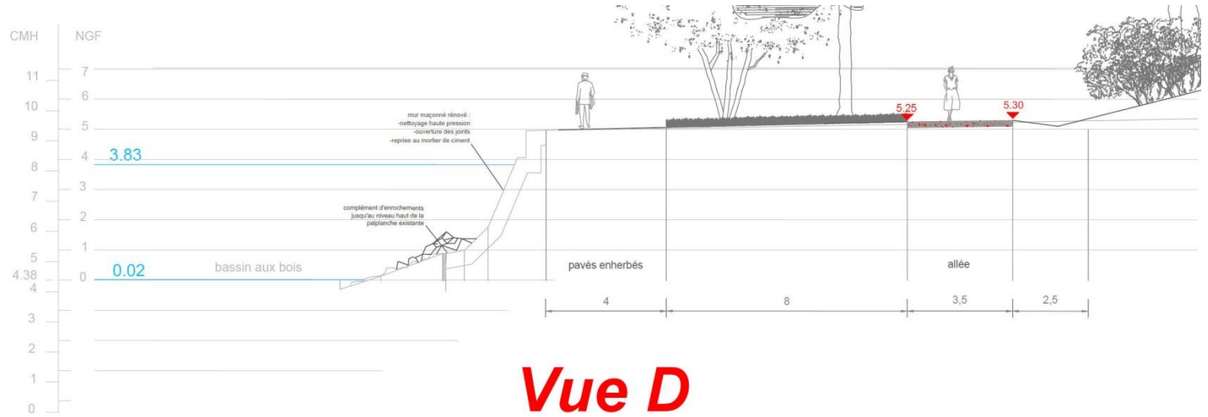
Vue A



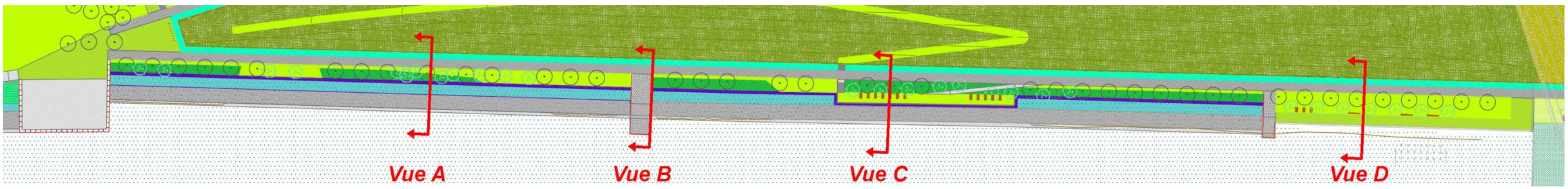
Vue B



Vue C



Vue D



5.4.2 Principes d'aménagement du projet de ZAC éco-quartier Flaubert

Cette partie présente le projet de ZAC éco-quartier Flaubert qui sera réalisé dans la continuité des travaux nécessaires à la finalisation de la presqu'île Rollet (cf. partie 5.4.1). Pour plus de précisions au sujet des aménagements envisagés dans le cadre de ce projet de ZAC (autres que ceux liés à l'eau et aux milieux aquatiques), on se référera à l'étude d'impact du dossier de création de ZAC fournie en annexe du présent dossier Loi sur l'Eau (cf. annexe 6).

5.4.2.1 *Intentions d'aménagement du projet au stade du dossier Loi sur l'Eau*

Les orientations d'aménagement qui sont retenues au stade de la rédaction du dossier Loi sur l'Eau sont fondées sur le plan masse indicatif ci-contre réalisé à l'échelle de l'ensemble de l'éco-quartier Flaubert.

Les ambitions du projet comprennent une dimension environnementale forte en cohérence avec les ambitions de l'éco-communauté portées par la Métropole.

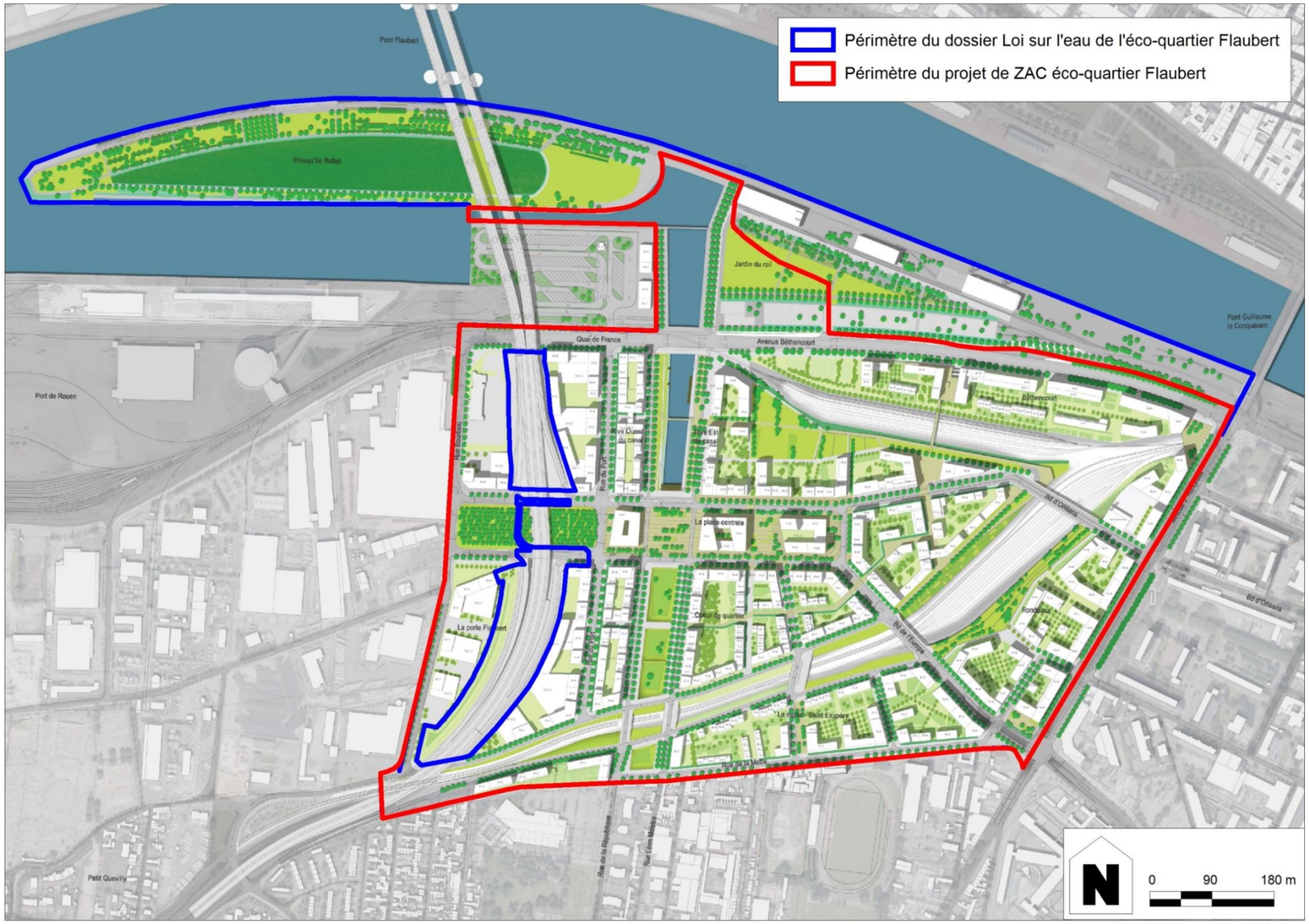
Ce souci d'intégration environnementale du projet se décline en 7 axes stratégiques de développement durable, à savoir :

1. **Intégrer pleinement le quartier à son environnement urbain :** faciliter les échanges et assurer la mixité fonctionnelle, sociale et générationnelle
2. **Créer des conditions favorables aux déplacements alternatifs et durables pour favoriser l'éco-mobilité**
3. **Créer des conditions de vie agréables pour tous :** réduire les nuisances sonores et adapter les usages du site à son passé industriel et son environnement portuaire
4. **Atteindre la sobriété énergétique :** réduire les besoins en énergie et leurs impacts environnementaux, sociaux et économiques à l'échelle du quartier et du bâti
5. **Améliorer la biodiversité ordinaire et remarquable et introduire la nature au cœur de la Ville**
6. **Valoriser la situation du site en bordure de Seine :** tirer parti de la forte présence de l'eau sur le site tout en anticipant les évolutions futures liées aux changements climatiques
7. **Faire participer la population et les acteurs du territoire dès l'amont du projet et tout au long de sa mise en œuvre**

En se basant sur les intentions d'aménagement qui étaient affirmées dans le dossier de création de ZAC approuvé par délibération communautaire du 23 juin 2014, les points suivants précisent les principes retenus pour le développement du projet à ce stade de conception AVP.

Ils reposent sur les travaux de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine qui ont permis la consolidation du projet et la constitution du plan masse indicatif de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert.

Schéma 34 : Plan masse indicatif[3] du projet global incluant la ZAC éco-quartier Flaubert



3/ *Plan masse indicatif au stade du dossier Loi sur l'Eau - Groupement de maitrise d'œuvre urbaine OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP - Octobre 2014*

5.4.2.2 *Eléments de programmation*

Au stade du dossier Loi sur l'Eau, la programmation de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert, initialement envisagée au stade du dossier de création de ZAC, a été consolidée en se basant sur une définition plus précise de la répartition des emprises au sein du périmètre de ZAC et en recherchant une programmation optimisée, en termes d'intensité et de mixité, cohérente avec la situation du projet au cœur de la Métropole et ses ambitions de développement durable.

Le projet de ZAC éco-quartier Flaubert dont l'emprise totale s'étend sur environ 68 ha comprend :

- Les emprises des faisceaux ferroviaires préservés : ≈ 9 ha ;
- Les emprises dédiées à la réalisation des assises du projet des accès définitifs au pont Flaubert en rive gauche de la Seine (projet porté par la DREAL Haute-Normandie hors dossier Loi sur l'Eau) : ≈ 4 ha ;
- L'emprise du site de la Direction des Routes Nord-Ouest (DIRNO) existant et maintenu dans le cadre du projet : ≈ 1 ha ;
- Les emprises propres à l'opération d'aménagement : ≈ 54 ha. A ce stade du dossier Loi sur l'Eau, la programmation envisagée pour cette opération repose sur une répartition équilibrée entre les espaces cessibles (50 %) et les espaces publics (50 %).

Au regard d'une analyse plus fine des emprises de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert, la constructibilité du projet se répartit sur une surface cessible estimée à 23 ha (au stade du dossier Loi sur l'Eau).

Schéma 35 : Principes de répartition des usages au sein du projet

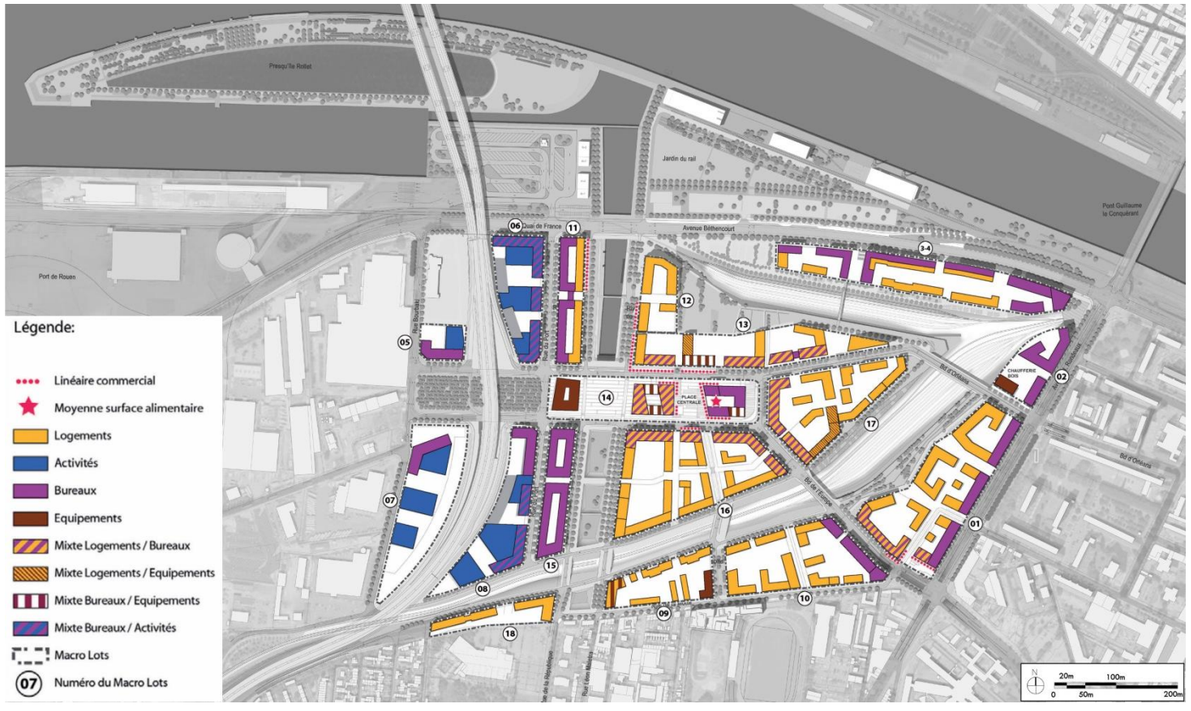


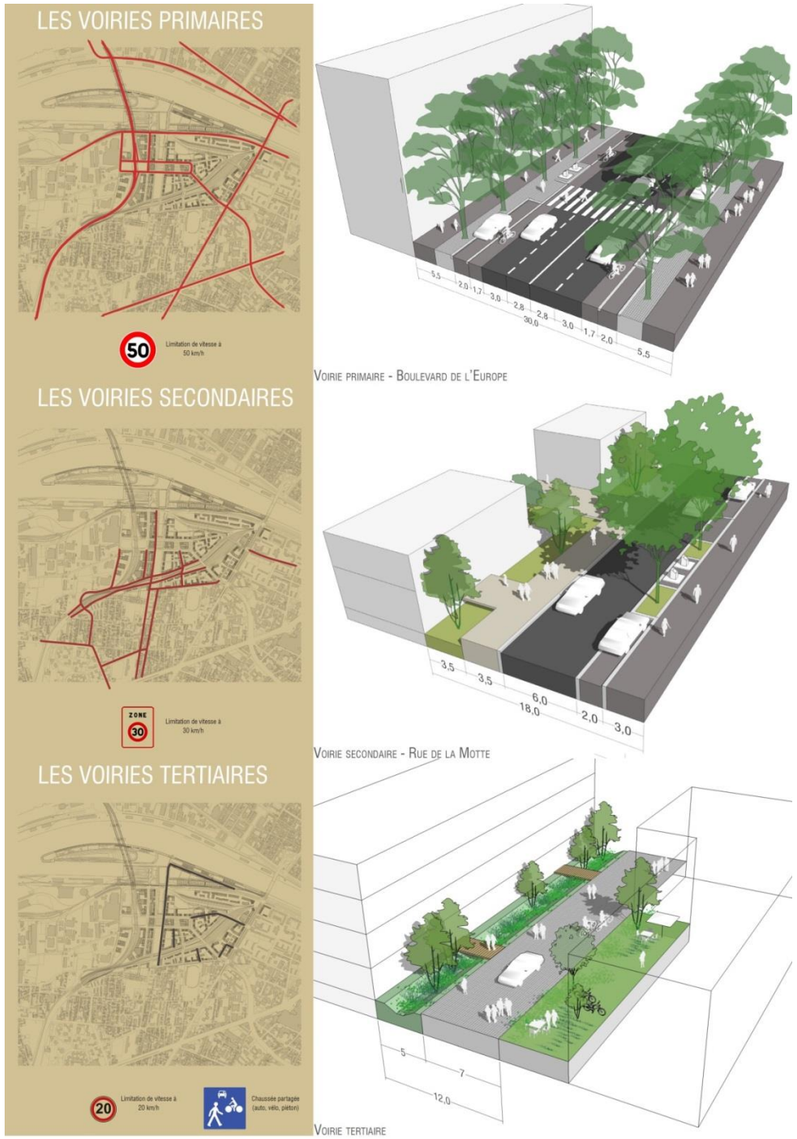
Schéma 36 : Répartition des espaces au sein de la ZAC éco-quartier Flaubert

La répartition spatiale du programme retenu au stade de la réalisation de la ZAC et l'organisation de la plurifonctionnalité du projet à l'échelle des macro-lots sont reportés sur le schéma ci-contre.

Concernant la mixité des usages dans le secteur Est du projet (secteur plurifonctionnel identifié au stade de la création de ZAC), les compléments apportés par la maîtrise d'œuvre urbaine à ce stade détaillent les principes d'organisation retenus qui visent principalement à répartir les logements résidentiels dans les zones où les nuisances (notamment sonores) seront les moins importantes.

5.4.2.3 Maillage viaire et éco-mobilité

Schéma 37 : Identification et coupe de principe des différents niveaux de voiries au sein de l'éco-quartier Flaubert (OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP)



VOIRIE PRIMAIRE - BOULEVARD DE L'EUROPE

VOIRIE SECONDAIRE - RUE DE LA MOTTE

VOIRIE TERTIAIRE

Dans le cadre du projet d'éco-quartier Flaubert, les orientations d'aménagement relatives au maillage viaire et à l'éco-mobilité s'expriment à travers 4 grandes thématiques :

- ***AMENAGER des conditions optimales pour organiser les flux principaux***

  Les grands objectifs de l'éco-quartier Flaubert pour cette thématique, visent à définir l'organisation viaire optimale pour gérer les flux principaux tout en préservant le cadre de vie de qualité au sein du futur quartier et en prenant en compte l'insertion des flux sur le réseau viaire environnant. Aussi, afin d'assurer une organisation optimisée de la circulation routière, on retrouve au sein du projet :

  - L'anneau de distribution central qui assure une séparation des deux sens de circulation par un important espace public prévu au cœur du quartier ;
  - La partie Ouest de l'anneau, centrée sur les bretelles de la future liaison SUDIII / A150 via le pont Flaubert, qui assure une première distribution des flux et garantit la desserte poids-lourds (PL) de la zone industrialo-portuaire via le quai de France. Dans ce secteur la voirie est dimensionnée en proportion des flux affectés (y compris les PL) ;
  - La partie Est de l'anneau de distribution qui assure la diffusion des flux au sein du projet et qui se poursuit vers le Sud-Est sous la forme d'un barreau dans le prolongement du boulevard de l'Europe et en lien avec l'avenue Jean Rondeaux. Ce barreau présente une configuration urbaine favorisant son intégration au projet et des conditions de circulation maîtrisées.

- ***CREER un réseau viaire maillé et hiérarchisé***

  Cette thématique vise à garantir la cohérence du maillage viaire développé au sein du projet avec l'attribution fonctionnelle des voiries suivant une classification à 3 niveaux :

  - Voies de niveau 1 : Ces voies « primaires » regroupent les voiries hyper-structurantes et structurantes. Elles assurent principalement les fonctions de transit et/ou d'échange avec les grandes infrastructures routières (SUD III, pont Flaubert, boulevard Béthencourt, avenue Rondeaux et boulevard de l'Europe) ou le pôle industrialo-portuaire (quai de France). Limitées à 50 km/h, les voiries de niveau 1 insérées au sein du projet sont composées de 4 à 5 voies circulées, et bordées de larges trottoirs plantés.
  - Voies de niveau 2 : Ces voies « secondaire » concernent le réseau de desserte de quartier. En lien avec les quartiers alentours de Rouen et de Petit-Quevilly, et avec les infrastructures de niveau 1 qui se développent au sein du projet, ce maillage secondaire assure à la fois les échanges inter-quartiers et la desserte principale des équipements majeurs et des îlots au sein du projet. Limitées à 30 km/h, les voiries de niveau 2 insérées au sein du projet sont composées de 1 à 2 voies circulées, et bordées de larges trottoirs plantés.
  - Voies de niveau 3 : Ces voies « tertiaires » sont constituées des zones de rencontre. Il concerne le réseau de desserte de cœur d'îlot en lien avec les infrastructures de niveau 1 et 2. Limitées à 20 km/h, les voiries de niveau 3 insérées au sein du projet sont des voies apaisées qui offrent la priorité aux piétons et cyclistes (partage de l'espace). L'usage motorisé est uniquement réservé aux riverains.

- ***MUTUALISER les espaces de stationnement***

  La gestion du stationnement automobile à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert constitue un enjeu environnemental mais aussi économique important. A ce stade du projet, l'estimation prévisionnelle qui est faite en matière de stationnement est la suivante :

  - 300 places de stationnement publiques ;
  - 3 600 places réparties dans des parkings intégrés au bâti.

- ***ENCOURAGER les déplacements collectifs et alternatifs***

  Dans un souci de développement durable, les moyens de l'éco-mobilité au sein du quartier sont recherchés car elle traduit concrètement le principe de la Ville des courtes distances, favorable aux pratiques en modes doux (piétons, vélos, transports collectifs).

  Afin de favoriser l'utilisation des transports collectifs, il est envisagé qu'à l'intérieur de l'éco-quartier, le TC Est-Ouest prenne la configuration d'une ligne de transport en commun en site propre (TCSP). Le tracé retenu pour cette ligne passe par le cœur du site (espace public central / centre de mobilité) et permet de mettre à disposition des habitants et usagers un bus à haut niveau de service (BHNS) à moins de 350 m de chaque point du quartier. Les quartiers Sud (rue de la Motte) et Est bénéficient également du développement de l'Arc Nord-Sud, toujours à l'étude, et qui devrait également prendre la configuration d'un TCSP.

  Concernant les déplacements alternatifs, on notera d'une part que la création de plantations, d'alignements d'arbres et de jardins au cœur des îlot sera favorable à la circulation douce dans un cadre paysager de qualité, et d'autre part que les itinéraires piétons feront l'objet d'une protection sur la totalité des rues de l'éco-quartier (hormis uniquement pour des raisons d'emprises sur la section Nord de la rue Bourbaki).

5.4.2.4 *Trame verte et bleue au sein de la structure urbaine*

Les orientations d'aménagement relatives à la structure urbaine du projet se traduisent au travers de 5 grandes thématiques :

- ASSURER la couture urbaine avec les quartiers constitués ;
- AMENAGER des espaces publics structurants et de qualité ;
- DEFINIR un cadre bâti en alignement sur rue (et cohérent avec les enjeux urbains du projet) ;
- OPTIMISER la localisation des activités économiques ;
- TRAITER l'interface avec les voies ferrées.

Ces grandes thématiques sont traitées plus en détails dans l'étude d'impact du dossier de création de ZAC de l'éco-quartier Flaubert (annexe 6) et seront actualisées dans le cadre du dossier de réalisation à venir. Dans le cadre du dossier Loi sur l'Eau, il peut néanmoins être intéressant de présenter le travail réalisé par l'équipe de maîtrise d'œuvre sur la « trame verte et bleue » de l'éco-quartier qui peut être associé de manière indirecte aux enjeux hydrauliques et aquatiques du secteur.

Au sein de l'éco-quartier, elle se compose de plusieurs grands espaces paysagers reliés les uns aux autres par des corridors plantés participant à la mise en scène des ouvrages de gestion alternative des eaux pluviales et accompagnant le réseau viaire et les continuités douces. A ce stade du projet, l'ossature paysagère de l'éco-quartier Flaubert repose sur 3 grands espaces inscrits au sein du projet de ZAC :

- **La promenade du Cours de Seine :**

  Cet espace paysager, élément central du projet, se compose d'une succession de bassins en eau et de bassins paysagers d'orientation Nord-Sud (d'où la dénomination d'axe vert et bleu) et dont la fonction première est de participer à la gestion d'une partie des eaux pluviales.

  D'un point de vue urbain, cet ensemble a pour vocation d'amener la Ville de Petit Quevilly vers la Seine, tout en créant un axe structurant support de nombreux usages récréatifs au cœur du projet. Pour assurer ces fonctions, la promenade vers la Seine s'intègre au maillage viaire développé au sein de la ZAC et notamment dans le parcours des itinéraires doux. A ce titre, elle est bordée, tout du long, par de vastes espaces de promenade qui offrent une continuité apaisée jusqu'au fleuve et accessible depuis les cœurs d'îlots adjacents.

  D'un point de vue paysager, compte tenu de son positionnement au cœur du projet, la promenade du Cours de Seine se décline en 3 secteurs singuliers comprenant :

  - Le canal : Ce secteur correspond à la zone d'implantation des bassins en eau entre la centralité du projet et la Seine. Pour jouer à la fois sur son positionnement au cœur d'un quartier urbain central et pour valoriser les aspects écologiques associés à la présence de l'eau, il est proposé un traitement différencié des promenades développées sur chaque rive du canal avec un traitement minéral de la berge Est et un traitement végétal de la berge Ouest. Dans les deux cas, la configuration proposée repose sur la mise en place d'un quai haut (mail partagé) et d'un autre en contrebas, de manière à offrir différents points de vue.
  - L'esplanade ouverte sur la promenade du Cours de Seine : Ce secteur piéton constitue à la fois un élément de continuité urbaine dans l'alignement Est-Ouest de l'espace public central et dans l'axe Nord-Sud de la promenade vers la Seine, et un élément de transition entre les bassins en eau et les bassins paysagers de l'axe vert et bleu. Pour marquer ces fonctions de cohésion et de différenciation des espaces, l'esplanade constitue un vaste espace minéral à 2 niveaux (dont 1 niveau bas inondable) et est parsemée de bandes végétales. Elle offre des continuités de circulation vers l'ensemble des aménagements environnants.
  - La coulée verte : Ce secteur est constitué par une série de bassins d'orage. Leur fonction majeure est de participer à la gestion des précipitations évènementielles. Toutefois, ils sont aménagés de manière à autoriser des activités diverses en dehors des périodes de fortes pluies : loisirs, sports et promenade. Dans ce secteur, du Nord au Sud, la présence du végétal se fait de plus en plus forte pour aboutir à l'extrême Sud (côté Petit-Quevilly) à un bassin « sauvage » planté d'une ripisylve et constituant une accroche boisée en fond de perspective.

- **Le Parc Clamagéran :**

  Ce parc, d'une superficie d'environ 3 ha, est en contact direct avec le faisceau Clamagéran (emprise ferroviaire préservée). Dans la mesure où les abords des voies ferrées seront sécurisés (filtre végétal et clôture) et compte tenu des caractéristiques de l'exploitation ferroviaire (7 trains par jour circulant à 6 km/h), cet espace se plie aisément aux fonctionnalités d'un parc urbain récréatif (loisirs, sports et promenades) et assure une jonction paysagère entre les niveaux hauts et bas du quartier qui se développent de part et d'autre de la voie ferrée. Le franchissement des infrastructures ferroviaires sera limité en 1 ou 2 points sécurisés.

- **Le Fleuve ferroviaire :**

  Il s'agit de mettre en valeur la générosité du vide constituant le faisceau de la Plaine (emprise ferroviaire préservée) et ses abords en y développant des continuités végétales comme sur les berges d'un fleuve. L'objectif attendu est d'éviter l'effet de césure qui pourrait être engendré par l'infrastructure ferroviaire pour qu'elle constitue, au contraire, une liaison paysagère essentielle. Dans le prolongement du Parc Clamagéran, le Fleuve ferroviaire forme ainsi un axe vert continu qui créer une respiration à travers le tissu urbain. Plusieurs ouvrages permettent son franchissement de manière à assurer la continuité des itinéraires de circulation.

  Dans le but de s'adapter à la configuration du site, cet espace est scindé en 2 séquences :

  - Séquence 1 - Voies ferrées en tranchée : maintien du talus actuel sous forme d'une zone inaccessible végétalisée et à vocation écologique ;
  - Séquence 2 - Faisceau élargi : constitution de talus en terrasses accueillant diverses fonctions (jardinage, sports, loisirs, …).

Par ailleurs, au-delà de ces 3 grands espaces paysagers, on peut noter que la trame verte et bleue du projet est complétée par :

- **Le boisement humide de la Peupleraie** : Il s'agit d'une zone boisée inaccessible au public. Implantée au sein de la ZAC, de part et d'autre de la liaison SUDIII / A150 via le pont Flaubert, et dans le prolongement de l'espace public central, le boisement humide est uniquement dédié à des fonctions hydrauliques et écologiques ;
- **Les bords de Seine et la presqu'île Rollet** : Situés en dehors du périmètre de ZAC, ces aménagements (en partie constitués à ce jour) forment l'amorce de l'armature verte et bleue qui se prolonge au sein du projet au travers de l'axe vert et bleu.

Schéma 38 : Armature de la trame verte et bleue

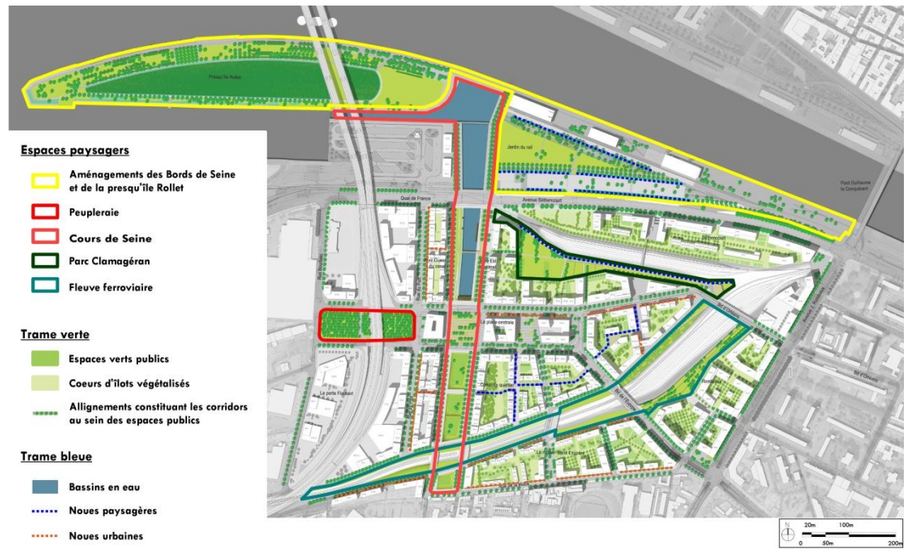
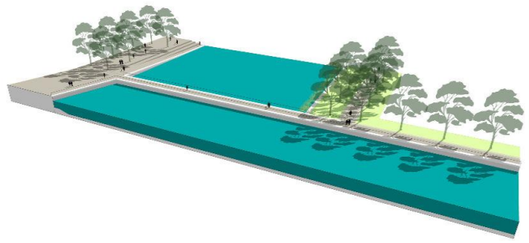
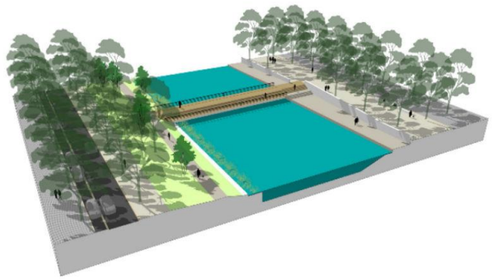


Schéma 39 : Coupes de principe des grands espaces paysagers de la ZAC éco-quartier Flaubert : la promenade du Cours de Seine

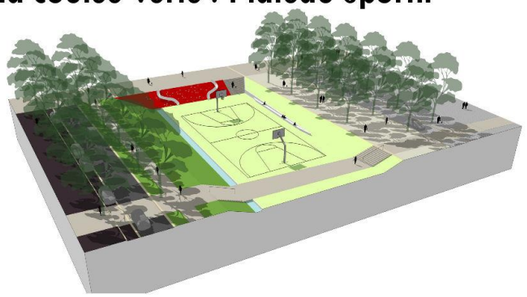
Le canal : Bras de délestage



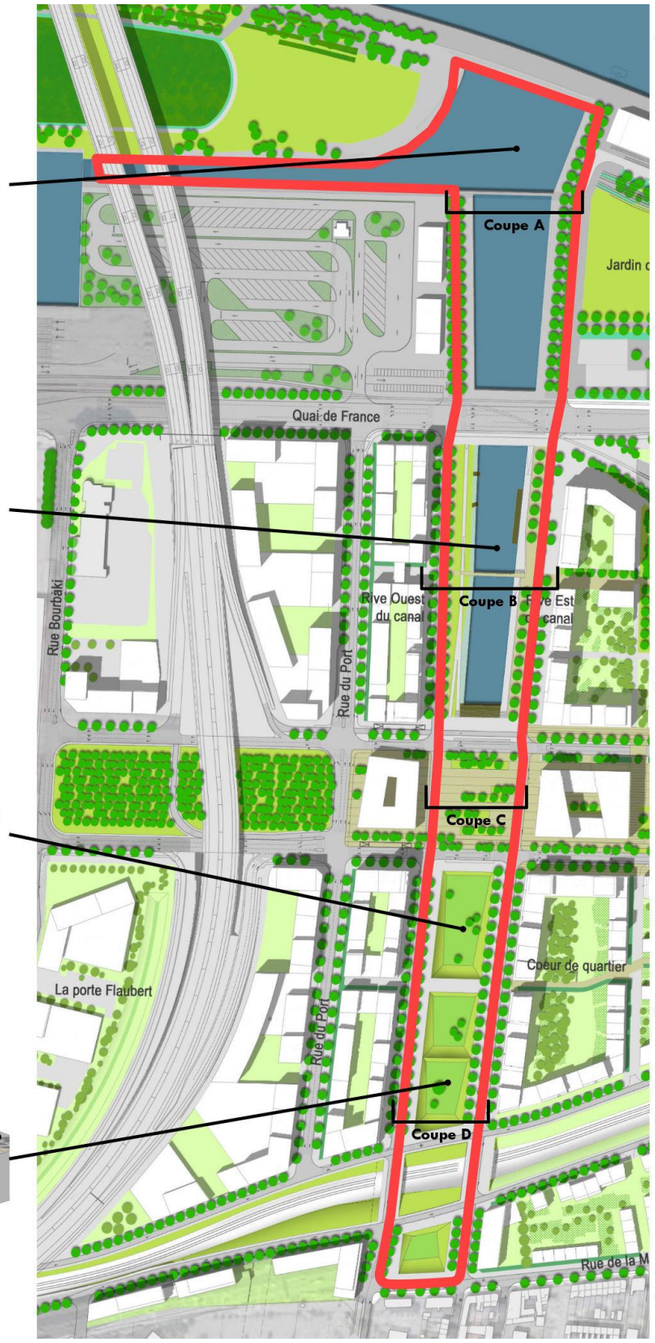
Le canal au Sud du bd. Béthencourt



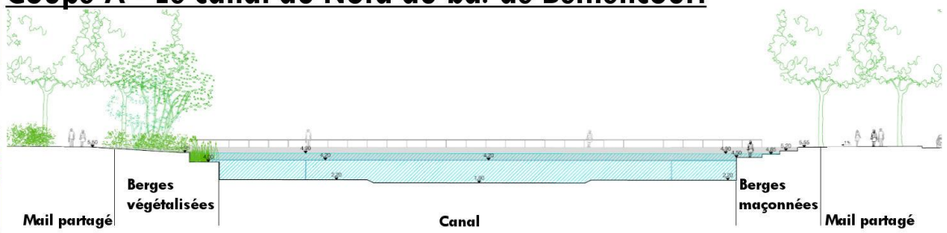
La coulée verte : Plateau sportif



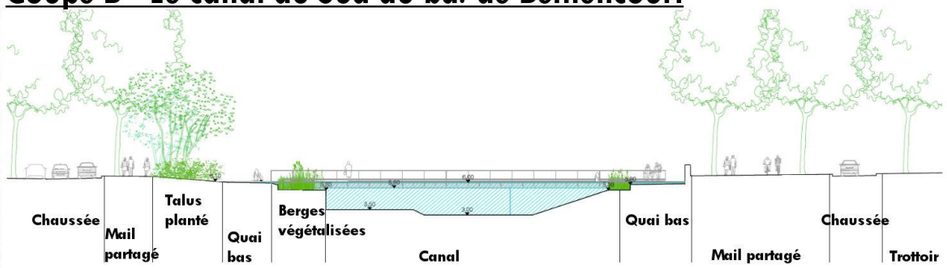
La coulée verte : Zone naturelle



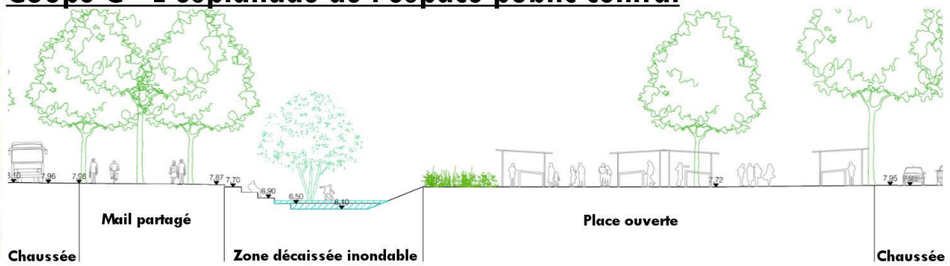
Coupe A - Le canal au Nord du bd. de Béthencourt



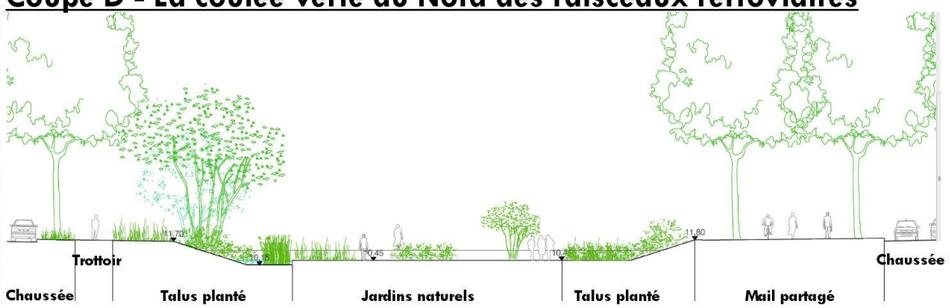
Coupe B - Le canal au Sud du bd. de Béthencourt



Coupe C - L'esplanade de l'espace public central



Coupe D - La coulée verte au Nord des faisceaux ferroviaires



5.4.2.5 *Intégration à la conception du projet des contraintes et sensibilités environnementales autres que celles liées à l'eau*

Comme nous l'avons vu précédemment (cf. partie 5.2.4), afin de composer avec les contraintes et sensibilités environnementales du site, celles-ci ont été prises en compte par l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine dès les études de définition au travers d'un état initial de l'environnement.

Ensuite, durant le processus de conception de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert, les principales cibles environnementales identifiées ont fait l'objet d'études spécifiques qui ont permis de détailler les conditions de leur intégration au projet d'aménagement.

Les principes environnementaux et techniques associés au développement de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert sont détaillés dans l'étude d'impact du dossier de création de ZAC et repris de manière synthétique ci-dessous en fonction de l'état d'avancement des connaissances à ce stade de conception du projet. On précisera que les contraintes et sensibilités environnementales liées à l'eau sont détaillées plus précisément dans les parties qui suivent.

Les thématiques environnementales qui ont été ciblées dans le cadre de la conception du projet sont les suivantes :

- ***Les sols : gestion des terres excavées et besoins en remblais***

  Au regard des enjeux du site, le parti d'aménagement retenu vise à optimiser la gestion des terres excavées afin de favoriser, lorsque c'est possible au regard de la qualité des sols, leur réutilisation sur le site. Cette méthodologie vise à favoriser le recyclage des matériaux sur le site du chantier et à limiter ainsi, les nuisances occasionnées par l'évacuation ou l'apport de terre. Il convient malgré tout de noter que le bilan remblais/déblais du projet fait apparaitre un besoin important en remblais.

  Concernant les besoins en matériaux : A ce stade, aucune solution définitive n'est avancée. Toutefois, on peut indiquer que les besoins en remblais seront étalés sur toute la durée du chantier qui est à ce jour estimée à 20 ans. Par ailleurs, pour limiter les incidences associées à l'apport des matériaux sur site, le recours au transport ferroviaire sera étudié (en substitution au transport routier) en fonction de l'origine des matériaux.

  Concernant la question des terres impactées : le nivellement du site a été étudié pour réduire les volumes de terres à évacuer hors site. Alternative à des solutions de gestion des sols hors site coûteuses, il est effectivement proposé de confiner les terres relativement impactées sous une couverture minérale ou naturelle. Néanmoins les terres trop fortement polluées seront traitées par des systèmes de dépollution sur site ou hors site pour diminuer les concentrations en polluants avant d'être évacuées ou réutilisées sur site. En coordination avec la conception globale du projet, il est prévu de réaliser un plan de gestion général des zones impactées par des polluants, afin de mutualiser les éventuelles dépollutions (sur site ou hors site) en cohérence avec le projet et son calendrier de mise en œuvre sur environ 20 ans et de valider la faisabilité de réalisation des aménagements en fonction de la qualité des sols en présence. A ce stade, des orientations de gestion des terres ont été établies à l'échelle du projet. Un plan de gestion sera formalisé en accompagnement des phases de conception ultérieures de manière à garantir la mise en œuvre de procédés adaptés à la prise en compte des enjeux sanitaires et environnementaux.

- ***L'énergie : maîtrise des besoins énergétiques et développement des énergies renouvelables***

  Outre les aménagements visant à limiter l'usage de la voiture au niveau du futur quartier, la conception du projet a également reposé sur l'identification des filières énergétiques locales et du potentiel de développement des énergies renouvelables à l'échelle de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert.

  Aussi, la question énergétique a fait l'objet d'études techniques et financières très détaillées qui ont consisté à étudier les différentes options envisageables pour assurer la desserte énergétique du projet et participer à la réduction de son empreinte environnementale en termes de lutte contre les émissions de GES.

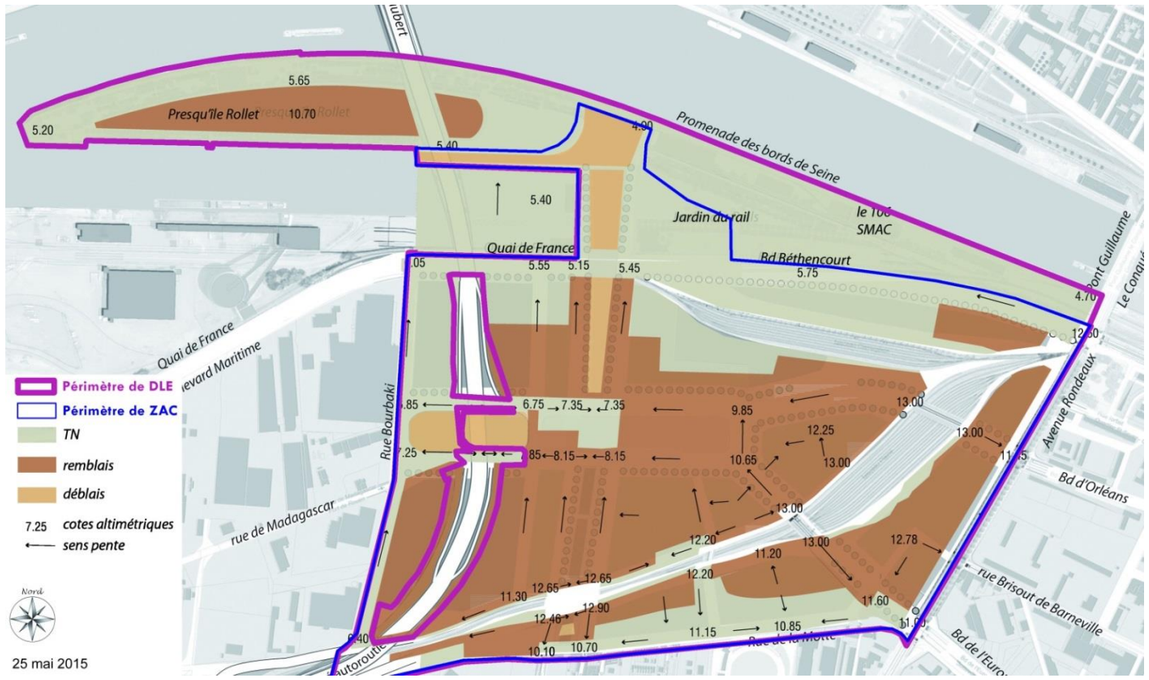
  Parmi les scénarios étudiés, la mise en place d'un réseau de chaleur à partir de l'usine d'incinération du SMEDAR (usine VESTA) pour alimenter le projet ressort comme étant une solution attractive sur le plan économique et environnemental.

  Cette option sera développée dans le cadre des études d'opportunité et de faisabilité menées par la Métropole devenue compétente sur ce sujet au 1er janvier 2015. Ces études viseront à définir les modalités techniques et financière permettant de faire bénéficier au plus grand nombre des avantages économiques et environnementaux associés au développement d'un réseau de chaleur urbain.

  La seconde solution consiste à adapter le niveau de l'éclairage public du projet en fonction des usages. Ainsi, dans le respect de la norme EN13201, il en résulte une minimalisation de l'éclairage public dans les espaces verts qui contribue à limiter la consommation électrique des luminaires urbains tout en garantissant la sécurité des usagers du site et notamment au niveau des circuits de circulation douce. Ce principe, qui joue également un rôle écologique important, se retrouve plus particulièrement aux abords des voies ferrées, à l'intérieur du boisement humide et aux abords de l'axe vert et bleu.

  Enfin, on peut indiquer que lorsque les conditions de sécurité des usagers le permettent, les sources lumineuses utilisées au sein de l'éco-quartier seront préférentiellement des leds qui sont moins consommatrices que les ampoules classiques. En cas de besoin, des systèmes de détection de présence seront installés pour préserver le confort et la sécurité des usagers.

Schéma 40 : Etat des principaux besoins en remblais/déblais[4] au stade actuel de la définition de l'opération d'aménagement (OSTY-ATTICA-EGIS-BURGEAP)



[4] *On précisera que dans le cadre du projet T4 (Arc Nord-Sud), une première phase de remblais sera réalisée au niveau de l'avenue Jean Rondeaux afin de pourvoir élargir la chaussée et assurer l'insertion de cette nouvelle voie. Ces remblais seront poursuivis dans le cadre de l'urbanisation future du secteur.*

- ***<u>La biodiversité : développement de conditions favorables à la biodiversité locale</u>***

La prise en compte des enjeux écologiques du site repose sur 3 aspects différents :

1. *Les caractéristiques de la trame verte et bleue développée au sein de l'éco-quartier Flaubert :*

   Le parti d'aménagement du projet repose sur la mise en place d'une armature verte et bleue structurante qui se compose de grandes pièces paysagères reliées les unes aux autres par des corridors plantés participant à la mise en scène des ouvrages de gestion alternative des eaux pluviales.

   Ce maillage d'espaces verts publics, complété par les cœurs d'îlots végétalisés, vise à favoriser l'introduction de la nature en Ville et est propice à la préservation de la faune ordinaire et remarquable sur le site (refuge et déplacements). Par ailleurs, par un traitement paysager singulier et des fonctions adaptées, il participe à la diversification des typologies d'habitats de ce secteur en vue d'améliorer les capacités d'accueil de la faune ordinaire ou remarquable (cf. schéma ci-contre). Ainsi, on peut relever :

   - La ripisylve et la risberme de la berge Ouest des bassins en eau de l'axe vert et bleu ;
   - Le boisement humide ;
   - La zone naturelle de type « zone humide » au Sud de la coulée verte ;
   - Les espaces verts inaccessibles de la séquence 1 du Fleuve ferroviaire ;
   - Les cœurs d'îlots végétalisés ;
   - Les terrasses jardinées du Fleuve ferroviaire ;
   - Les noues végétalisées ;
   - Les espaces verts du parc Clamagéran.

   On notera que du fait des corridors mis en place à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert, ces différents éléments de la trame écologique sont en synergie avec les espaces verts et naturels localisés à proximité à savoir les bords de Seine et la presqu'île Rollet, ainsi que le fleuve.

   Enfin, il intègre des aménagements spécifiques en vue de compenser les incidences du projet sur la faune remarquable du site. A titre, d'exemple, on peut noter la constitution de murets de pierres sèches au niveau des terrasses paysagères qui bordent le Fleuve ferroviaire et qui sont destinés à compenser la destruction d'habitat du Lézard des murailles.

2. *Le temps des travaux :*

   Les travaux relatifs à la poursuite de l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert vont se dérouler par vagues d'urbanisation successives sur une période globale estimée à 20 ans.

   Ces modalités d'intervention sur le site sont favorables à la préservation de la biodiversité locale dans la mesure où l'urbanisation par vagues permet de garantir la préservation de refuges sur le site. Dans un premier temps, il s'agira des terrains en friche qui ne sont pas concernés par les travaux, puis dans un second temps, il s'agira des espaces verts créés lors des phases de constructions préalables.

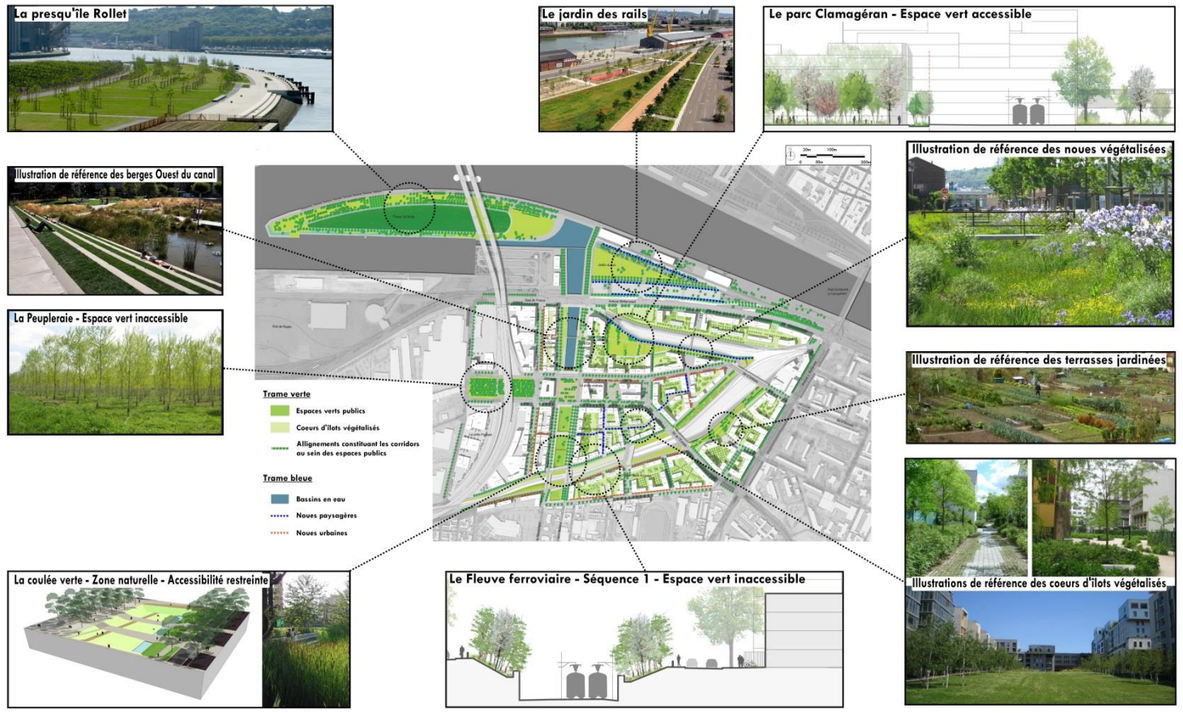
   Durant la réalisation des travaux, ces espaces refuges seront identifiés et feront l'objet d'une gestion différenciée de manière à assurer la protection de la faune qu'ils accueilleront. A ce titre, il convient de préciser que les travaux feront l'objet d'un suivi environnemental intégrant le volet écologique.

3. *La vie du projet :*

   Pour atteindre les objectifs du projet en termes de prise en compte des aspects écologiques en phase de fonctionnement, les espaces verts feront l'objet d'une gestion différenciée et adaptée aux usages projetés. Ce principe repose sur la hiérarchisation des cheminements, la mise en place de grandes prairies accessibles au public et la protection de certains espaces spécifiques.

   Par ailleurs, la prise en compte de la biodiversité à l'échelle du projet passe également par le concept de « trame noire ». Dans cette démarche, l'équipe de maîtrise d'œuvre a travaillé sur l'adaptation de l'éclairage public du projet en fonction des usages. Ainsi, dans le respect de la norme EN13201, il en résulte une minimalisation de l'éclairage public dans les espaces verts qui contribue à limiter le dérangement de la faune et de la flore, et constitue un levier d'économie d'énergie important à l'échelle des aménagements publics. Cette disposition s'inscrit dans la continuité des pratiques mises en œuvre au niveau de la presqu'île Rollet.

Schéma 41 : Diversité des habitats offerts par la trame verte et bleue



- ***<u>Les déchets : mise en œuvre de conditions favorables à une gestion optimisée des déchets au sein du quartier</u>***

En parfaite cohérence avec le mode de gestion appliqué sur tout le territoire de la Métropole Rouen Normandie, le principe de base des modalités de gestion des déchets reposera sur la mise en place d'équipements mutualisés permettant de faciliter le dépôt, le tri et la collecte des déchets au sein de l'éco-quartier Flaubert. Ces équipements incluent des colonnes de tri spécifiques pour le verre, les déchets recyclables (papiers, cartons, plastiques, boites métalliques, …) et les ordures ménagères ainsi que des zones de dépôts d'encombrants qui seront réparties au niveau de chaque ensemble bâti à l'intérieur des différents îlots.

La collecte des déchets déposés dans ces équipements sera assurée par les services de la Métropole en charge du ramassage des ordures ménagères. Aussi, si l'implantation précise de ces équipements au sein de la ZAC nécessite encore d'être consolidée, le dimensionnement des voiries et des accès a déjà été adapté pour prendre en compte les contraintes des circuits de ramassage. Ensuite, les déchets ménagers collectés seront valorisés au sein de l'usine d'incinération du SMEDAR.

Enfin, les déchets verts seront évacués vers les déchetteries, les plateformes de réception des déchets verts ou les centres de compostage tandis que les autres types de déchets seront évacués dans des filières appropriées en cohérence avec les engagements nationaux.

5.4.3 Intégration à la conception du projet des contraintes et sensibilités liées au risque d'inondation par débordement de la Seine

Comme nous l'avons vu précédemment, à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert, la superposition du projet à la topographie actuelle met en avant le fait que certaines zones devront être remblayées et d'autres décaissées. Ces travaux de terrassement et la modification de l'occupation des sols qui résulte de la mise en œuvre du projet vont engendrer une modification permanente du cycle de l'eau sur le site qui peut affecter les mécanismes d'inondation par débordement de la Seine.

Ces problématiques avaient donc été anticipées par l'équipe de maîtrise d'œuvre qui a imaginé, dès les études de définition, l'axe vert et bleu comme une réponse globale aux enjeux associés à la maîtrise des risques d'inondation et comme un élément de réponse majeur à la problématique de gestion des eaux pluviales à l'échelle de l'opération d'aménagement.

Compte tenu des enjeux identifiés et de leur influence sur la configuration du projet, la recherche de solutions adaptées pour prendre en compte les phénomènes d'inondation s'est poursuivie durant tout le processus de conception.

A ce titre, dans un souci d'adaptation du projet aux modifications induites par le changement climatique planétaire et en anticipation des premières phases de conception et de calage altimétrique du projet, le maître d'ouvrage a souhaité que DHI réalise une modélisation hydraulique du cours d'eau permettant d'évaluer l'impact de la rehausse du niveau marin sur le niveau de la Seine. Cette modélisation a permis de démontrer que pour une rehausse du niveau marin d'un mètre au niveau de l'estuaire, le niveau de la Seine au niveau du projet sera augmenté de 57 cm, et que pour une rehausse de 60 cm au Havre le niveau de la Seine à Rouen augmentera de 32 cm. L'étude relative à cette prise en compte de la rehausse du niveau marin est présentée en annexe 1 de ce dossier.

Annexe 1 : Impact de la rehausse du niveau marin sur l'éco-quartier (DHI – Décembre 2012)

Ces résultats ont ensuite été présentés par la maîtrise d'ouvrage et DHI, au service de la Police de l'Eau dans le cadre d'un « comité hydraulique » organisé en janvier 2014. Dans le cadre de cette réunion de travail avec les services de l'Etat, il a été retenu de prendre en compte une cote de constructibilité au droit du projet de 5.97 m NGF permettant d'une part, de respecter la sécurité de 30 cm imposée par le règlement du PPRI qui s'appuie sur une cote de crue à 5.65 m NGF, et d'autre d'anticiper une rehausse du niveau marin de 60 cm.

Au stade AVP de la conception, les premières étapes associées au calage altimétrique du plan masse de l'éco-quartier sur la base de cette cote de constructibilité à 5.97 m NGF, ont ensuite permis de lancer la réalisation d'une modélisation hydraulique pour évaluer l'impact du projet sur le champ d'expansion de crue. Cette mission d'expertise hydraulique menée par DHI a portée sur :

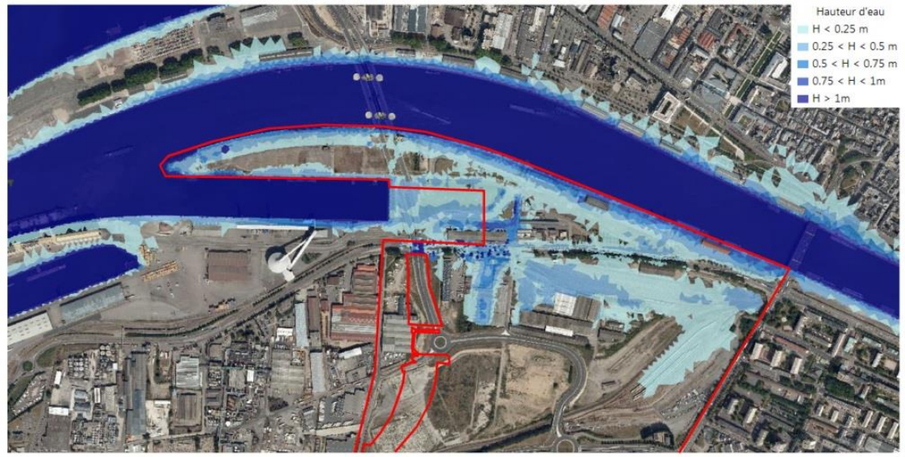
- **La modélisation de l'état actuel** : Approfondissement des connaissances relatives aux mécanismes d'inondation dans la configuration actuelle du site (topographie et occupation des sols de mars 2015) ;
- **La modélisation de l'état futur** :
    - L'analyse fine du nivellement du projet à l'échelle des zones inondables (optimisation des caractéristiques des travaux de terrassement dans les zones soumises aux aléas d'inondation par débordement de la Seine) a permis de démontré que le projet induit une diminution du champ d'expansion de crue de l'ordre de 2 ha mais garantit (par le biais des bassins en eau de l'axe vert et bleu) la restitution d'un volume utile équivalent (voire supérieur) à la situation actuelle ;
    - L'analyse détaillée des mécanismes d'inondation dans la configuration future du site a permis de vérifier l'efficacité des aménagements prévus pour assurer la maîtrise des risques d'inondation et garantir l'absence d'impact du projet à l'amont ou à l'aval de ce dernier.

Il ressort que la méthodologie mise en œuvre pour intégrer les enjeux d'inondation du site à la conception de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert a permis de vérifier l'efficacité des solutions retenues. Les modélisations réalisées par DHI montrent en effet que les caractéristiques des bassins en eau de l'axe vert et bleu permettent de maîtriser l'expansion et le retrait des crues au niveau du projet et d'éviter toute modification des phénomènes d'inondation à l'amont ou l'aval du site. Ces solutions permettent ainsi l'urbanisation du site tout en assurant la protection des biens et des futurs usagers de l'éco-quartier (respect des prescriptions du PPRI), et en préservant la sécurité des activités environnantes. Pour plus de précisions au sujet de l'inondabilité, on se référera à l'étude de DHI qui est fournies en annexe 2 du présent dossier Loi sur l'Eau.

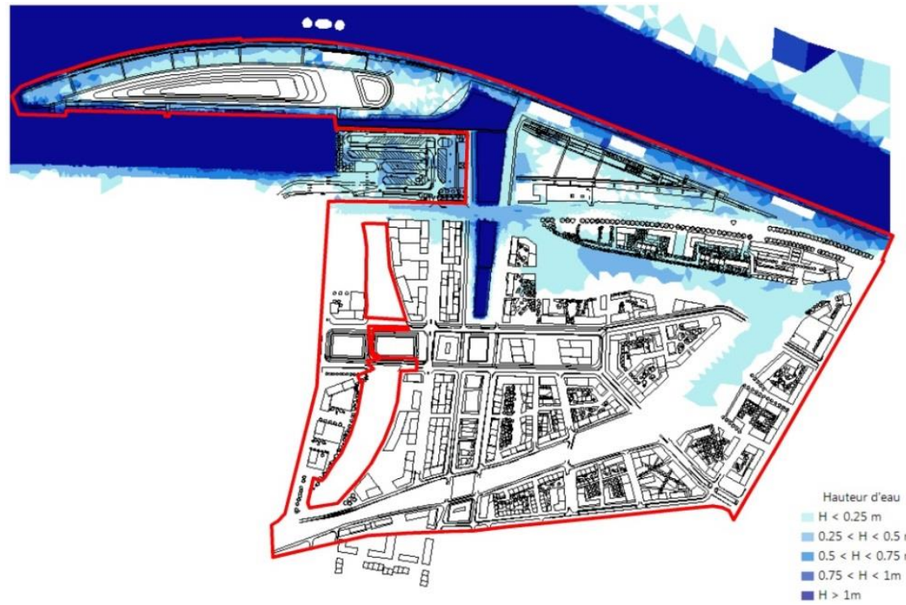
Annexe 2 : Rapport de modélisation hydraulique (DHI – Juillet 2015)

Schéma 42 : Modélisation du champ d'expansion de crue par débordement de la Seine (DHI – Juillet 2015)

Résultats de la situation actuelle
Année 2015



Résultats de la situation future
Horizon 2035



5.4.4 Système d'assainissement pluvial

5.4.4.1 Principes de fonctionnement mis en place

Compte tenu des enjeux hydrauliques du secteur et de leur influence sur la configuration du projet, la recherche de solutions adaptées pour assurer la gestion des eaux pluviales à l'échelle de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert s'est poursuivie durant tout le processus de conception.

Elle s'est appuyée sur les principes généraux de gestion des eaux pluviales fixés dès les premières phases d'aménagement et validés par les différents acteurs (Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) de Seine-Maritime et Service Assainissement de la Métropole) en Comité Hydraulique :

- Sur le projet, les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales seront de type séparatif ;
- La gestion des eaux pluviales sera réalisée et adaptée en fonction des caractéristiques des différents secteurs du site (proximité Seine, topographie, occupation du sol, pollution des terrains, ...). Au sein du projet, il est envisagé de favoriser la gestion des eaux pluviales via des techniques dites alternatives faisant appel à l'infiltration et à des ouvrages paysagers. Malgré tout, une gestion enterrée sera mise en œuvre dès que les techniques alternatives ne peuvent pas être retenues notamment du point de vue technique ;
- Les dispositifs de gestion des eaux pluviales développés au sein du projet d'éco-quartier Flaubert n'intègrent pas la gestion des précipitations sur :
    - Les emprises dédiées à la constitution des accès définitifs au pont Flaubert : Cet ouvrage dispose de son propre système d'assainissement. Ce dernier est pris en charge par la DREAL de Haute-Normandie, Maître d'Ouvrage du projet routier ;
    - Les emprises des faisceaux ferroviaires préservés : Les dispositions de gestion des eaux pluviales sur ces emprises ne sont pas modifiées ;
    - Les emprises routières qui ne sont pas modifiées : Les dispositions de gestion des eaux pluviales sur ces emprises ne sont pas modifiées. Il s'agit : de la rue Bourbaki, du quai de France, du boulevard Béthencourt et de l'avenue Rondeaux.

Durant les phases de conception successives, l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine s'est attachée à étudier les cheminements de l'eau à l'échelle de l'éco-quartier.

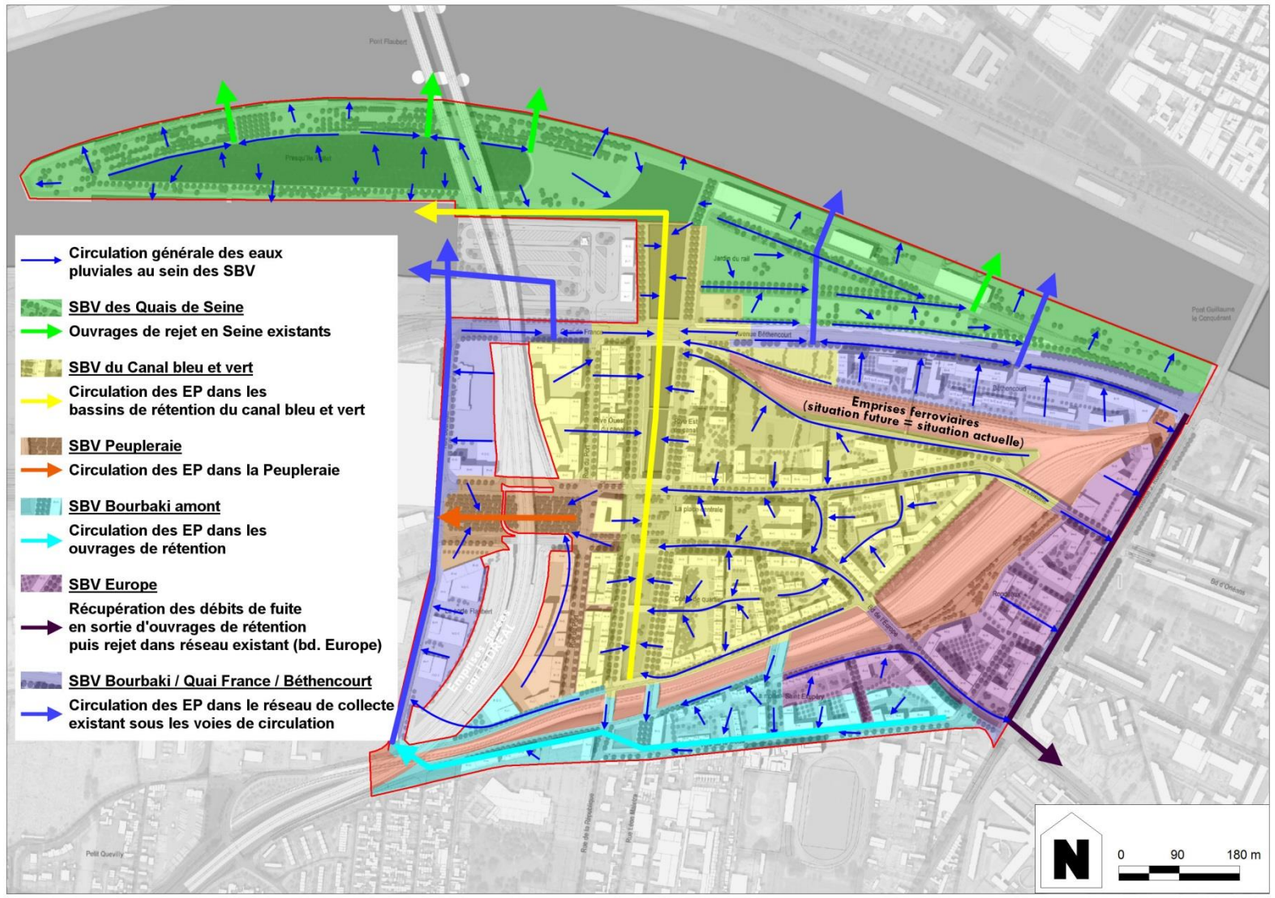
L'approche topographique et le recensement des contraintes de continuité hydraulique ont ensuite permis de découper le projet en 7 secteurs hydrauliques ou sous-bassins versants - SBV - (cf. schéma ci-contre) comprenant :

1. **Le SBV des Emprises ferroviaires** : ce secteur hydraulique ne sera pas modifié. Les ruissellements seront gérés par infiltration au droit des faisceaux ferroviaires comme c'est le cas en situation actuelle.
2. **Le SBV des Quais de Seine** : ce secteur hydraulique, situé sur la partie Nord de l'éco-quartier, comprend le bras de décharge entre le canal bleu et le bassin aux Bois, les quais de Seine, la Presqu'île Rollet, le jardin du Rail et le parking de la SMAC. Au niveau des quais et de la Presqu'île, les ruissellements rejoignent directement la Seine ou sont récupérés par des ouvrages de collecte existants qui se rejettent ensuite en Seine. Au niveau du parking de la SMAC et du jardin du Rail, les ruissellements sont tamponnés dans des noues végétalisées puis rejetés dans les réseaux existants qui rejoignent la Seine quelques mètres à l'aval.
3. **Le SBV du Canal bleu et vert** : ce secteur hydraulique, situé au cœur de l'éco-quartier, comprend l'ensemble des emprises publiques et privées dont les eaux pluviales sont rejetées vers les bassins en eau ou les bassins végétalisés du canal bleu et vert. L'exutoire terminal de ce secteur est la Seine.
4. **Le SBV de la Peupleraie** : ce secteur hydraulique, situé sur le quart Sud-Ouest de l'éco-quartier, comprend l'ensemble des emprises publiques et privées dont les eaux pluviales transitent dans un vaste ouvrage d'infiltration et de tamponnement avant d'être rejetées vers le réseau d'assainissement de la rue Bourbaki.
5. **Le SBV Bourbaki amont** : ce secteur hydraulique, situé au Sud de l'éco-quartier le long du faisceau ferroviaire, comprend l'ensemble des emprises publiques et privées dont les eaux pluviales sont rejetées vers le réseau d'assainissement développé le long de la rue Bourbaki. L'exutoire final de ce réseau est la Seine.
6. **Le SBV Europe** : ce secteur hydraulique, situé en périphérie Est du projet, comprend l'ensemble des emprises publiques et privées dont les eaux pluviales sont rejetées vers le réseau d'assainissement développé le long de l'avenue Jean Rondeaux puis se prolongeant vers le boulevard de l'Europe. L'exutoire final de ce réseau est la Seine.
7. **Le SBV Bourbaki / Quai France / Béthencourt** : ce secteur hydraulique, correspond aux voies de circulation existantes au droit desquelles le fonctionnement hydraulique n'est pas modifié. Comme c'est le cas actuellement, les eaux pluviales seront récupérées par le réseau de collecte en place puis rejetées en Seine.

Ces différents sous-bassins versant constituent des entités indépendantes sur lesquelles des dispositions spécifiques doivent être mises en place pour assurer une gestion quantitative et qualitative des eaux pluviales intégrant, notamment, la prise en compte des prescriptions formulées par la Police de l'Eau et le service Assainissement de la Métropole, gestionnaire du réseau existant à l'aval.

D'une manière générale, les dispositions retenues à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert pour assurer la gestion qualitative et quantitative des eaux pluviales avant tout rejet dans les exutoires externes au projet, à savoir le réseau public existant ou la Seine, se basent sur la mise en application du triptyque : collecte, rétention et traitement.

Schéma 43 : Schéma de principe de circulation des eaux pluviales à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert



5.4.4.2 *Données d'entrées et hypothèses de dimensionnement retenues*

Aujourd'hui en matière d'assainissement pluvial, la réglementation qui s'applique de manière générale à tout projet d'aménagement urbain porté en Seine-Maritime impose les 3 grands principes suivants :

- Gestion des eaux pluviales ruisselées sur le bassin versant du projet jusqu'à la pluie d'occurrence centennale ;
- Régulation du débit de fuite à hauteur de 2 L/s/ha aménagé en sortie de projet ;
- Temps de vidange des ouvrages de rétention, inférieurs à 48 h.

Dans le contexte particulier qui est associé à l'éco-quartier Flaubert, la SPL Rouen Normandie Aménagement a souhaité que l'ensemble des acteurs concernés par la gestion des eaux pluviales de ce projet (Police de l'Eau, Métropole, maîtrise d'œuvre) puisse participer le plus en amont possible à la réflexion sur le système d'assainissement pluvial pour notamment valider les données d'entrée et hypothèses à prendre en compte pour dimensionner les ouvrages à mettre en place.

Les principes suivants qui viennent légèrement déroger à ce qui est actuellement appliqué sur le département, ont ainsi pu être abordés et validés lors de réunion de concertation :

- ***Pluie de projet :***
  La pluie qui a été retenue pour le dimensionnement des ouvrages présente une période de retour de 100 ans. La pluie de projet est une pluie double triangle de durée totale de 4 h avec une durée de période intense de 30 min. La hauteur totale précipitée est de 49,27 mm et la hauteur durant la période intense est de 35,58 mm.

- ***Méthode de dimensionnement :***
  Le service Assainissement de la Métropole a jugé qu'une modélisation hydraulique permettant de prendre en compte la dynamique de fonctionnement des ouvrages, apparaissait nécessaire du fait de la complexité du système d'assainissement de l'éco-quartier Flaubert. Les ouvrages ont donc été dimensionnés à partir d'une modélisation hydraulique et le modèle hydrodynamique a été construit à l'aide du logiciel MIKE URBAIN. A la demande de la Métropole, cette modélisation a également été établit pour une pluie d'occurrence trentennale.

- ***Temps de vidange des ouvrages de rétention :***
  La Police de l'Eau et le service Assainissement de la Métropole n'ont pas souhaité déroger au seuil maximal des 48 h qui est actuellement imposé pour la durée de vidange des ouvrages de rétention.
  Une vidange supérieure à 2 jours expose en effet l'ouvrage de rétention à l'accumulation de volumes d'eaux issues de 2 épisodes pluvieux successifs. Dans ce cas de figure, l'ouvrage en question ne peut pas assurer son rôle tampon correctement pour la deuxième pluie étant donné que le volume utile est en partie (ou totalement) occupé par les eaux du premier épisode pluvieux.

- ***Débits de fuite :***
  Dans le cadre des premiers échanges menés avec la Police de l'Eau de Seine-Maritime, les services instructeurs avaient considéré qu'au regard de la proximité immédiate du projet avec la Seine et du rejet direct dans le bassin aux Bois, le débit de fuite autorisé pouvait être porté à 10 L/s/ha aménagé sans avoir d'incidences significatives sur le cours d'eau à l'aval. En revanche, pour les rejets dans le réseau existant, le ratio était maintenu à 2 L/s/ha aménagé.
  Les premières phases de calculs ont par la suite permis d'affiner le dispositif d'assainissement et de déterminer les premières caractéristiques principales des ouvrages de rétention. Elles ont notamment permis de mettre en évidence des temps de vidange bien supérieurs à la limite des 48 h au droit de certains ouvrages devant respecter le ratio de 2 L/s/ha. Ces dépassements ponctuels s'expliquaient principalement de par la succession d'ouvrages au sein d'un même sous-bassin versant (fonctionnement en cascade entre les ouvrages privés et publics).
  Après échanges avec la DDTM, instructeur du dossier Loi sur l'Eau, et la Métropole, gestionnaire du réseau existant à l'aval, il a été retenu de privilégier la règle du temps de vidange inférieur à 48 h à celle du débit de fuite régulé à hauteur de 2 L/s/ ha aménagé. Les débits de fuite ont donc été légèrement augmentés pour ainsi obtenir une chaine d'ouvrages capables de se vidanger en moins de 48 heures.

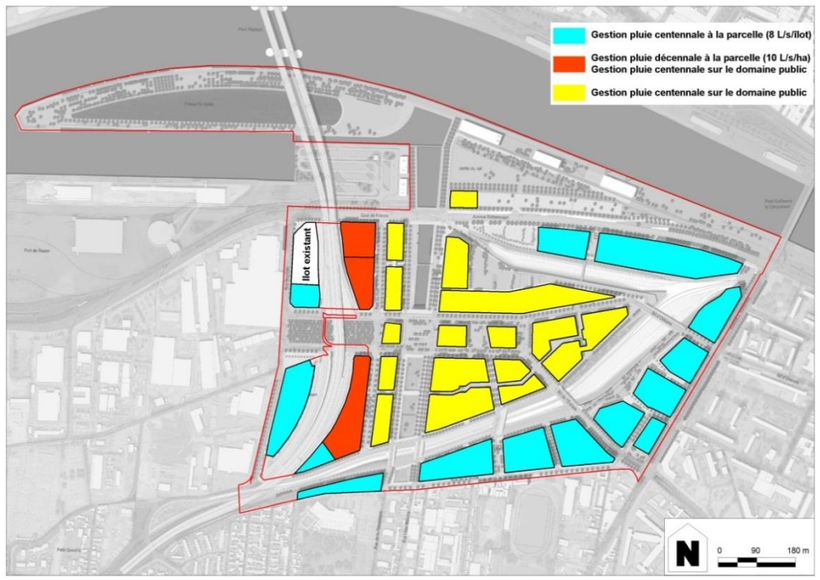
- ***Gestion des eaux pluviales ruisselées sur le domaine public :***
  Globalement, pour les espaces publics de l'éco-quartier il a été retenu d'appliquer les règles précédemment décrites, à savoir :
  - Gestion centennale ;
  - Temps de vidange < 48 heures ;
  - Débit de fuite régulé à 10 L/s/ha dans le bassin aux bois (canal bleu et vert) ;
  - Débit de fuite régulé à 2 L/s/ha dans le réseau existant sauf lorsque le temps de vidange dépasse 48 h.

  On se référera en parallèle aux principes de circulation des eaux illustrés sur le schéma page précédente.

- ***Gestion des eaux pluviales ruisselées sur les îlots privés :***
  Dans le cadre du présent projet, 3 modes de gestion des eaux pluviales ont été pris en compte selon la densité des îlots privés et les exutoires :
  - Ilots peu denses : Gestion de la pluie centennale à la parcelle avec rejet à 2 L/s/ha. Compte tenu de la taille des îlots souvent inférieure à 1 ha, de complexité technique de réguler à moins de 2 L/s, et de la forte probabilité que l'aménagement de chaque îlot soit confié à plusieurs promoteurs, il a été retenu de prendre comme hypothèse un rejet cumulé de 8 L/s en sortie de chaque îlot qui se base finalement sur une moyenne de 4 rejets. Cette donnée d'entrée est en effet primordiale dans le dimensionnement des ouvrages publics qui récupèrent les débits de fuite privatifs.
  - Ilots moyennement denses : Gestion de la pluie décennale à la parcelle avec rejet à 10 L/s/ha et rejet vers les ouvrages publics pour les pluies comprises entre l'occurrence décennale et centennale. Les volumes non gérés dans les espaces privés entre les pluies 10 et 100 ans, se reportent automatiquement sur les espaces publics.
  - Ilots denses : Gestion de la pluie centennale dans les ouvrages publics (canal bleu et vert).

  Le mode de gestion appliqué à chaque îlot privé est précisé ci-dessous.

Schéma 44 : Mode de gestion des eaux pluviales au droit des îlots privatifs



5.4.4.3 Dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales

Sur la base des principes décrits précédemment, l'équipe de maîtrise d'œuvre a donc pu retravailler son plan d'assainissement pluvial. Compte tenu du découpage hydrologique de l'éco-quartier Flaubert, il a volontairement été retenu de réaliser une description détaillée des ouvrages d'assainissement pluvial par sous-bassin versant. Cette description s'appuie sur les résultats de la modélisation hydraulique réalisée par DHI (annexe 2) et les premières étapes du calage altimétrique menées par EGIS.

Annexe 3 : Cahier technique Bassins et Canaux (DHI – Juillet 2015)

Sous-bassin versant EUROPE – 6 ha

Dans ce secteur, les EP qui ruisselleront sur les espaces publics ainsi que les débits de fuite des ouvrages de rétention privatifs, seront récupérées via des ouvrages de collecte publics (noues ou canalisations). On rappellera que l'hypothèse prise en compte pour le rejet cumulé des ouvrages privatifs en sortie d'îlot est de 8 L/s.

Des boîtes de branchement seront mises en place par le maître d'ouvrage en limite de chaque îlot pour permettre le raccordement du débit de fuite des ouvrages privatifs sur le réseau de collecte public. A ce titre, les futurs aménageurs des îlots privés devront mettre en place un système d'assainissement capable de gérer l'intégralité de leurs ruissellements lors d'une pluie d'occurrence centennale et de réguler le débit à raison de 2 L/s/ha $_{aménagé}$ (sans toutefois passer sous la limite technique du 1 L/s pour les projets privés inférieurs à 5 000 m²). Le temps de vidange des ouvrages de rétention en devra par ailleurs pas dépasser 48 h. Ces règles en matière d'assainissement seront reprises dans les fiches de lots adressées aux futurs acquéreurs de ces emprises privées (îlots 17-18-21-22-23-24-25).

Sur le domaine public, compte tenu du manque de place et des contraintes altimétriques pour assurer un fonctionnement gravitaire du système, il a été retenu de mettre en place des ouvrages de rétention enterrés. Par ailleurs, compte tenu du contexte opérationnel associé à l'urbanisation de ce secteur, il a été préféré de s'orienter vers la création d'un ouvrage de rétention par séquence d'aménagement, ce qui explique le nombre d'ouvrages créés comparativement à la surface assainie.

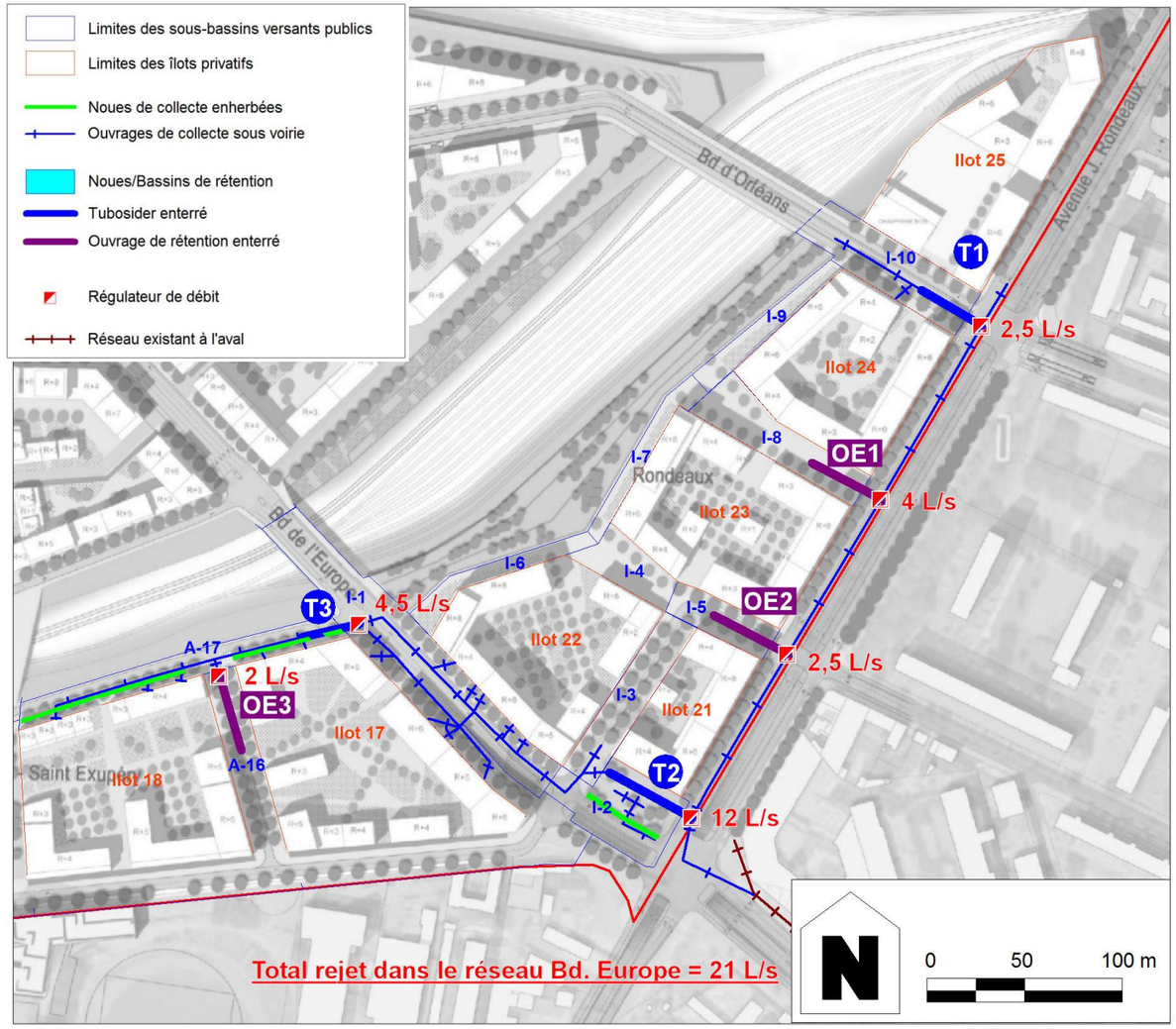
Pour des raisons altimétriques propres à ce sous-bassin versant hydraulique (important dénivelé entre l'avenue Jean Rondeaux et le faisceau ferroviaire), une partie des espaces publics ne pourra être raccordé au système d'assainissement. Il s'agit des sous-bassins versant I6 et I7 qui représentent une surface de l'ordre de 0,23 ha. Les EP ruisselées sur ces emprises rejoindront le sous-bassin versant ferroviaire au droit duquel elles seront infiltrées comme en situation actuelle.

Les données relatives aux ouvrages de gestion des eaux pluviales de ce sous-bassin versant, sont détaillées ci-dessous. On se réfèrera également au schéma ci-contre.

Tableau 7 : Caractéristiques principales des ouvrages de rétention du SBV Europe

Ouvrage de rétention	SBV gérés par l'ouvrage			Caractéristiques des ouvrages		
	Identifiant des SBV et îlots	*Surface ruisselante sans débits de fuite amont (ha)*	*Surface cumulée avec ouvrage amont (ha)*	*Volume de stockage modélisé (m³)*	*Débit de fuite réel (L/s) et diamètre de l'orifice en sortie (m)*	*Temps de vidange issu de la modélisation (h)*
Ouvrages privatifs	Ilots 21 à 25 + ½ îlots 17 et 18	4,13	4,13	Variable en fonction des îlots	8 L/s/îlot	-
Tubosider T1	I-9-10 - ½ ilot 24	0,28	0,60	147	2,54 (Ø 0.03)	23
Tubosider T2	I-1-2-3 - ilot 21 et 22 + rejet T3	1,60	3,81	354	12 (Ø 0.07)	38
Tubosider T3	A-17 - ½ ilot 17 et 18 + rejet OE3	0,08	1,19	80	4,5 (Ø 0.04)	34
Ouvrage enterré OE1	I-8 - ½ ilot 24 et 23	0,21	0,91	217	4 (Ø 0.04)	34
Ouvrage enterré OE2	I-5-4 - ½ ilot 23	0,22	0,60	149	2,5 (Ø 0.03)	16
Ouvrage enterré OE3	A-16	0,16	0,16	80	1,6 (Ø 0.04)	30
Rejet dans réseau Europe (T1+T2+OE1+OE2+îlot 25)	SBV EUROPE	6,68 ha		1 027 m³	21 L/s	Vidange < 48 h

Schéma 45 : Ouvrages de gestion des eaux pluviales du sous-bassin versant Europe



L'ouvrage enterré OE3 se rejettera dans le Tubosider T3 qui lui-même se vidangera dans une canalisation raccordée au Tubosider T2. Les ouvrages T1, T2, OE1 et OE2 se rejetteront dans une canalisation créée le long de l'avenue Jean Rondeaux et qui sera raccordée au réseau pluvial du boulevard de l'Europe.

Pour plus de précisions au sujet des caractéristiques techniques et altimétriques des ouvrages de rétention mais également des ouvrages de collecte, on se référera à la partie 5.4.4.6 qui suit et aux plans AVP fournis en annexe 3 du présent dossier Loi sur l'Eau :

- Plan des réseaux humides – Boulevard de l'Europe ;
- Plan des réseaux humides – Boulevard Béthencourt Est.

Sous-bassin versant BOURBAKI AMONT – 6 ha

Dans ce secteur, les EP qui ruisselleront sur les espaces publics ainsi que les débits de fuite des ouvrages de rétention privatifs, seront récupérées via des ouvrages de collecte publics (noues ou canalisations). On rappellera que l'hypothèse prise en compte pour le rejet cumulé des ouvrages privatifs en sortie d'îlot est de 8 L/s.

Des boîtes de branchement seront mises en place par le maître d'ouvrage en limite de chaque îlot pour permettre le raccordement du débit de fuite des ouvrages privatifs sur le réseau de collecte public. A ce titre, les futurs aménageurs des îlots privés devront mettre en place un système d'assainissement capable de gérer l'intégralité de leurs ruissellements lors d'une pluie d'occurrence centennale et de réguler le débit à raison de 2 L/s/ha $_{aménagé}$ (sans toutefois passer sous la limite technique du 1 L/s pour les projets privés inférieurs à 5 000 m²). Le temps de vidange des ouvrages de rétention en devra par ailleurs pas dépasser 48 h. Ces règles en matière d'assainissement seront reprises dans les fiches de lots adressées aux futurs acquéreurs de ces emprises privées (îlots 17-18-19-20).

Compte tenu de la faible pente sur l'ensemble profil en long de la rue de la Motte, il a été retenu de mettre en place des noues de rétention enherbées. Les deux noues amont (N1 et N2) se rejetteront dans une canalisation posée en parallèle qui récupèrera leur débit de fuite tandis que la noue aval (N3) se rejettera directement dans le bassin A.

Le bassin de rétention enherbé qui sera aménagé entre les îlots 19 et 20 constituera le premier compartiment hydraulique du canal vert (bassin A). Il se rejettera dans la même canalisation que celle qui récupère les débits de fuite des noues et rejoindra un Tubosider créé au point bas avant le raccordement sur le réseau pluvial de la rue Bourbaki.

De la même manière, sur la rive Nord du faisceau ferroviaire au croisement avec le projet des accès définitifs du Pont Flaubert, les espaces publics seront tamponnées dans un Tubosider. Cet ouvrage public récupérera les débits de fuite de l'îlot 7 uniquement.

Les données relatives aux ouvrages de gestion des eaux pluviales de ce sous-bassin versant, sont détaillées ci-contre. On se réfèrera également au schéma ci-dessous.

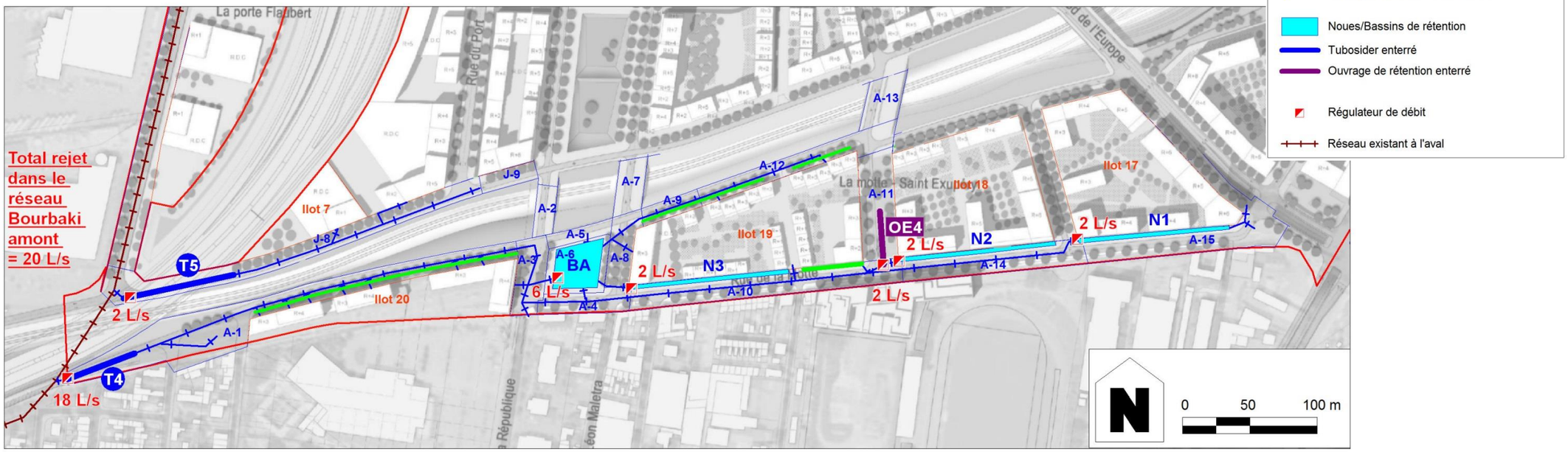
Tableau 8 : Caractéristiques principales des ouvrages de rétention du SBV Bourbaki amont

Ouvrage de rétention	SBV gérés par l'ouvrage			Caractéristiques des ouvrages		
	Identifiant des SBV et îlots	*Surface ruisselante sans débits de fuite amont (ha)*	*Surface cumulée avec ouvrage amont (ha)*	*Volume de stockage modélisé (m³)*	*Débit de fuite réel (L/s) et diamètre de l'orifice en sortie (m)*	*Temps de vidange issu de la modélisation (h)*
Ouvrages privatifs	Ilot 7 + ½ îlots 17 et 18 + Ilots 19 et 20	2,76	2,76	Variable en fonction des îlots	8 L/s/îlot	-
Noue N1	A-15	0,36	0,36	112	2 (Ø 0.04)	22
Noue N2	A-14	0,25	0,25	73	2 (Ø 0.04)	17
Noue N3	A-10	0,37	0,37	100	2 (Ø 0.04)	19
Ouvrage enterré OE4	A-11	0,21	0,21	64	2 (Ø 0.03)	17
Bassin BA	A-4-5-6-7-8-9-12-13+ 1/3 ilot 19 + rejet N3	0,69	1,39	416	6 (Ø 0.06)	45
Tubosider T4	A-1-2-3 + rejets N1, N2, N3, OE4, BA + 1/2 ilot 17 et 18 + 2/3 ilot 19 +ilot 20	1,12	5,51	650	18 (Ø 0.06)	46
Tubosider T5	J-8-9 + Ilot 7	0,47	0,72	209	2 (Ø 0.03)	48
Rejet dans réseau Bourbaki (T4+T5)	SBV BOURBAKI AMONT	6,23 ha		1 624 m³	20 L/s	Vidange < 48 h

Enfin, pour plus de précisions au sujet des caractéristiques techniques et altimétriques des ouvrages de rétention mais également des ouvrages de collecte, on se référera aux plans AVP, fournis en annexe 3 du présent dossier Loi sur l'Eau :

- Plan des réseaux humides – Boulevard de l'Europe ;
- Plan des réseaux humides – Rives Faisceau Plaine.

Schéma 46 : Ouvrages de gestion des eaux pluviales du sous-bassin versant Bourbaki amont



Sous-bassin versant PEUPLERAIE – 4 ha

Dans ce secteur, les EP qui ruisselleront sur les espaces publics seront récupérées via des ouvrages de collecte publics (noues ou canalisations). Les rejets privés s'effectueront au niveau de la rue du Port.

Des boîtes de branchement seront mises en place par le maître d'ouvrage en limite de l'îlot 6 pour permettre le raccordement du débit de fuite des ouvrages privatifs sur le réseau de collecte public. A ce titre, les futurs aménageurs de cet îlot devront mettre en place un système d'assainissement capable de gérer l'intégralité de leurs ruissellements lors d'une pluie d'occurrence décennale et de réguler le débit à raison de 10 L/s/ha aménagé (sans toutefois passer sous la limite technique du 1 L/s pour les projets privés inférieurs à 1 000 m²). Le temps de vidange des ouvrages de rétention en devra par ailleurs pas dépasser 24 h. Le dispositif de surverse des ouvrages de rétention devra être dimensionné pour faire transiter une pluie d'occurrence centennale. Ces règles en matière d'assainissement seront reprises dans les fiches de lots adressées aux futurs acquéreurs de ces emprises privées (îlots 17-18-19-20).

Les 2 bassins de la Peupleraie seront en mesure de tamponner les eaux ruisselées sur le domaine public du sous-bassin versant ainsi que le surplus d'eau en provenance de l'îlot 6 en cas d'épisode pluvieux compris entre l'occurrence décennale et centennale.

Le boisement humide de la Peupleraie, sera constitué de deux emprises de stockage réparties de part et d'autre de la future voie BHNS centrale.

Tableau 9 : Caractéristiques principales du boisement humide de la Peupleraie

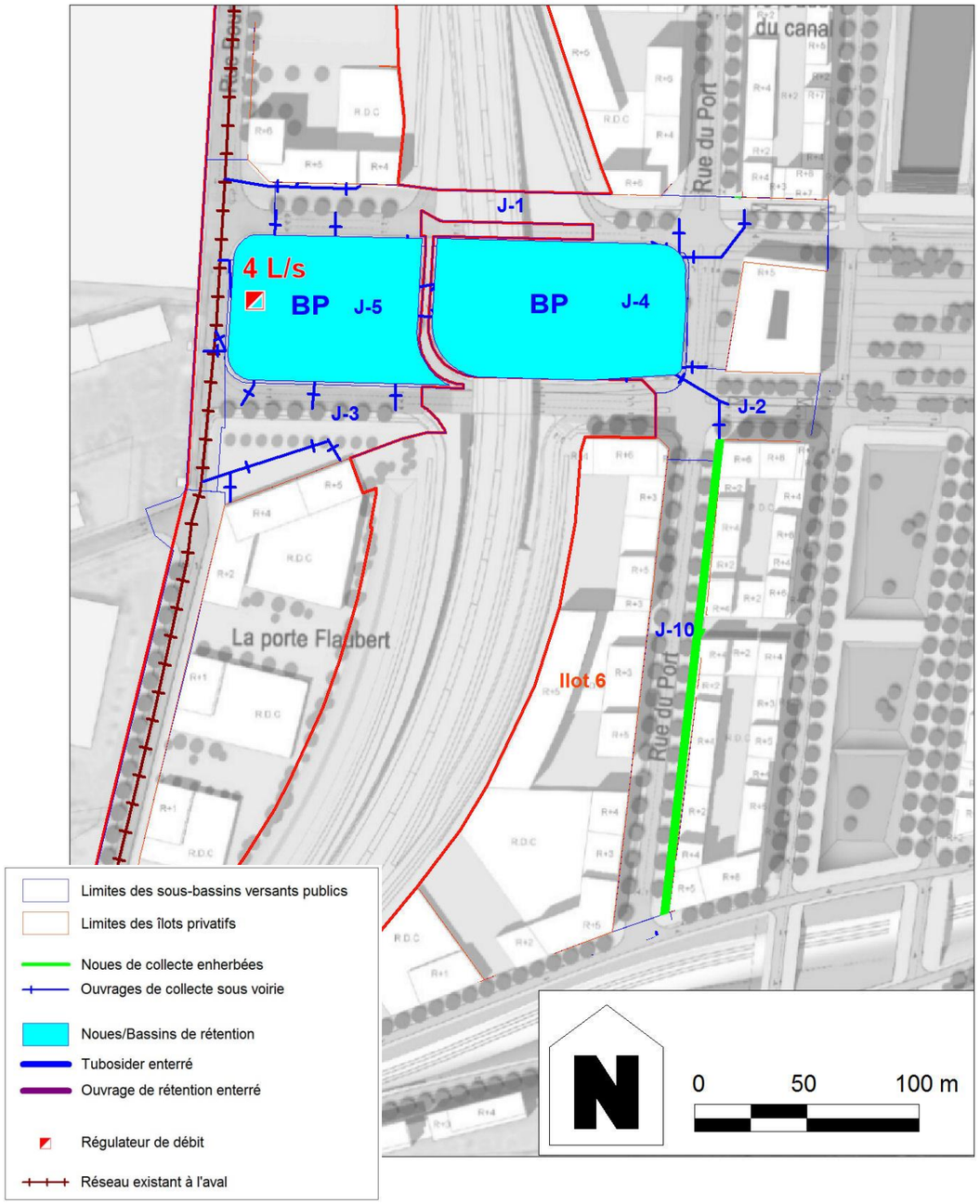
Ouvrage de rétention	*Identifiant des SBV*	*Surface ruisselante publique (ha)*	*Surface totale collectée (ha)*	*Volume de stockage décennal (m³)*	*Volume de stockage centennal (m³)*
Bassins BP	Ilot 6 + J-1-2-3-4-5-10	3	4,26	1 300	1 800

Les caractéristiques dimensionnelles de cet ouvrage sont :

- Infiltration : 4,32mm/h ;
- Deux compartiments de stockage avec niveau de fond différent :
  - Compartiment amont (Peupleraie 1) :
    - Fond de bassin : 5.20 m NGF
    - Surface d'infiltration : 2 700 m²
    - Hauteur d'eau pour la pluie décennale : 36 cm
    - Hauteur d'eau pour la pluie centennale : 45 cm
    - Temps de vidange du volume centennal : 83 h
  - Compartiment aval (Peupleraie 2) :
    - Fond de bassin : 5.10 m NGF
    - Surface d'infiltration : 2 300 m²
    - Hauteur d'eau pour la pluie décennale : 8 cm
    - Hauteur d'eau pour la pluie centennale : 15 cm
    - Temps de vidange du volume centennal : 18 h
- Rejet à débit régulé de 4 L/s vers le réseau pluvial existant de la rue Bourbaki pour des pluies comprises entre l'occurrence décennale et l'occurrence centennale.

Pour plus de précisions au sujet des caractéristiques techniques on se référera à la partie 5.4.4.6.

Schéma 47 : Ouvrages de gestion des eaux pluviales du sous-bassin versant Peupleraie



Sous-bassin versant CANAL BLEU ET VERT – 25 ha

Dans ce sous-bassin versant, les EP qui ruisselleront sur les espaces publics sont récupérées via des ouvrages de collecte (noues ou canalisations) permettant leur acheminement vers les bassins de l'axe vert et bleu.

Compte tenu de la densité du tissu urbain au sein de cette unité hydraulique, aucune obligation ne sera imposée aux aménageurs privés en matière de stockage des eaux pluviales. Ces derniers seront uniquement tenus de raccorder leur dispositif de collecte aux boîtes de branchement mises en place par la SPL en limite d'îlot.

Pour les îlots 4 et 5 situés entre le projet routier du Pont Flaubert et la rue du Port, la densité de bâtiment étant moindre, il a été retenu d'imposer une rétention à la parcelle pour la pluie décennale avec une régulation sur le domaine public à hauteur de 10 L/s/ha aménagé.

Les bassins de l'axe vert et bleu assureront donc ensuite le tamponnement des eaux pluviales ruisselées sur le domaine public de ce sous-bassin versant, mais également celles issues des îlots privés et le surplus d'eau en cas de pluie supérieure à la décennale pour les îlots 4 et 5.

L'axe vert et bleu est constitué d'une succession de 8 bassins (dont 4 bassins en eau et 4 bassins végétalisés) qui assurent le stockage des eaux pluviales (EP) collectées au cœur du projet avant rejet régulé en Seine via un bras de décharge. A ce titre, il convient de noter que :

- Seul le bassin I (bras de décharge), en lien direct avec la Seine, est soumis au marnage quotidien du fleuve. Ce bassin n'est pas compatibilisé dans le dispositif de gestion des eaux pluviales ;
- Compte tenu des dispositifs de rejet (absence de clapet anti-retour, côte des orifices de régulation et des surverses), la Seine remonte dans les bassins H et G lors des fortes marées (côte de marée > 4,12 m NGF). Le reste du temps, ces bassins présentent un niveau d'eau fixe variant uniquement lors des épisodes pluvieux (montée en charge avant rejet régulé en Seine). Le volume de battance disponible (incluant l'inondation des promenades basses) est dimensionné pour assurer la gestion d'une pluie centennale ;
- Les bassins de la coulée verte sont basés sur un double fonctionnement visant à diminuer l'inondation des emprises fonctionnelles (prairies, plateau sportif, zone naturelle, …). Aussi, ils disposent d'une noue périphérique, à l'Ouest, assurant la gestion du premier flot. Les emprises fonctionnelles seront mobilisées uniquement lorsque la capacité de la noue sera dépassée.

Tableau 10 : Caractéristiques des bassins du canal bleu et vert

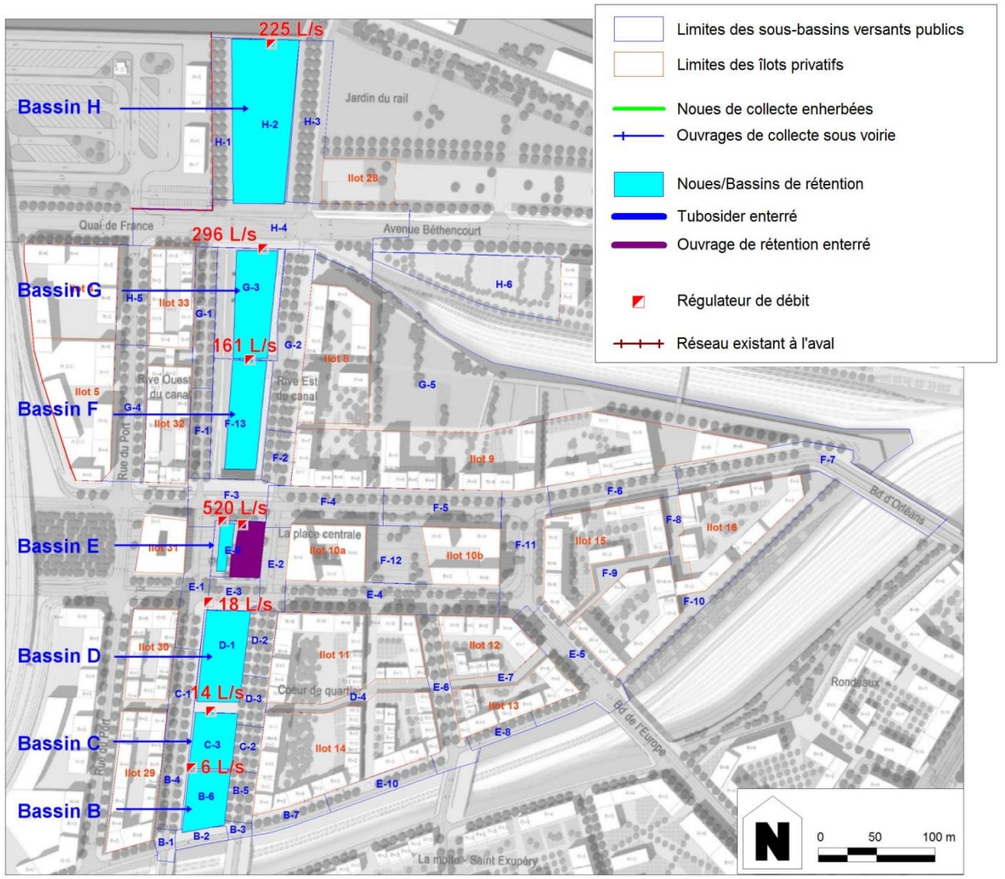
Bassin	B	C	D	E	F	G	H
SBV collectés	B1-2-3-(1/2)4-5-6-7	C3-1/2B4 - ilot29	C1-2 D1-2-3	Ilot-30-11-12-14-13 E1-2-3-9-4-6-10-7-5-8-D2	Ilot 16-15-9-31-10-F-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12	Ilot8-32 G1-2-3-4-5	Ilot-28-33-4-5 H1-2-3-4-5-6
Surface gérée (ha)	0,65	0,67	0,84	5,40	7,99	4,65	4,89
Surface gérée cumulée (ha)	0,65	1,32	2,16	7,56	15,55	20,20	25,09
Volume de stockage (m³)	180	185	285	975	4845	740	1440
Orifice de fuite (m)	Ø 0.2 vanné à 0.05	Ø 0.2 vanné à 0.05	Ø 0.3	2 x Ø 0.3	10 x (0.3x0.6)	Surverse de 32m	0.4x1.5
Débit de fuite (L/s)	6	14	18	520	161	296	225
Vidange (h)	17	10	48	21	33	39	39
Fond de bassin (m NGF)	10.45	9.20	7.25	6.10	3.50 avec une surprofondeur à 3.00 sur 10 m de large	2.20 avec une surprofondeur à 1.90 sur 10 m de large	2.20 avec une surprofondeur à 1.90 sur 18 m de large
Hauteur d'eau permanente (m)	0	0	0	0	2	2	2
Hauteur d'eau maximale (m)	0,5	0,5	0,5	0,6	2,5	2,7	2,7

Les 8 bassins fonctionnent en cascade avec canalisation de liaison, orifice de fuite calibré en fonction des surfaces captées et des débits autorisés, et ouvrages de surverse pour assurer les écoulements en cas de fortes précipitations. Aussi, pour tenir compte des épisodes pluvieux exceptionnels, le nivellement des espaces publics de ces secteurs est réalisé de manière à ce que les eaux soient dirigées successivement vers les différents bassins puis vers la Seine.

Les principales dimensionnelles des ouvrages qui composent le canal bleu et vert (hors bassin A), sont détaillées dans le tableau ci-dessous. Pour plus de précisions au sujet des caractéristiques techniques et altimétriques des ouvrages de rétention mais également des ouvrages de collecte, on se référera à la partie 5.4.4.6 et aux plans AVP, fournis en annexe 3 du présent dossier Loi sur l'Eau :

- Plan des réseaux humides – Canal bleu Nord ;
- Plan des réseaux humides – Canal bleu Sud et Place centrale.

Schéma 48 : Ouvrages du canal bleu et vert et découpage en sous-bassins versants



SBV Bourbaki / Quai France / Béthencourt/Rondeaux – 11 ha

Ce sous-bassin versant concerne en majeure partie, les principales voies de circulation existantes qui entourent le projet d'éco-quartier Flaubert (rue Bourbaki, Quai France, boulevard Béthencourt, avenue Jean Rondeaux).

Au droit de ces emprises publiques, le projet prévoit de réaliser une requalification des aménagements existants. Etant donné qu'il ne vient pas modifier l'occupation des sols actuelle et qu'un dispositif d'assainissement pluvial est d'ores et déjà en place, il a été retenu en concertation avec la DDTM et le service Assainissement de la Métropole, de pérenniser le mode de fonctionnement hydraulique actuel.

On notera toutefois que certains îlots, créés dans le cadre du présent projet d'éco-quartier, viendront se rejeter en situation future dans ce réseau pluvial. Il s'agit :

- Des îlots situés le long de la rue Bourbaki (îlots 1, 2 et 3) ;
- Des îlots situés le long de l'avenue Béthencourt (îlots 26 et 27) ;
- De l'îlot situé sur la partie Nord de l'avenue Jean Rondeaux (îlot 25).

Pour rappel, les aménageurs privés seront tenus de stocker leurs eaux pluviales pour une pluie d'occurrence centennale et de réguler leur débit de fuite vers le réseau public à hauteur de 2 L/s/ha.

SBV Quais de Seine – 22 ha

Comme cela a été précisé précédemment, les aménagements sur les quais de Seine et la presqu'île Rollet ont déjà en grande partie été réalisés (16 ha sur 22). Le système d'assainissement pluvial qui a été mis en place est décrit dans la partie 5.3.2.

En ce qui concerne le reste des emprises à aménager au sein de ce sous-bassin versant, on indiquera que :

- Pour le secteur de la presqu'île Rollet, le principe d'assainissement sera équivalent à ce qui a été mis en place dans le cadre de la première tranche de travaux réalisée sur la partie Nord, à savoir une collecte des ruissellements via une noue en pied de butte forestière qui se rejettera dans le bassin aux Bois sans tamponnement préalable.
- Pour le secteur du Jardin du Rail, le principe d'assainissement sera équivalent à ce qui a été mis en place dans le cadre de l'aménagement du parking de la SMAC, à savoir une collecte/rétention dans des noues végétalisées capables de gérer une pluie d'occurrence centennale et régulant le débit à 2 L/s/ha dans le réseau existant qui se rejette en Seine. Les deux noues restant à réaliser, seront aménagées dans la continuité des noues existantes. Leurs caractéristiques sont présentées ci-dessous.

Tableau 11 : Caractéristiques des noues du Jardin du Rail et du parking de la SMAC

Surface assainie	3,15 ha
Débit de fuite	6 L/s
Linéaire cumulé de noue	1,03 km
Volume total de stockage existant	879 m³
Volume total de stockage final	1 210 m³

SBV Emprise ferroviaires – 9 ha

Les eaux pluviales au droit des emprises ferroviaires seront gérées par infiltration comme c'est le cas actuellement.

Schéma 49 : Ilots privatifs raccordés directement au réseau pluvial existant

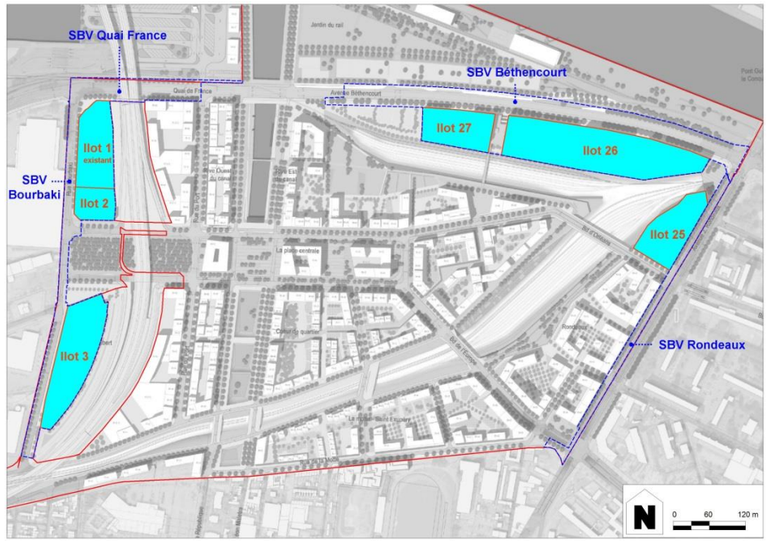
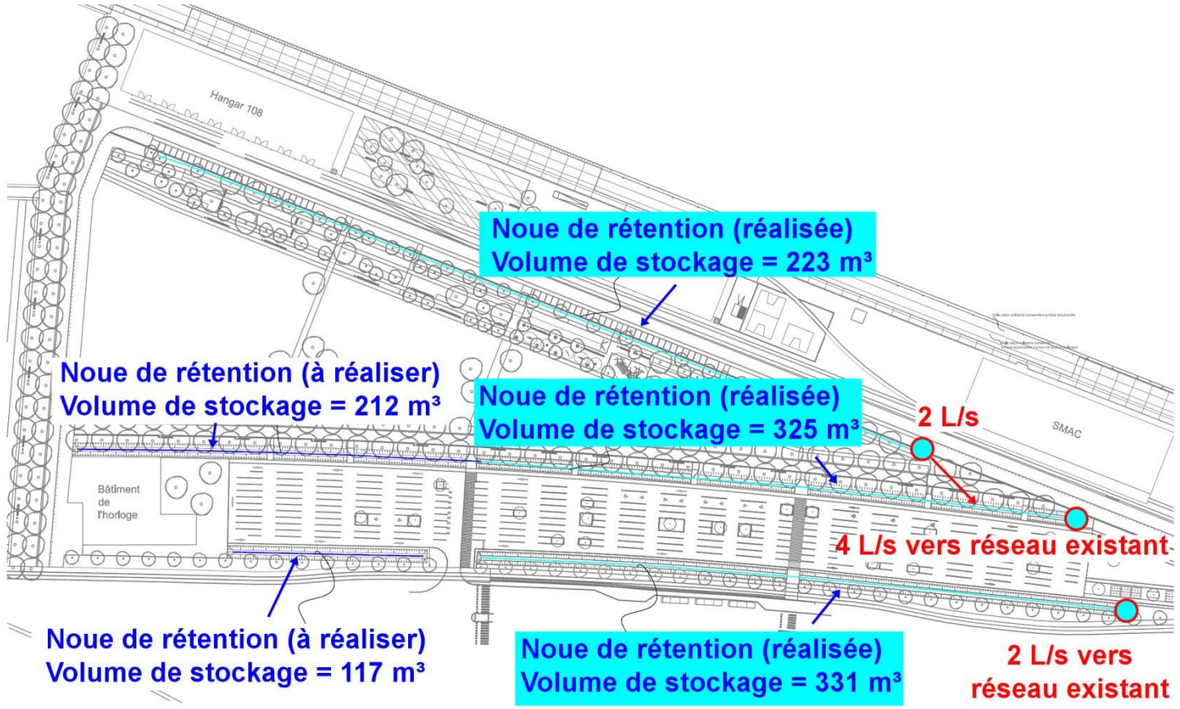


Schéma 50 : Noues de rétention du Jardin du Rail et du parking de la SMAC



5.4.4.4 *Abattement de la charge polluante contenue dans les eaux pluviales*

Hormis des installations spécifiques justifiées par la présence récurrente d'hydrocarbures (station-service, aires de dépotage), où la concentration d'hydrocarbures peut être importante, les systèmes classiques de séparateurs à hydrocarbures sont globalement peu efficaces.

Aussi, dans le cadre du présent projet d'éco-quartier, il a été retenu de mettre en place les systèmes de traitement suivants :

- *Dispositifs prétraitement intégrés aux ouvrages de collecte*

  Pour les différents aménagements du quartier, la collecte gravitaire des eaux pluviales sera assurée à l'aide de techniques classiques (grilles, avaloirs, bouche d'engouffrement, canalisations …) et de techniques alternatives (types noues paysagères ou noues urbaines).

  Ces ouvrages permettront de véhiculer les eaux collectées vers l'exutoire identifié, à savoir le réseau enterré existant ou l'axe vert et bleu, avant que celles-ci ne soient rejetées en Seine. Du point de vue qualitatif, il convient de préciser que ces ouvrages permettent d'assurer un prétraitement des eaux collectées :

  - Les avaloirs de récupération des eaux de voiries seront associés à des regards décantés permettant un prétraitement à la source par sédimentation des matières en suspension (MES) et des différents polluants qu'elles véhiculent ;
  - Les noues urbaines et paysagères permettent un prétraitement des eaux qui sont filtrées au travers de la végétation qu'elles accueillent. De plus, les noues seront associées à la mise en place d'un regard décanté en sortie d'ouvrage permettant de compléter ce prétraitement par une décantation des MES.

- *Dispositifs de traitement au sein et en sortie d'ouvrages de rétention*

  Au sein du projet, la rétention et le traitement des eaux pluviales sont assurés par certains ouvrages de collecte (ouvrages enterrés ou noues de stockage) et/ou dans deux ouvrages principaux (la Peupleraie ou les bassins de l'axe vert et bleu).

  - Ouvrages enterrés et Tubosider :

    Il s'agit de canalisations de stockage de gros diamètre posées à plat, avec dispositifs de visite, décantation avant rejet, régulateur de débit, surverse et vanne de confinement. Ces ouvrages de stockage assurent un traitement des eaux pluviales par décantation.

  - De noues de stockage :

    Il s'agit de noues équipées, à intervalle régulier, d'éléments maçonnés ou de gabions qui assurent une fonction de redans et permettent de compartimenter l'ouvrage en plusieurs casiers de stockage fonctionnant en cascade (surverse de l'amont vers l'aval). Ces ouvrages de stockage assurent un traitement des eaux pluviales par décantation et filtration au travers des végétaux implantés dans les noues. Ils se déversent dans des avaloirs à grille décantés et siphonnés qui permettent une seconde phase de traitement des eaux.

  - La Peupleraie :

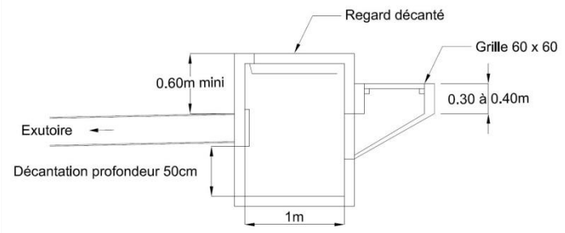
    L'espace public végétalisé de la Peupleraie (cuvette d'environ 1,3 ha) est localisé dans la partie Ouest de l'anneau de circulation (secteur d'échange avec la liaison SUDIII / Pont Flaubert).

    Il y garantit la gestion des eaux de voirie qui sont collectées via un réseau d'avaloirs à grille décantés et siphonnés (assurant un prétraitement). Les caractéristiques de cet aménagement s'appuient sur un fonctionnement double incluant le stockage et l'infiltration des eaux pluviales jusqu'à une pluie d'occurrence décennale. Dans ce cas, la Peupleraie n'engendre pas de rejets dans le réseau.

    La zone de la Peupleraie assure donc un traitement des eaux par décantation et filtration au travers des diverses espèces végétales qui y sont implantées et des sols au niveau de la zone d'infiltration.

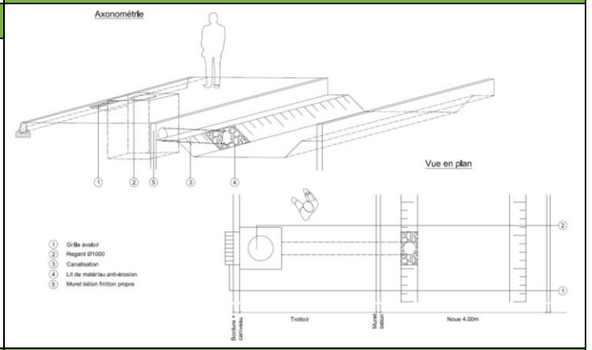
Schéma 51 : Illustrations de principe des ouvrages de collecte (Equipe : OSTY - ATTICA - EGIS – BURGEAP)

Exemple de noue végétalisée



Coupe de principe d'un avaloire à regard décanté

Exemple de noue urbaine



Axonométrie et vue en plan d'un dispositif de collecte en rejet dans une noue

Le Canal Vert et Bleu :

La décantation et la filtration des première arrivées d'eau dans le canal vert (jusqu'à la pluie d'occurrence quinquennale) sera assurée par les substrats suivants :

- Dans les bassins B et D : une noue paysagée longeant le talus Ouest ;
- Dans le bassin C : deux emprises paysagères décaissées avec substrat en fond de bassin.

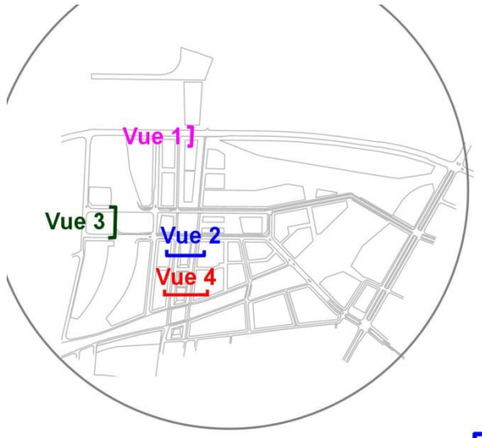
En sortie du bassin D, le système de régulation sera complété par :

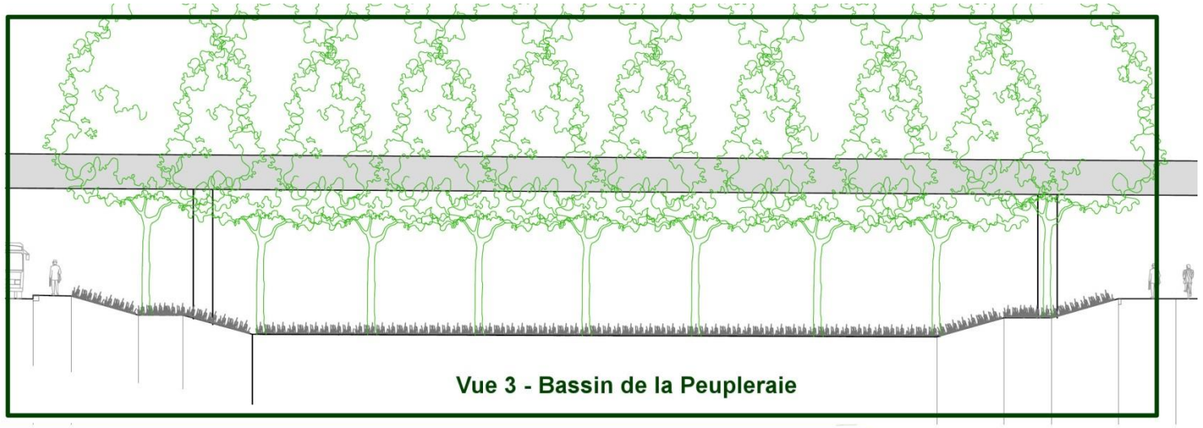
- Un décanteur/dessableur positionné après le régulateur assurant une retenue des fines avant rejet dans le bassin en eaux permanentes dimensionné sur la base du débit de fuite régulé ;
- Un dégrilleur pour piéger les flottants.

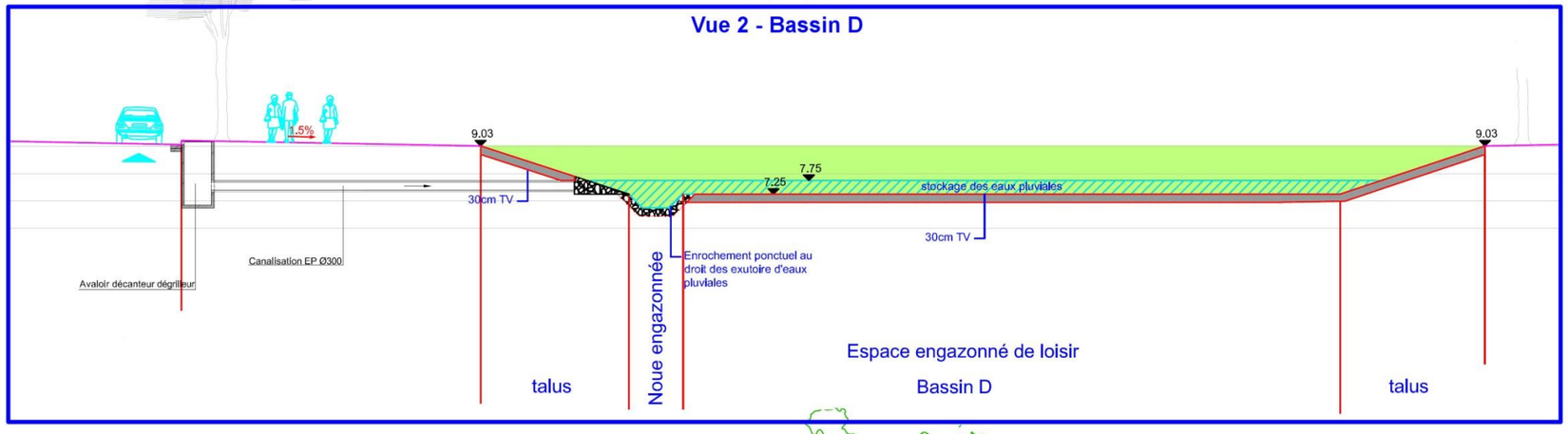
Ensuite au niveau des bassins en eau du canal bleu, les eaux subiront un traitement par décantation.

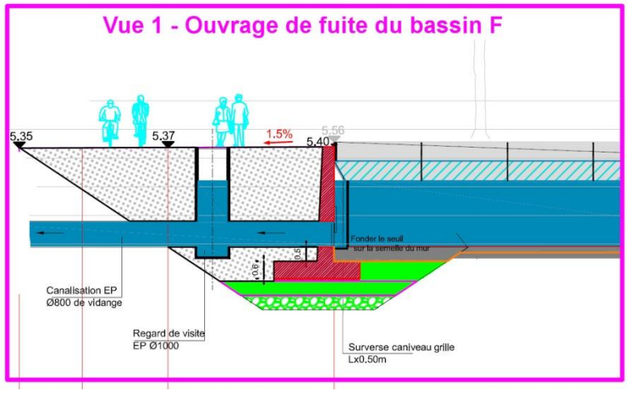
On précisera qu'à l'aval de ces canaux, en amont du boulevard Béthencourt, le système de régulation sera équipé d'une vanne guillotine d'isolement pour ainsi garantir le confinement des bassins en cas de pollution accidentelle.

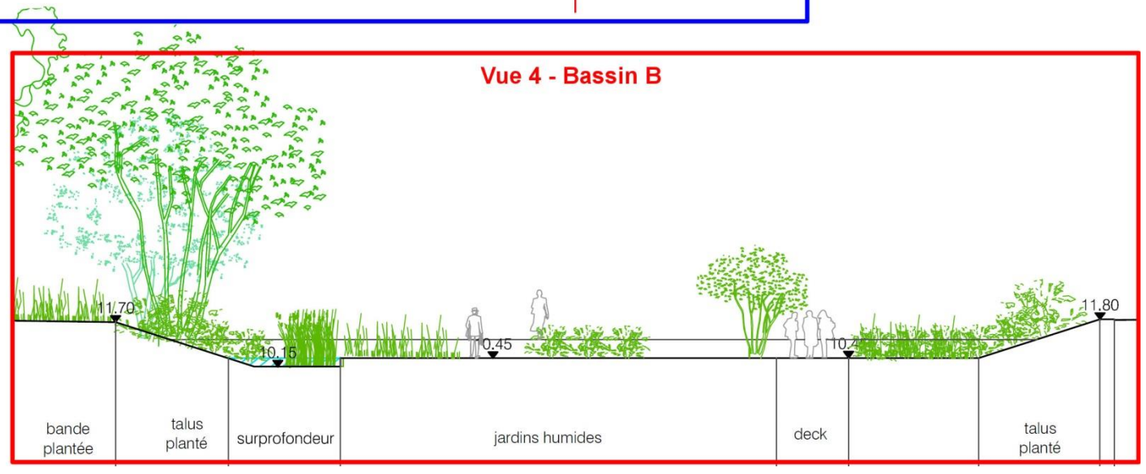
Schéma 52 : Vues en coupes des principes de traitement qualitatifs des eaux pluviales mis en place au sein de l'éco-quartier Flaubert











5.4.4.5 *Fonctionnement futur du canal en période de crue*

Hypothèses prises en compte

Pour rappel, le fonctionnement des différents bassins composant le canal bleu/canal vert a été dimensionné par DHI dans le rapport qui est fourni en annexe 2.

Ce modèle a dans un premier temps pris en compte une pluie de projet de période de retour 100 ans associée à deux niveaux de marée à 4.12 m NGF et 5.33 m NGF.

Dans un deuxième temps, le modèle a pris en compte trois années de pluie réelle pour permettre d'appréhender le fonctionnement de l'ensemble des bassins d'une manière plus globale en intégrant la variabilité des conditions hydrométéorologiques extérieures.

Le modèle associe aux données de pluie réelle des hauteurs d'eau de la Seine modélisées sous forme de condition aval et des valeurs d'évapotranspiration pour les bassins en eau. Ces données pluviométriques sont issues de la station de Rouen Boos et correspondent aux années :

- 1995 (année humide) ;
- 2002 (année moyenne) ;
- 2003 (année sèche).

A titre d'information, il s'agit des années retenues pour le schéma directeur d'assainissement de la Métropole.

Ainsi, dans cette configuration, le projet est replacé dans des conditions hydrologiques réelles intégrant ainsi les phénomènes de surcotes météorologiques dans l'estuaire de la Seine.

Fonctionnement en période de crue

L'étude hydraulique menée par DHI a montré que les caractéristiques volumétriques, les altimétries du projet au stade AVP, le dimensionnement des ouvrages de régulation hydraulique et l'ordonnancement des ouvrages pour les bassins B à F étaient conformes aux objectifs fixés pour le mode de gestion des eaux pluviales retenus.

Il a été pris en compte pour les bassins G et H un marnage de 70 cm assurant une efficacité optimale du fonctionnement des bassins. La côte de retenue normale est ainsi fixée à 4.20 m NGF et la côte de Plus Hautes Eaux est fixée à 4.90 m NGF.

Ces côtes sur les bassins G et H permettent de garantir un fonctionnement hydraulique en adéquation avec les objectifs de rejet fixés pour le projet pour la crue de projet et la marée de projet.

Les conclusions de l'étude de DHI déterminent des côtes maximales pour la marée maximale (5.33 m NGF) et la crue centennale de projet fixées à :

- Bassin G : 5.40 m NGF ;
- Bassin H : 5.13 m NGF.

Ces cotes demeurent inférieures aux cotes des PHE de la Seine relatives au PPRI (5.65 m NGF).

Cela implique par conséquent une inondabilité de la promenade basse mais également des talus et risbermes, et ponctuellement des mails partagés des bassins G et H.

On notera toutefois que cette concomitance de niveaux en Seine élevés et de crue centennale sur l'éco-quartier présente une période de retour supérieure à 100 ans.

Tableau 12 : Fonctionnement des bassins du canal vert et bleu en période de crues

		Bassin B	Bassin C	Bassin D	Bassin E superficiel	Bassin E enterré	Bassin F	Bassin G	Bassin H
Volume de stockage (m³)		180	185	285	765	210	4845	740	2195
Côte TN (m NGF)		11.10	10.00	8.25	7.26	7.30	6.10	5.40	5.13
Fond de bassin (m NGF)		10.45	9.20	7.25	6.10	6.10	3.00	1.90	1.90
Côte de surverse (m NGF)		10.95	9.70	7.75	6.70	6.70	6.00	4.90	4.90
Pluie centennale	Niveau d'eau dans le bassin (m NGF)	10.64	9.40	7.43	6.67	6.59	5.64	4.39	4.38
	Delta pour la marée de -0.12 m NGF	-0,31	-0,3	-0,32	-0,03	-0,11	-0,36	-0,51	-0,52
	Delta pour la marée de 4.12 m NGF	-0,31	-0,3	-0,32	-0,03	-0,11	-0,36	-0,51	-0,52
	Delta pour la marée de 5.33 m NGF	-0,31	-0,3	-0,32	-0,03	-0,11	-0,18	+0,44	+0,43
Pluie trentennale	Niveau d'eau dans le bassin (m NGF)	10.60	9.35	7.40	6.64	6.55	5.53	4.36	4.36
	Delta pour la marée de -0.12 m NGF	-0,35	-0,35	-0,35	-0,06	-0,15	-0,47	-0,54	-0,54
	Delta pour la marée de 4.12 m NGF	-0,35	-0,35	-0,35	-0,06	-0,15	-0,47	-0,54	-0,54
	Delta pour la marée de 5.33 m NGF	-0,35	-0,35	-0,35	-0,06	-0,15	-0,22	+0,44	+0,43

L'actualisation de la modélisation sur la base de l'AVP de juillet 2015 qui a été réalisée par DHI et qui est présentée dans le tableau ci-dessus, permet de mettre en évidence deux types de résultats :

- Les cases vertes : il s'agit des bassins pour lesquels le niveau d'eau, lors d'une pluie d'occurrence centennale ou trentennale, est inférieur au niveau de surverse ;
- Les cases rouges : il s'agit des bassins (G et H) pour lesquels la côte de la marée à 5.33 m NGF est supérieure à la côte de surverse de l'ouvrage. Dans ce cas précis, et de manière générale pour toute marée supérieure à 4.90 m NGF, la Seine « surversera » dans ces deux compartiments.

Les conclusions qui peuvent être tirées grâce à l'étude de DHI, sont finalement les suivantes :

- ***Comportement pour la crue de dimensionnement (pluie 100 ans + marée à 4.12 m NGF) :***
  - Bon comportement global pour la marée de projet ;
  - Niveau d'eau dans les bassins optimisé ;
  - Impact positif de la prise en compte des réseaux dans la modélisation (hydrologie, noues,…) ;
  - Débit de fuite du système de 225 L/s légèrement inférieur à l'objectif de 10 L/s/Ha.
- ***Comportement lors de fortes marées (marée à 5.33 m NGF) :***
  - Ligne d'eau des bassins G et H impactée par les niveaux de marée supérieurs à 4.90 m NGF ;
  - Débordement du bassins H possible lors de forte marée supérieures à 5.33 m NGF.

5.4.4.6 Caractéristiques techniques des ouvrages hydrauliques

Sur la base des principes précédemment décrits (gestion des eaux pluviales et prise en compte du risque d'inondation) et en tenant compte du dimensionnement réalisé par le biais de la modélisation, l'équipe de maîtrise d'œuvre a donc pu travailler au fur et à mesure de l'avancement de la conception sur la création d'un système d'assainissement pluvial adapté aux contraintes techniques du site. Les plans des réseaux humides sont fournis en annexe 3 au stade AVP de la conception du projet, et sont présentés dans les paragraphes qui suivent.

Annexe 4 : Plans des réseaux humides (EGIS – Juillet 2015)

Ouvrages sous voirie

Pour rappel, les ouvrages de collecte (noues enherbées et canalisations sous voirie), seront dimensionnés pour gérer un épisode pluvieux d'occurrence centennale de forte intensité (30 min). Ce dimensionnement des réseaux a été établit suivant la méthode de Caquot sur la base du calcul des bassins versants urbains. Ce dimensionnement est annexé au présent document. Le schéma ci-contre permet néanmoins d'appréhender les diamètres des principales branches du réseau de canalisations au sein de l'éco-quartier Flaubert.

Pour le tamponnement des eaux pluviales rejetées dans les réseaux existants (SBV Europe, SBV Bourbaki amont), il est prévu la mise en place de canalisations de stockage de gros diamètre (Ø 1500 à 2000 mm) posées à faible pente, avec dispositifs de visite, décantation avant rejet, régulateur de débit à flotteur, surverse. Ces canalisations seront lestées, si besoin en fonction de la profondeur de la nappe, par une dalle en béton armé. On précisera par ailleurs que pour toutes les canalisations de collecte situées en zone inondable, les avaloirs et grilles seront équipés de clapets anti-retour.

Noues de collecte ou rétention enherbées

Le projet développe également un principe de noue pour récupérer les eaux pluviales de voiries et de certains îlots. Ces noues ont principalement une fonction de transit sans rétention ou de rétention non imperméabilisée (SBV Bourbaki amont) avant rejet dans les réseaux ou le canal. Selon les secteurs et les profils de voirie, les noues auront des profils variables et des fonctions variables :

- **Noues de la place urbaine Nord** : noue urbaine de 4 m de large avec double muret de soutènement béton de hauteur 0,40 m et surprofondeur talutée à 0,80 m. L'ensemble sera végétalisé et assurera la reprise des eaux pluviales du trottoir et de la voirie. Le trottoir Nord et la voie BHNS seront gérés dans un réseau enterré. L'exutoire de cette noue sera équipé d'un clapet anti-retour pour limiter les contraintes liées aux remontées des eaux dans les bassins lors des évènements pluvieux et grandes marées cumulés.
- **Noues du boulevard d'Orléans** : noue urbaine de 4 m de large avec double muret de soutènement béton de hauteur 0,40 m et surprofondeur talutée à 0,80 m. L'ensemble sera végétalisé et assurera la reprise des eaux pluviales du trottoir Sud et de la voirie BHNS sud. Le trottoir Nord et la voirie Nord seront gérés dans un réseau enterré.
- **Noues de la rue de la Motte** : noue urbaine de 3 m de large avec muret de soutènement béton de hauteur 0,40 m et surprofondeur côté façade à 0,80 m. L'ensemble sera végétalisé et assurera la reprise des eaux pluviales de toute l'assiette de chaussée. Les eaux issues de ces noues seront régulées avant rejet dans les réseaux enterrés. Les profils de ces noues assureront la rétention réglementaire avec une lame d'eau de l'ordre de 50 cm pour une pluie d'occurrence centennale.
- **Noues des faisceaux ferrés Sud** : noue paysagère de 2 m de large avec un profil en « V » de profondeur 0,30 m. L'ensemble sera végétalisé et assurera la reprise des eaux pluviales de toute l'assiette de chaussée. L'étude de modélisation des réseaux de DHI a préconisé pour la gestion d'une pluie d'occurrence centennale la réalisation d'une noue de largeur 3 m et de hauteur d'eau 50 cm. Cette préconisation sera intégrée en phase PRO.

Pour les arrivées et les sorties de noue, il sera mis en œuvre des réservations dans les murs en L pour les canalisations. En pied de chaque arrivée, des enrochements seront mis en œuvre afin de protéger les sols du ravinement. Pour la noue paysagère, les écoulements seront assurés par des interruptions dans les bordures.

Pour les sorties de noues urbaines, les ouvrages d'évacuation seront équipés d'une grille caillebotis pour retenir les déchets. Pour les noues paysagères, un regard à grille décanté sera positionné en fond de noue et relié sur le réseau enterré projeté. Les franchissements de ces noues seront réalisés par la construction de ponceaux.

Schéma 53 : Synthèse des diamètres de canalisation mis en place dans l'éco-quartier

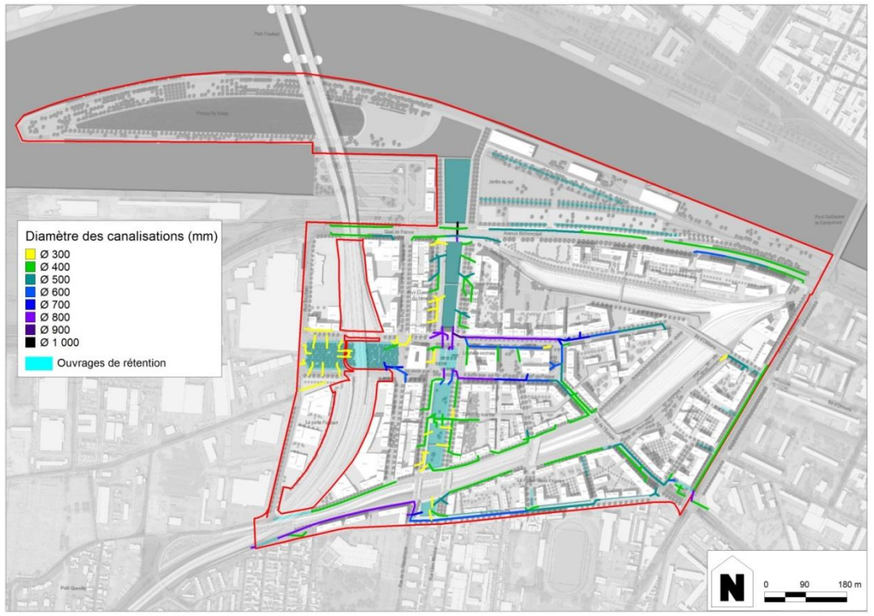
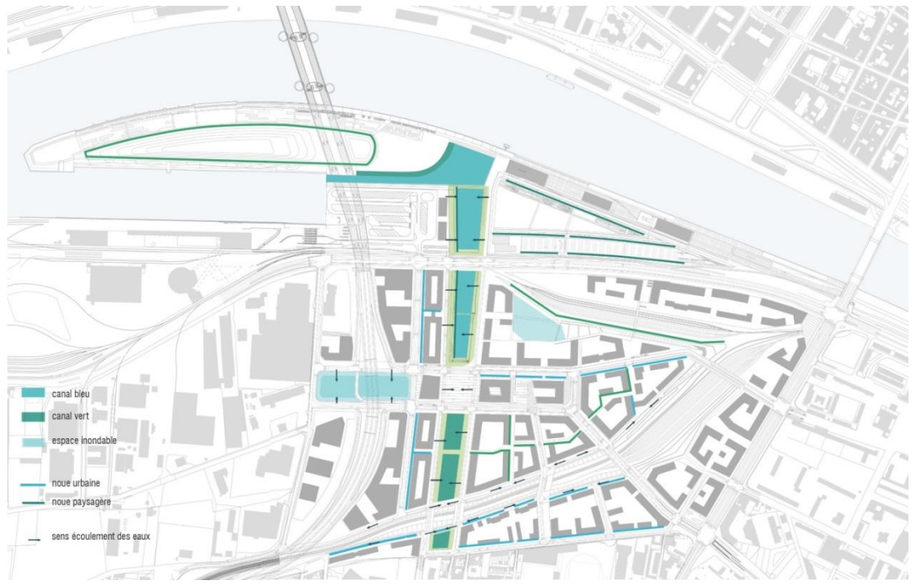


Schéma 54 : Localisation des noues paysagères et noues urbaines de l'éco-quartier



Boisement humide de la Peupleraie

Les caractéristiques dimensionnelles du boisement humide de la Peupleraie ont été décrites précédemment.

La conception de l'ouvrage répond au besoin de rejets multiples périphériques des eaux de ruissellements des voiries attenantes. Le ruissellement s'opère comme suit :

1. Les eaux de voiries seront acheminées directement vers la zone de décantation. Des avaloirs à grille décantés et siphonnés assureront la récupération des eaux. À l'intérieur de ces avaloirs seront mis en œuvre des systèmes de dégrillage pour piéger les flottants.
2. À l'exutoire des collecteurs, des zones de sédimentation seront aménagées. Ces zones seront étanchées par une géomembrane avec pour double objectif de gestion de la sédimentation et de confinement d'une pollution accidentelle et réalisées en matelas gabions végétalisés entourées de murs gabions permettant une surverse. Elles concentreront la sédimentation en des points localisés pour faciliter l'exploitation.
3. La surverse se déversera dans une zone inondable plantée de deux rangées successives de fascines permettant une filtration avant rejet. Entre ces deux rangées sera aménagée une voirie d'entretien en terre pierre pour l'entretien.

Sous la voie BHNS compte tenu de l'emprise de la canalisation d'eaux pluviales des ouvrages d'accès au Pont Flaubert détaillée ci-dessous, la liaison entre bassin est opérée en siphon.

Le passage successif des ruissellements dans les zones de sédimentation plantées et les filtres de fascines assurera le traitement des ETM (éléments traces métalliques) et la dégradation des HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique) par captation.

Concernant le traitement des ETM par les plantes, il a été mis en évidence que la dégradation de ces composants est essentiellement liée dans un premier temps à la capacité de sédimentation et de filtration puis dans un second temps la dégradation par la synergie macrophytes/micro-organismes bactériens et fongiques. Ce sont dans les organes souterrains et en particulier les racines où les concentrations en ETM sont les plus fortes. L'action de la plante dans la dégradation des ETM est essentiellement indirecte : l'oxygénation du milieu (et donc des conditions physico-chimique) permet les processus de précipitation d'oxy-hydroxydes ferriques autour des racines pour former la plaque ferrique, ce qui permet de fixer des quantités importantes d'éléments métalliques.

Concernant les hydrocarbures et plus particulièrement les HAP, leur dégradation peut être réalisée par la présence de micro-organismes sous condition aérobie.

Ainsi, « la dégradation des HAP peut être favorisée par les apports en oxygènes apportés par les plantations type roseaux qui créent un environnement propice au développement des bactéries aérobies ».

Il est proposé de mettre en place un suivi et une expérimentation selon plusieurs typologies de plantes afin de définir le taux d'abattement des polluants de l'ensemble entre le rejet dans le boisement humide et son exutoire vers Bourbaki.

Les deux vues en coupe page suivante, permet de visualiser le fonctionnement des deux compartiments hydrauliques du boisement humide de la Peupleraie.

Enfin, pour plus de précisions au sujet des caractéristiques techniques et altimétriques de l'ouvrage de rétention mais également des ouvrages de collecte, on se référera au plan AVP (Plan des réseaux humides – Canal bleu Sud et Place centrale), fourni en annexe du présent dossier Loi sur l'Eau.

Schéma 55 : Coupe de principe de l'ouvrage de sédimentation en sortie de canalisation

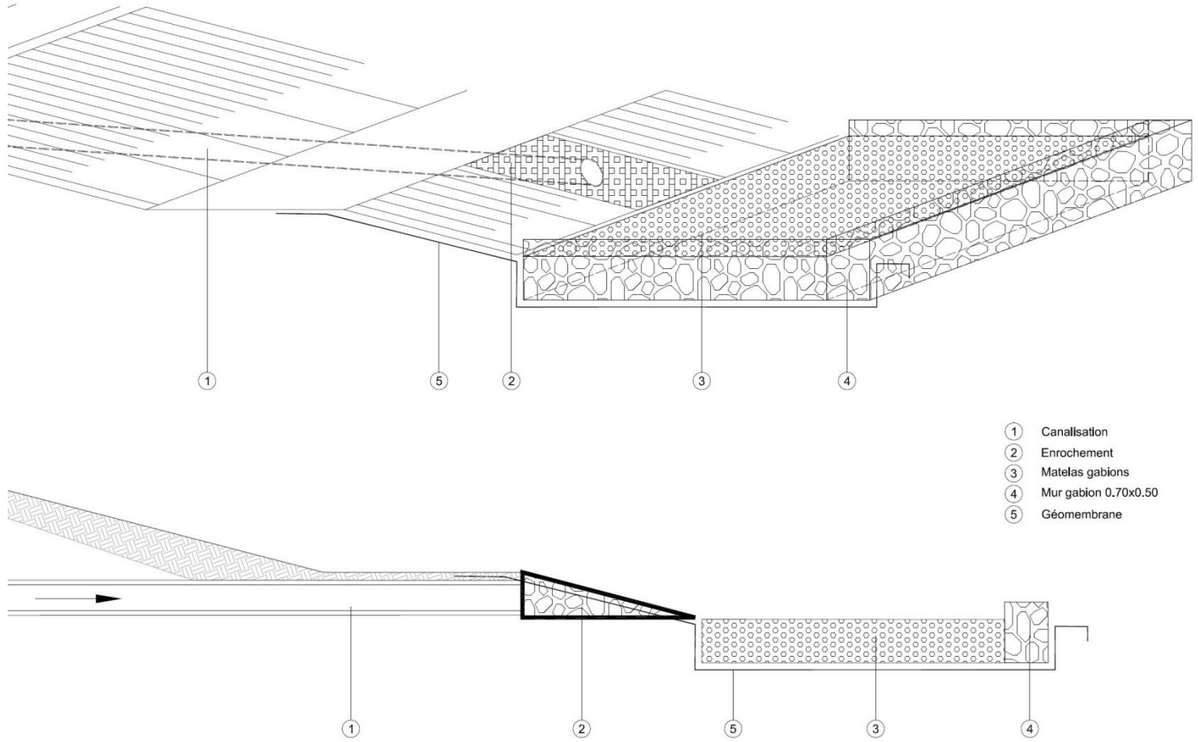
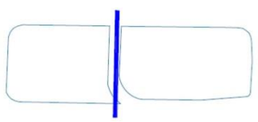
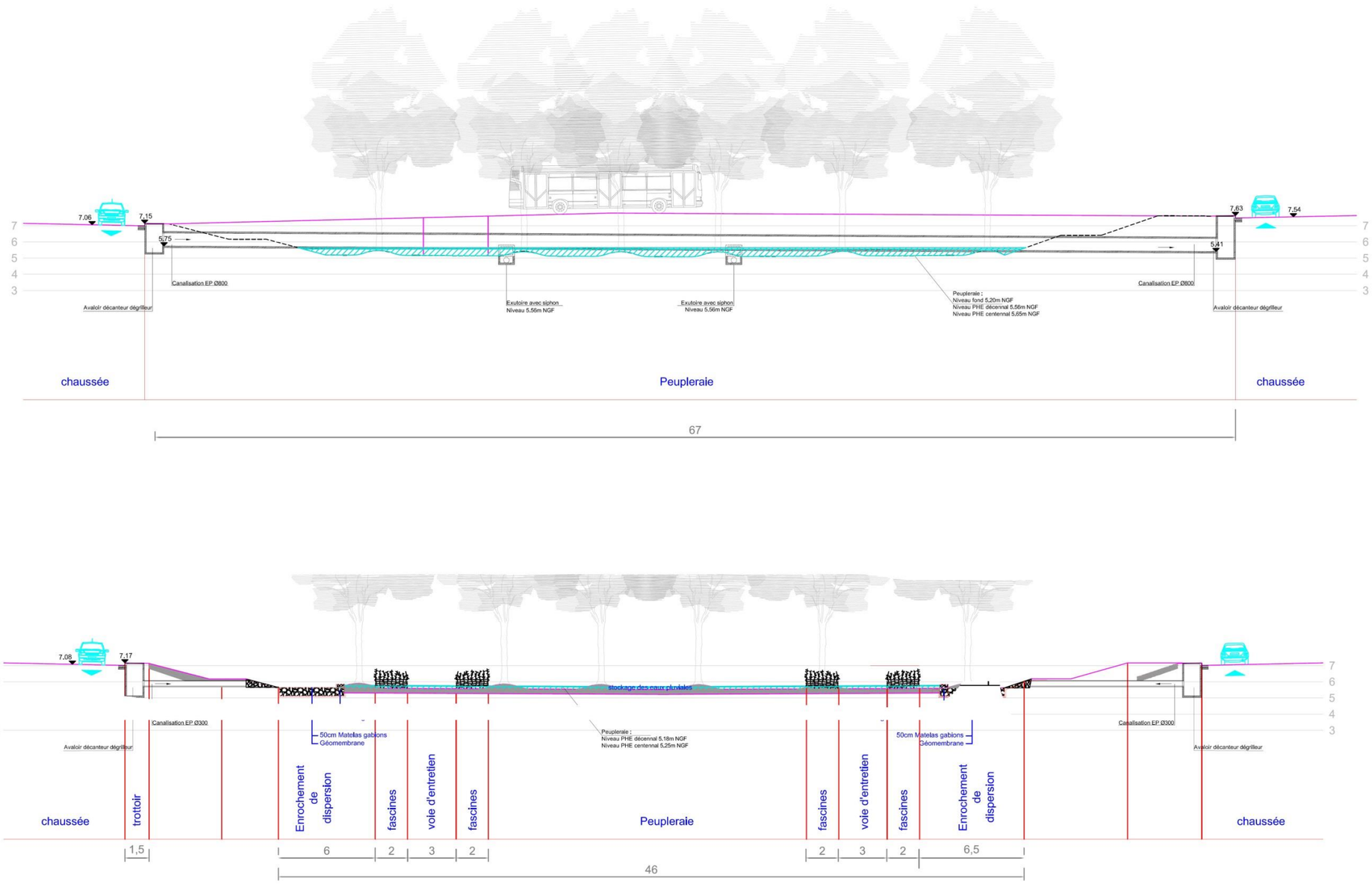


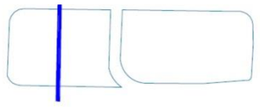
Schéma 56 : Vues en coupe du boisement humide de la Peupleraie

Localisation de la vue en coupe :





Localisation de la vue en coupe :



Canal Vert

Le canal vert assure un usage de loisir mutualisé à un fonctionnement hydraulique. Les compartiments qui le composent seront aménagés en emprises décaissées par rapport aux voiries afin d'assurer le fonctionnement hydraulique :

- **Dans le bassin B,** une noue paysagée avec substrat longe le talus ouest afin d'assurer l'écoulement des premières eaux. Ce substrat assure une décantation et une filtration des premières eaux pluviales (jusqu'à la pluie d'occurrence 5 ans). En cas de pluie importante, toute la surface du fond de bassin est inondée par débordement et subit un marnage de 50 cm.

  En sortie de noue et de bassin, l'ouvrage de régulation est constitué des éléments suivants :

  - Un fil d'eau amont réalisé par un matelas gabion de faible épaisseur, végétalisé afin d'éviter les affouillements et de permettre la vidange totale du système ;
  - Une grille sur cadre inclinée en fond de bassin au niveau de l'ouvrage de fuite du bassin ;
  - Un régulateur de débit à ouverture variable (vanne) pour répondre au phasage de l'aménagement ;
  - Une canalisation de fuite dimensionnée en Ø 200 et reliée sur un regard de visite de surverse ;
  - Deux grilles de surverses de dimensions 1x1 m ou surverses maçonnées ;
  - Une canalisation de liaison vers le bassin aval pour permettre l'évacuation de la surverse ;
  - Un rejet dans le bassin C réalisé avec grille caillebotis sur cadre inclinée et un enrochement en pied pour limiter le ravinement.

  Le fond de bassin est aménagé en espace de détente avec des traversées en béton désactivé et des cheminements en platelage bois. Ces aménagements de surface seront interceptés par des caniveaux maçonnés avec grille caillebotis ou des ponceaux pour assurer la liaison des noues.

- **Dans le bassin C,** deux emprises paysagères décaissées avec substrat dessinent le parti pris paysagé du fond de bassin et assure la rétention des premières eaux. Ce substrat assure une décantation et une filtration des premières eaux pluviales (jusqu'à la pluie d'occurrence 5 ans). En cas de pluie importante, toute la surface du fond de bassin est inondée par débordement et subit un marnage de 50 cm.

  En sortie d'emprise paysagée, l'ouvrage de régulation est constitué des éléments suivants :

  - Un fil d'eau amont réalisé par un matelas gabion de faible épaisseur, végétalisé afin d'éviter les affouillements et de permettre la vidange totale du système ;
  - Une grille métallique sur cadre plat en fond de niveau de l'ouvrage de fuite du bassin ;
  - Un régulateur de débit à ouverture variable (vanne) pour répondre au phasage de l'aménagement ;
  - Une canalisation de fuite dimensionnée en Ø 200 et reliée sur un regard de visite de surverse ;
  - Deux grilles de surverses de dimensions 1x1 m ou surverses maçonnées ;
  - Une canalisation de liaison vers le bassin aval pour permettre l'évacuation de la surverse ;
  - Un rejet dans le bassin D réalisé avec grille caillebotis sur cadre inclinée et un enrochement en pied pour limiter le ravinement.

  Le fond de bassin est aménagé en espace de jeux pour enfants en sol souples avec des cheminements perpendiculaires en platelage bois. Le projet prévoit une zone pour enfants et une zone en option. Ces espaces de jeux seront agrémentés de jeux pour tranches d'âges variées et clôturés. Ces aménagements de surface seront interceptés par des caniveaux maçonnés avec grille caillebotis ou ponceaux pour assurer la liaison des noues.

- **Dans le bassin D,** une noue paysagée avec substrat longe le talus ouest afin d'assurer l'écoulement des premières eaux. Ce substrat assure une décantation et une filtration des premières eaux pluviales. En cas de pluie importante, toute la surface du fond de bassin est inondée par débordement et subit un marnage de 50 cm.

  En sortie d'emprise paysagée, l'ouvrage de régulation est constitué des éléments suivants :

  - Un fil d'eau amont réalisé par un matelas gabion de faible épaisseur, végétalisé afin d'éviter les affouillements et de permettre la vidange totale du système ;
  - Une grille sur cadre inclinée en fond de bassin au niveau de l'ouvrage de fuite du bassin ;
  - Un régulateur de débit à ouverture variable (vanne) pour répondre au phasage de l'aménagement ;
  - Une canalisation de fuite dimensionnée en Ø 400 et reliée sur un regard de visite de surverse ;
  - Deux grilles de surverses de dimensions 1x1 m ou surverses maçonnées ;
  - Une canalisation de liaison vers le bassin aval pour permettre l'évacuation de la surverse ;
  - Un rejet dans le bassin E.

  À l'exutoire de ce bassin, le système de régulation est complété par :

  - Un décanteur/dessableur positionné après le régulateur assurant une retenue des fines avant rejet dans le bassin en eaux permanentes dimensionné sur la base du débit de fuite régulé issu du bassin D.
  - Un dégrilleur pour piéger les flottants.

  Les aménagements en fond de bassin seront interceptés par des caniveaux avec grille caillebotis pour assurer la liaison des noues.

- **Dans le bassin E,** la place minérale à deux niveaux assure la rétention par structure enterrée alvéolaire et inondabilité. Une structure type alvéoles assure sous la partie minérale Est la rétention de 80 % du volume dimensionné. Cet ouvrage enterré est composé d'une couche unique de blocs préfabriqués (Qbic). La hauteur de charge sera de 60 cm au-dessus afin d'assurer une circulation légère sur l'emprise minérale.

  Cet ouvrage enterré en cas d'évènement exceptionnel débordera par surverse dans l'emprise décaissée à l'Ouest de la place minérale. La surverse est assurée par des regards à grille décantés et un ouvrage maçonné assurera l'écoulement propre dans la zone décaissée.

  En sortie, l'ouvrage de régulation est constitué des éléments suivants :

  - Un régulateur de débit à ouverture variable pour répondre au phasage de l'aménagement mis en œuvre en sortie de structure enterrée ;
  - Un régulateur de débit à ouverture variable mis en œuvre en sortie de zone décaissée ;
  - Une canalisation de fuite dimensionnée en Ø 400 et reliée sur un regard de visite de surverse ;
  - Deux grilles de surverses de dimensions 1x1 m ou surverses maçonnées ;
  - Une canalisation de liaison vers le bassin aval pour permettre l'évacuation de la surverse ;
  - Un rejet dans le bassin F réalisé dans les ouvrages génie civil par réservation.

  La place minérale est aménagée en surface plane en partie haute et en skate-park en gradins sur la partie décaissée.

Schéma 57 : Profil en long des bassins B et C

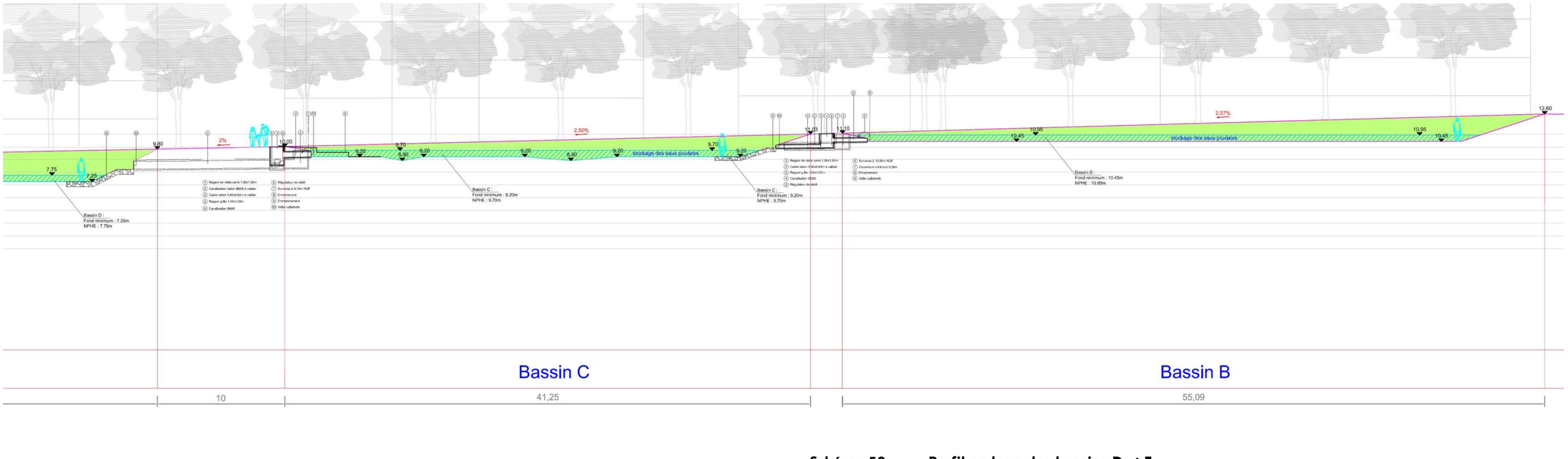
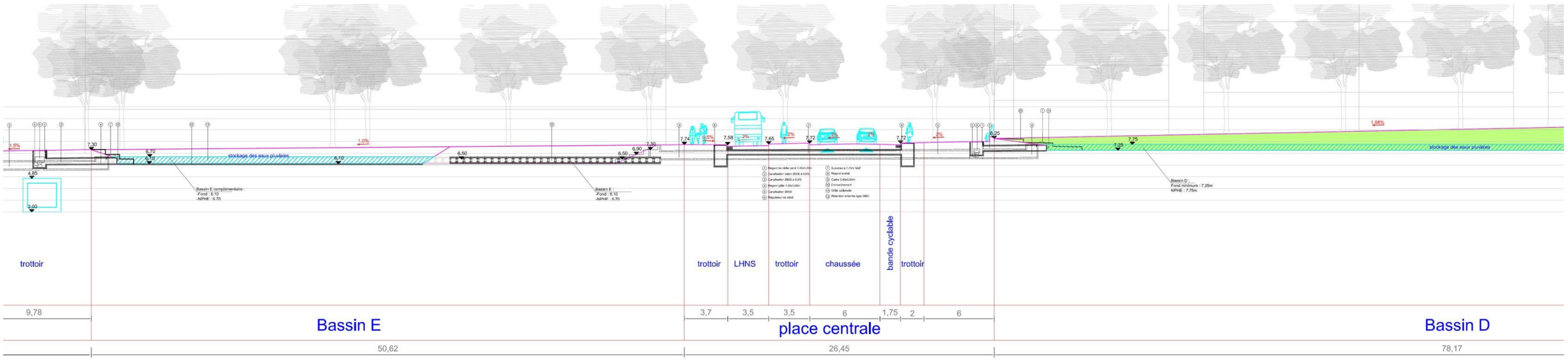


Schéma 58 : Profil en long des bassins D et E



Canal Bleu

En préalable de la présentation des 4 ouvrages hydrauliques qui composent le canal bleu, on précisera que dans le cadre de la définition du système constructif et de l'entretien, il sera nécessaire de prendre en compte la faible profondeur de nappe et les variations observées (cf. partie 6.2.4.2). La mise en œuvre des parois de ces ouvrages hydrauliques nécessitera par ailleurs le rabattement de la nappe pour assurer une mise à sec des fondations.

- ***Bassins F et G***

  Les bassins F et G sont des ouvrages étanches en eau permanente assurant une fonction de rétention des eaux pluviales. Les berges sont des parois verticales, ou des risbermes avec l'aménagement de promenade basse.

  Côté Ouest, les parois seront établies par deux murs en L délimitant une risberme végétalisée et surmontée d'une promenade. La risberme végétalisée de largeur 3 m surmontera un mur en L de hauteur vue 2 m et sera adossée à un mur en L de hauteur vue 40 cm. Un talus végétalisé de largeur variable en soutien d'une promenade de largeur 2,5 m s'appuiera sur ce deuxième mur en L.

  Côté Est, une promenade basse inondable de largeur 5 m s'appuiera sur un mur en L de hauteur vue 50 cm moyen. En pied de mur, un accotement de largeur 2 m assurera la stabilité de celui-ci et la mise en sécurité vis-à-vis du risque de chute. Le raccordement entre le niveau de l'accotement et le fond de canal se fera par talutage dont la pente admissible (3/1) sera confirmée par la mission géotechnique G2 (non réalisée à ce stade de l'AVP). Compte tenu des difficultés géotechniques et de la complexité de l'étanchéité, ces estacades seront flottantes et accrochées aux murs en L. La promenade basse sera adossée à un mur en L de hauteur variable afin de compenser les différences altimétriques sur le linéaire de berges.

  Entre ces deux bassins, une promenade en gradins de largeur 3 m assure la reprise de différence de niveau de fond de bassin entre les deux canaux (canal amont 3 m NGF et canal aval 1m90 NGF). Cette promenade s'appuiera sur des murs en L de hauteur vue 4m côté canal aval et de hauteur 3m10 côté canal amont dont les fondations seront liées.

  La régulation entre ces deux canaux est assurée par :

  - Une régulation de débit assurée par des « encoches » en partie haute de la paroi, permettant la diffusion, sur toute la largeur, du débit d'eau permanent et des débits de fuite, en cas d'orage. Ces encoches sont réalisées en coffrage dans les parois et surmontées par des grilles caillebotis au droit de la promenade, à l'image d'un caniveau à grille maçonné. Le débit de fuite de ces ouvrages sera maitrisé par la mise en place de plaques calibrées. Ce débit pourra être modifié, si nécessaire, par remplacement de ces plaques.
  - Régulation par caniveau de section équivalent à un orifice Ø 100 mm ;
  - Les rejets régulés s'opéreront en chute entre les deux niveaux d'eau des bassins F et G pour assurer une oxygénation des eaux.

- ***Bassin H***

  Le canal au nord de Béthencourt est un ouvrage étanche en eau permanente assurant une fonction de rétention des eaux pluviales. Les berges sont des parois verticales, des emmarchements ou des risbermes. À l'image du bras de décharge (bassin I), les contraintes liées à la géotechnique du site et à la variation de la nappe sont identiques pour le bassin H. La solution retenue est donc la mise en œuvre de paroi verticale en L. La profondeur de bassin est limitée également par la hauteur admissible des parois en L.

  À l'aval de ce bassin, le système de régulation est constitué de :

  - Un ouvrage maçonné de dimensions 4 m x 1,70 m de large avec ouverture latéral en tête et régulateur de débit à ouverture variable pour répondre au phasage de l'aménagement (canalisation diamètre 300 mm avec ouverture à 20 cm pour assurer un débit de fuite de 225 L/s) ;
  - Une grille de surverse scellée sur l'ouvrage maçonné ;
  - Une liaison assurée par une canalisation Ø 800 reliant les fonds de bassin ;
  - Une vanne guillotine aval d'isolement pour pollution accidentelle.

- ***Bras de décharge I***

  La profondeur de bassin est limitée également par la hauteur admissible des parois en L. Cette hauteur est fixée par :

  - La tenue des talus arrière lors des travaux de terrassements notamment au droit des piles du Pont Flaubert
  - Le rapport largeur de semelle / hauteur de mur et le poids des ouvrages qui, pour un mur de hauteur supérieure à 4 m, engendre des risques de tassements différentiels sur les matériaux mous et hétérogènes du site.

  Ces parois sont dimensionnées avec des éléments avec joints verticaux étanches. La réalisation d'un accotement en pied de paroi en L assure la stabilité.

  Pour les risbermes, celles-ci seront mis en œuvre avec deux niveaux et avec des talus à faible pente (environ 15 %). Elles seront réalisées en partie basse en matelas végétalisés de largeur 3 à 4m et en partie haute en génie végétal avec deux cheminements intermédiaires de faible largeur pour assurer l'entretien.

En conclusion, selon les contraintes géotechniques et le projet paysager d'aménagement les différentes typologies des berges sont finalement les suivantes.

Tableau 13 : Typologies des berges du canal bleu

Bassins F et G *Bassin étanche avec une profondeur variable de 3,45 à 2 m environ*	• Berge Nord : parement droit mur de soutènement ; • Berge Ouest : parement droit mur de soutènement en partie inférieure et talus à faibles pentes et risberme au-dessus du niveau d'eau normal ; • Berge Est : Talus en partie inférieure et 2 murs de soutènement de faible hauteur séparés par une allée promenade au-dessus du niveau d'eau normal ; • Séparation entre la partie profonde de 3.45 m et la partie de profondeur 2 m par murs de soutènement jumeaux fondés à la même profondeur.
Bassin H *Bassin étanche avec une profondeur moyenne 3,45 m*	• Berge Ouest : parement droit mur de soutènement en partie inférieure sur 2.30 m de hauteur, risberme et talus à faible pente en partie supérieure au-dessus du niveau d'eau permanent ; • Berge Est : parement droit mur de soutènement et emmarchements au-dessus du niveau d'eau permanent ; • Séparation entre les bassins Bleu Nord et Sud : mur de soutènement.
Bras de décharge I *Bassin en communication avec le bassin aux Bois avec une profondeur moyenne 4 m*	• Berge Nord le long des quais de Seine : talus avec des emmarchements ; • Berge Nord (hors pont Flaubert et quais de Seine) talus à faibles pentes et risbermes avec matelas végétalisés ; • Berge Est (perpendiculaire au quai de Seine) : parement vertical, mur de soutènement ; • Berge Sud : parement vertical, mur de soutènement ; • Passage du canal sous le pont Flaubert : parement vertical, murs de soutènement ; • À l'ouest du Pont Flaubert : palplanches en double rideaux avec tirants.

Enfin, on précisera qu'en phase d'exploitation, pour favoriser le bon fonctionnement écologique des canaux en eau, il sera mis en œuvre un système de pompe et de canalisation de rechargement entre le canal I et le canal F et/ou le canal G sous la promenade. Ce système assurera un renouvellement d'eau, une oxygénation et un rechargement pour compenser l'évapotranspiration en cas de période très sèche. Un système de monitoring sera positionné dans le bassin F et le bassin G afin de maîtriser la qualité et le niveau des eaux des bassins. En cas de valeur admissible dépassée, le système déclenchera le fonctionnement de la pompe. L'emplacement de ce réseau est précisé sur le plan des réseaux humides « Canal Bleu Nord ».

Schéma 59 : Profil en travers du bassin G

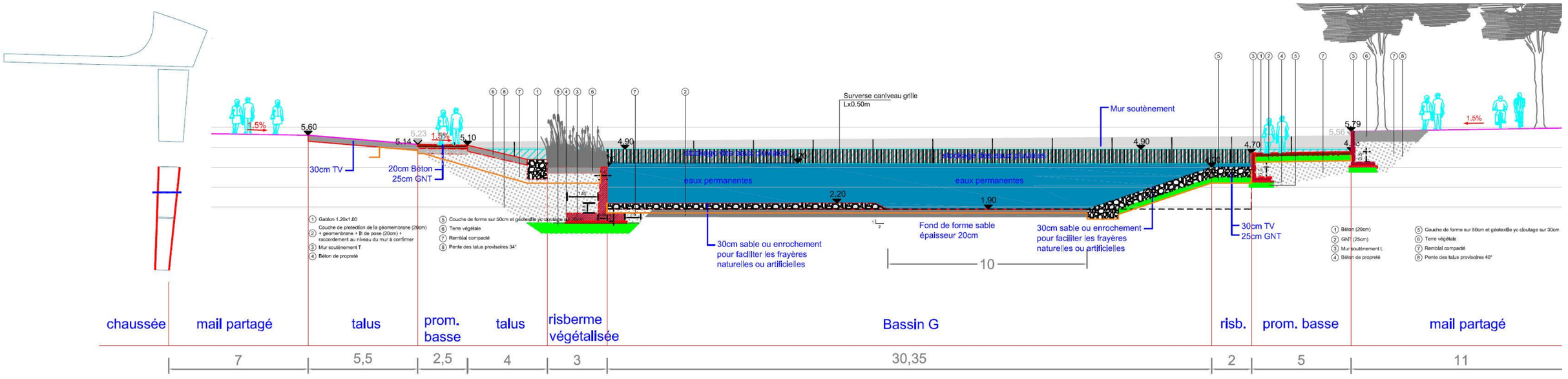


Schéma 60 : Profil en travers du bassin H

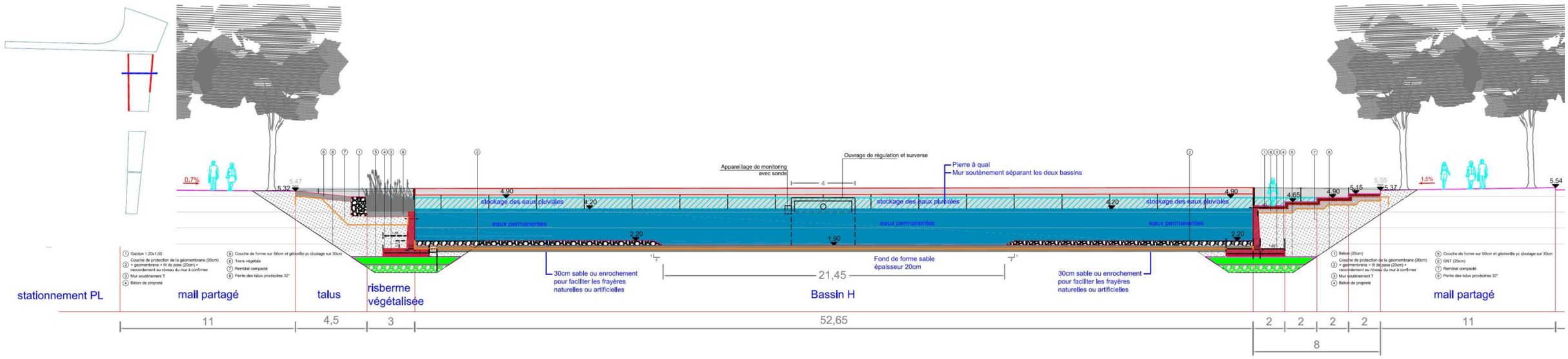
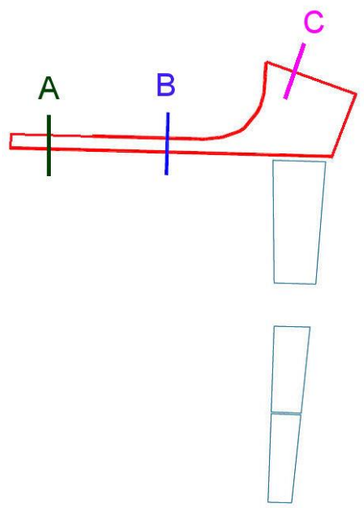
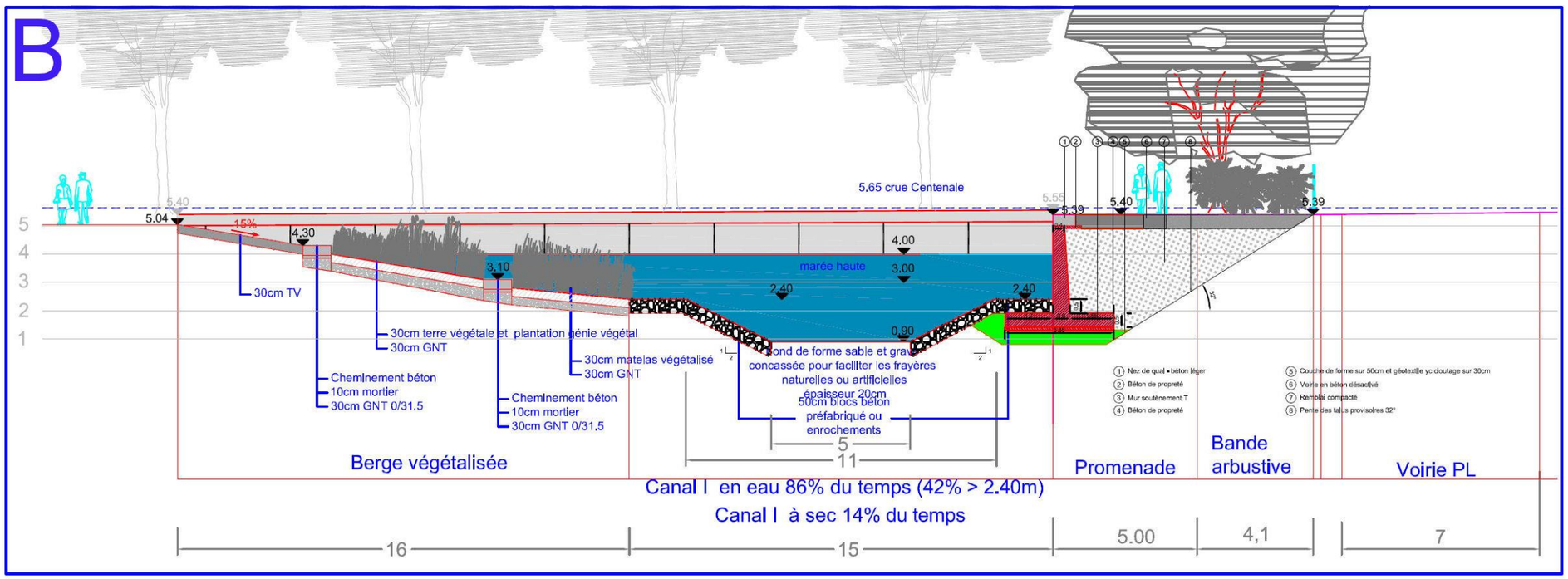
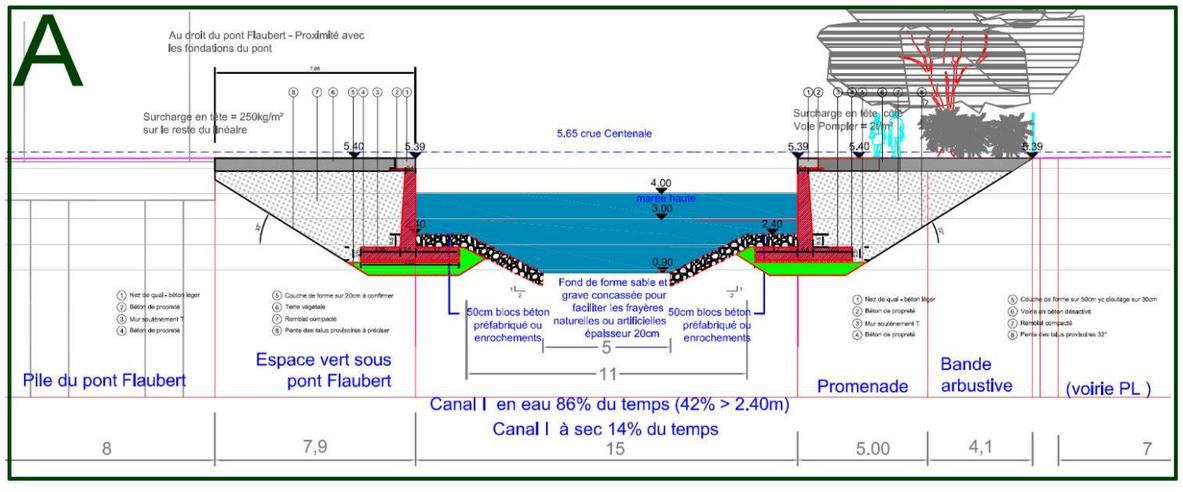
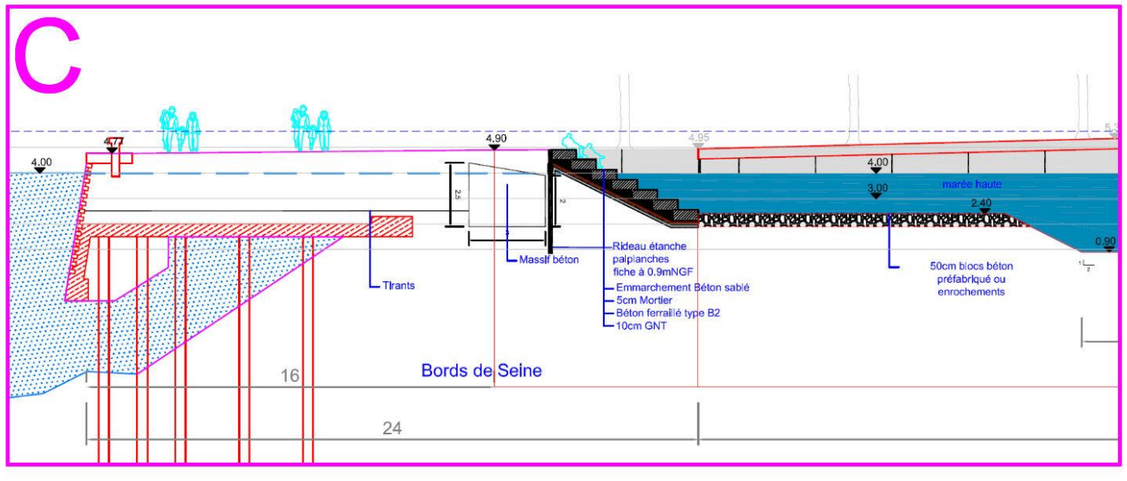


Schéma 61 : Profils en travers du bassin I









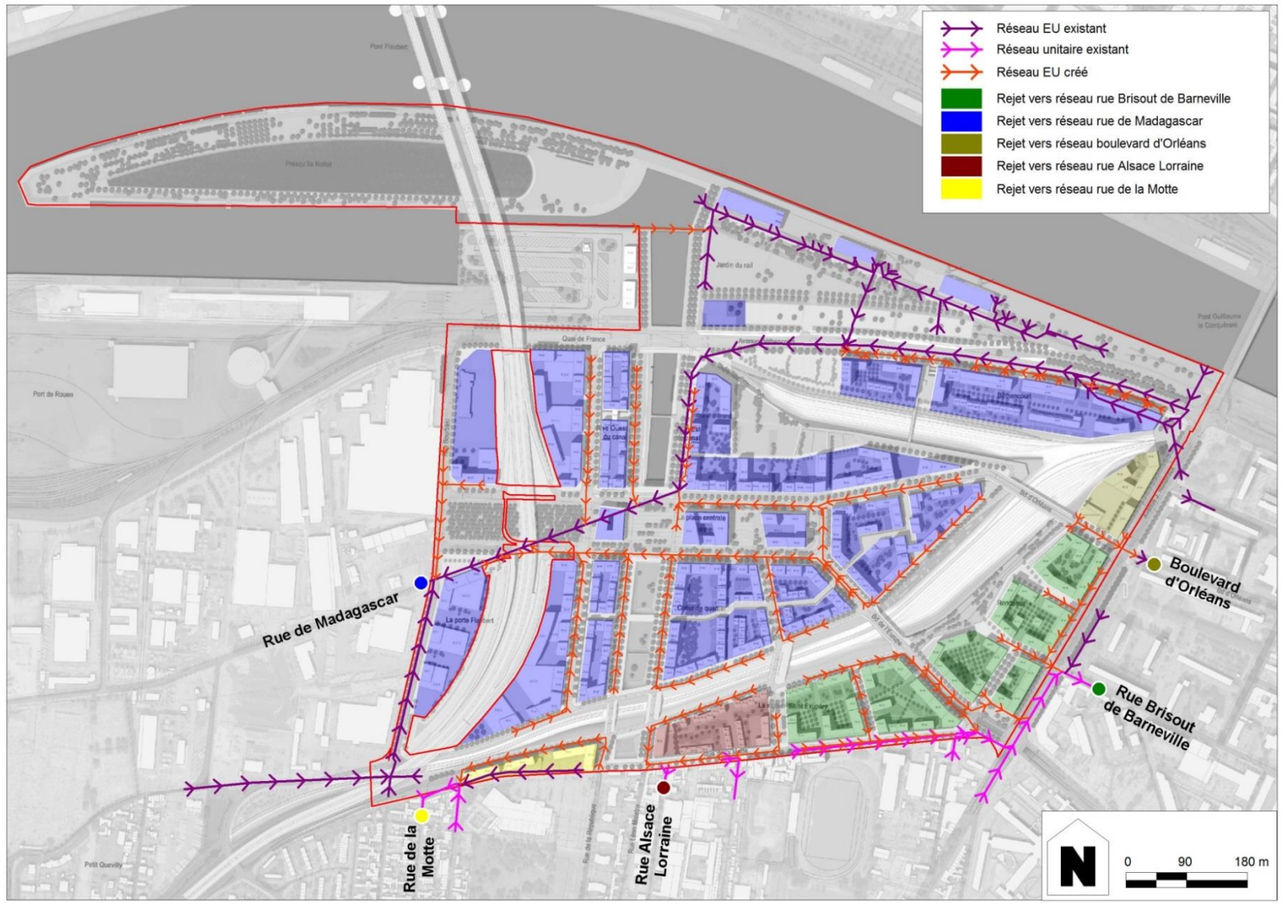
5.4.5 Réseau d'eaux usées

En préambule de la présentation du système de gestion des eaux usées qui sera développé au sein du projet, il convient de préciser que les réseaux d'assainissement existants en périphérie sont actuellement soit de type séparatifs ou alors unitaires dans certains secteurs. Pour plus de précisions à ce sujet, on se référera à l'état initial des réseaux du secteur d'étude (cf. 6.2.7.2). Conformément aux prescriptions du Plan Directeur d'Aménagement et de Développement, le maître d'ouvrage prévoit néanmoins la réalisation de réseaux séparatifs sur l'intégralité de l'emprise de l'éco-quartier Flaubert.

Compte tenu de la présence de plusieurs réseaux en périphérie du site, le réseau de collecte des eaux usées qui sera mis en place au sein de l'éco-quartier Flaubert, sera donc raccordé au réseau d'assainissement de la Métropole à différents endroits. Les 5 émissaires existants qui récupèreront les effluents générés au droit du projet sont les suivants :

- **Réseau rue Madagascar (2,90 x 2,05 m)** : comme cela est précisé dans la partie relative à l'état initial des réseaux EU, on retrouve au sein de l'emprise aménagée un émissaire principal qui emprunte le boulevard Béthencourt, la rue Malétra puis la rue de Madagascar, en direction de la station d'épuration « Émeraude ». Dans le cadre du présent projet, plusieurs branches du réseau de collecte EU créé seront raccordées à cet émissaire :
  - Rejets boulevard Béthencourt : le projet prévoit la mise en œuvre de 3 réseaux Ø 200 parallèles à l'émissaire existant. Ces antennes seront réalisées en anticipation de la constructibilité des futurs îlots privés aménagés le long du boulevard Béthencourt et se raccorderont sur les regards existants de l'émissaire. Des postes de relevage seront mis en place au niveau des boîtes de branchement des îlots privés pour permettre le rejet dans l'émissaire existant. En parallèle, on notera qu'en raison de contraintes techniques le réseau existant qui traverse le futur îlot Béthencourt ne pourra être dévoyé en situation future. La localisation de ce réseau imposera des contraintes urbaines de non-constructibilité et de servitude sur l'ouvrage qui seront rappelées dans les fiches de lots destinées aux aménageurs privés.
  - Rejets au cœur de l'éco-quartier : le projet prévoit la mise en œuvre d'un réseau Ø 200 à 300 sous les voiries qui desserviront la partie centrale de l'éco-quartier. Le maillage de ce réseau s'orientera globalement vers un raccordement sur les regards de l'émissaire existant qui rejoint la rue Madagascar.
  - Rejet rue Bourbaki : le projet prévoit la mise en œuvre d'un réseau Ø 200 qui sera raccordé à un regard existant de l'émissaire existant.
- **Réseau boulevard d'Orléans (Ø 200) :** le projet prévoit la mise en œuvre d'un réseau Ø 200 qui sera raccordé au regard existant du réseau du boulevard d'Orléans situé à l'opposé de l'avenue Rondeaux.
- **Réseau rue de Brisout de Barneville (1,60 x 0,80 m) :** sur toute la partie Sud-Est, le projet prévoit la mise en œuvre d'un réseau Ø 200 qui sera raccordé aux regards existants du réseau unitaire situé sous l'avenue Rondeaux. Le réseau Ø 200 mis en place sur la partie Est de la rue de la Motte se raccordera également à ce réseau unitaire au niveau du carrefour entre l'avenue Rondeaux et le boulevard de l'Europe. Le réseau unitaire rejoint ensuite la rue de Brisout de Barneville.
- **Réseau rue Alsace Lorraine (Ø 200) :** le projet prévoit la mise en œuvre d'un réseau Ø 200 qui sera raccordé sur un regard existant du réseau unitaire rue Alsace Lorraine.
- **Réseau rue de la Motte (Ø 300) :** pour la voie aménagée le long du Jardiland, le projet prévoit la mise en œuvre d'un réseau Ø 250 qui se raccordera sur un regard existant du réseau eaux usées rue du Général Sarrail. Ce réseau se rejette ensuite dans le réseau unitaire rue de la Motte. On notera que le réseau situé en emprise constructible sous le parking Jardiland existant sera dévoyé et mis en séparatif sous la nouvelle voie aménagée.

Schéma 62 : Localisation des points de raccordement au réseau d'eaux usées existant et des surfaces collectées au sein du projet d'éco-quartier



Le projet d'aménagement du parking multiservices sur les emprises du GPMR nécessite par ailleurs la réalisation d'une antenne eaux usées en attente jusqu'en limite parcellaire pour permettre le raccordement ultérieur des entités immobilières.

En complément, on précisera qu'il est prévu la mise en place de boites de branchements en attente en limite du domaine public au niveau chaque îlot privé, et des canalisations d'évacuation Ø 150 et 200 mm. Dans les zones inondables, ces boites seront étanches.

L'état de ces réseaux fera l'objet d'une inspection télévisée et la gestion des réseaux sera assurée par le service assainissement de la Métropole. A ce titre, en vue de la rétrocession future des ouvrages après travaux, les réseaux neufs ou repris seront réalisés conformément aux prescriptions des services de la Métropole.

5.4.6 Séquençage de l'aménagement

A ce stade du dossier Loi sur l'Eau, le séquençage indicatif des travaux associés à la mise en œuvre de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert a été précisé et se développe sur une durée globale de près de 20 ans. On se réfèrera au schéma ci-contre.

Ce séquençage s'appuie d'une part sur les modalités d'aménagement propres au projet mais également sur les conditions nécessaires à la réalisation des travaux d'aménagement des accès définitifs au pont Flaubert sur la rive gauche de la Seine (DREAL/SDTMI) et des autres projets qui sont envisagés à ce jour sur ce secteur, à savoir :

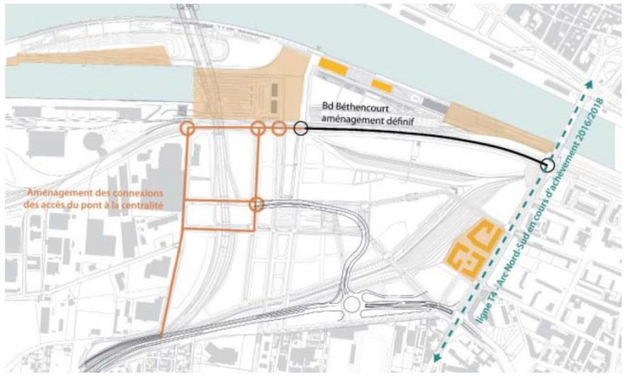
- L'aménagement du parking multiservices (GPMR) ;
- Le doublement de l'émissaire eaux usées le long du boulevard Béthencourt (Métropole Rouen Normandie) ;
- Le projet de transport en commun T4 - Arc Nord-Sud (Métropole Rouen Normandie).

Afin de prendre en compte l'ensemble des enjeux d'aménagement du secteur, une concertation forte a été mise en place entre les différents acteurs (la Métropole Rouen Normandie, la SPL Rouen Normandie Aménagement, le GPMR, la SNCF et la DREAL).

Par ailleurs, afin d'assurer la bonne coordination de l'ensemble des travaux envisagés sur ce secteur, une mission spécifique d'Ordonnancement, Pilotage et Coordination (OPC) des études et travaux a été engagée. Elle aura pour objectif d'assurer :

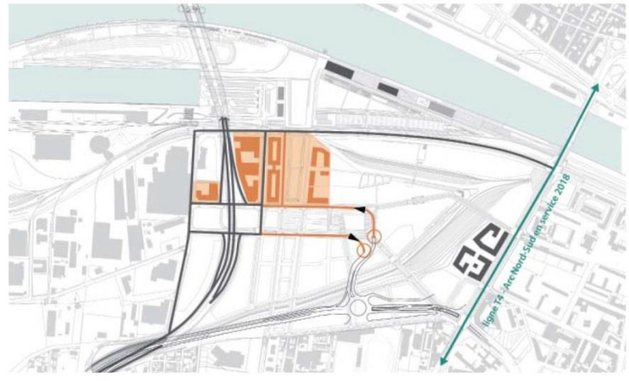
- L'OPC des travaux de l'éco-quartier Flaubert ;
- La gestion des interfaces techniques avec les autres projets de la Métropole et le projet du GPMR ;
- La coordination avec l'OPC spécifique des travaux d'aménagement des accès définitifs au pont Flaubert sur la rive gauche de la Seine.

Schéma 63 : Chronologie prévisionnelle de l'éco-quartier Flaubert



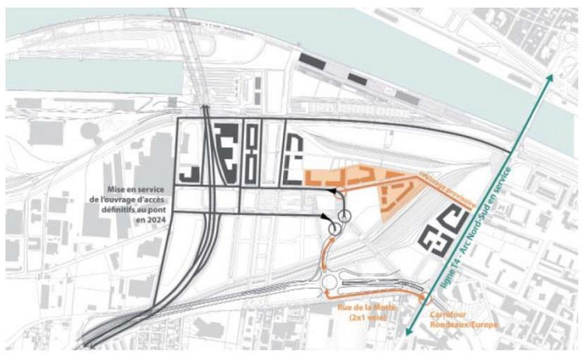
TEMPS 1 EQF :

- Achèvement de l'aménagement des Bords de Seine
- Reconfiguration du parking PL du GPMR, permettant le creusement du canal en phase ultérieure
- Voiries : aménagement des voies de connexion des accès du pont à la centralité, requalification du Boulevard Béthencourt
- **1ères réalisations du secteur Rondeaux**
- Préverdissement du canal au Nord de Béthencourt



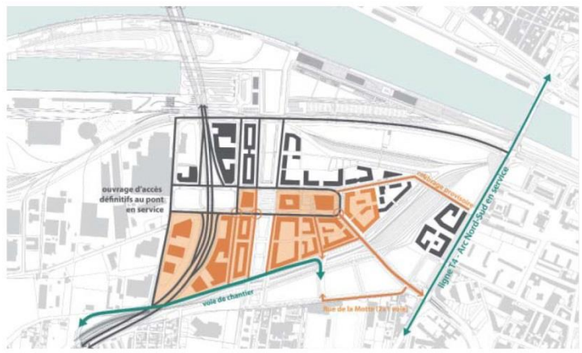
TEMPS 2 EQF :

- Bassin formant le canal bleu
- **Constitution du front bâti de part et d'autre du canal bleu, et de l'infrastructure au Nord de la centralité**
- Voiries : mise en service de l'ouvrage DREAL nord>Sud, puis successivement de la voie Sud et de la voie Nord de la centralité.



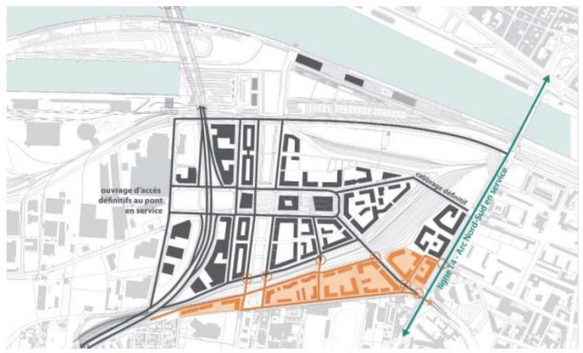
TEMPS 3 EQF :

- Voiries : réalisation et mise en service de l'ouvrage DREAL Sud III > pont Flaubert, puis réalisation et mise en service de la liaison voie Nord de la centralité et Bd d'Orléans (calibrage provisoire)
- Préfiguration rue de la Motte requalifiée entre le giratoire de la Motte et le carrefour Rondeaux / Europe (anticiper suppression trémie)
- **Constitution du front bâti : au Nord de la centralité, délimitant le parc Clamagéran et la confluence ferroviaire**



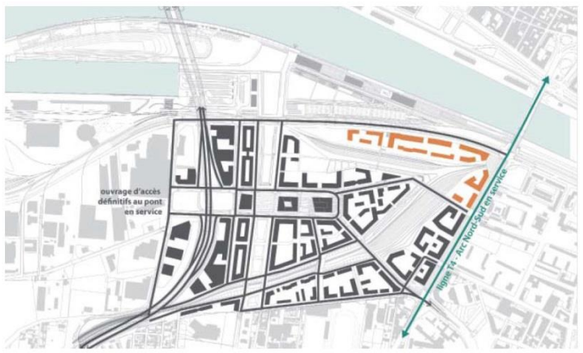
TEMPS 4 EQF :

- Voiries : maintien du réseau provisoire mis en place pour le prolongement du Bd d'Orléans, préfiguration rue de la Motte, adaptation du carrefour Rondeaux/Europe, organisation provisoire des échanges Est-ouest via le pont Pinel
- **Constitution du front bâti : aux abords de l'infrastructure au Sud de la centralité et poursuite de l'urbanisation des ilots en coeur du quartier autour du canal vert**



TEMPS 5 EQF :

- Voiries : Finalisation des travaux au niveau du carrefour Rondeaux/ Europe, traitement définitif du prolongement du boulevard d'Orléans (le système fonctionne quasiment comme en situation définitive)
- **Urbanisation des ilots en interface avec l'enseigne Jardiland, les tissus constitués de la rue de la Motte (anciennes emprises sud III et giratoire).**
- Aménagement de la continuité du canal vert vers Petit-Quevilly



TEMPS 6 EQF :

- Voiries : fonctionnement définitif du système viaire de l'EQF
- **Constitution du front bâti au Sud du Bd de Béthencourt et en interface avec l'avenue Rondeaux.**

5.5 Rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau concernées par le projet

5.5.1 Cadre réglementaire

Les dispositions du Code de l'environnement concernant l'Eau et les Milieux aquatiques (Art. L. 211-1 du Code de l'Environnement) ont pour objet une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau ; cette gestion prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer :

- La prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ;
- La protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature ;
- La restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération ;
- Le développement, la mobilisation, la création et la protection de la ressource en eau ;
- La valorisation de l'eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource ;
- La promotion d'une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau.

Selon l'Article. L. 214-1 du code de l'Environnement, une notice d'incidences au titre du Code de l'environnement doit être réalisée pour « les *installations ne figurant pas à la nomenclature des installations classées, les ouvrages, travaux et activités réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée, et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux, la destruction de frayères, de zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants.*»

Selon l'article L. 214-2 du Code de l'Environnement ces ouvrages sont définis dans une nomenclature, établie par décret en Conseil d'Etat après avis du Comité national de l'eau, et soumis à autorisation ou déclaration suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques.

La nomenclature actuellement en vigueur est celle présentée dans la partie réglementaire du code de l'environnement, aux articles R214-1 à R214-5.

5.5.2 Analyse des caractéristiques du projet au regard de la Loi sur l'Eau

5.5.2.1 Rubriques non applicables au projet d'éco-quartier Flaubert

Plusieurs éléments du projet pourraient faire en sorte que ce dernier entre dans le cadre d'application de la loi sur l'eau : sa superficie, sa proximité avec la Seine (notion de lit mineur et lit majeur), la présence éventuelle de zone humides.

On notera que la concertation instaurée de longue date avec les services de la police de l'eau a permis d'échanger régulièrement sur ce sujet et de valider certaines orientations au fil de la conception du projet.

Les paragraphes suivants analysent de manière synthétique chacune des caractéristiques du projet et vérifie quels sont les seuils pour chacune des rubriques concernées à savoir : Déclaration ou Autorisation.

Le tableau ci-contre présente les raisons pour lesquels certaines rubriques de la nomenclature ne sont pas concernées par le présent projet d'éco-quartier.

Tableau 14 : Rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau non concernées par le projet d'éco-quartier

TITRE I	*1.1.2.0.*	Le pompage réalisé en phase travaux concernera uniquement la nappe d'accompagnement de la Seine.
	1.2.1.0.	Le prélèvement dans la nappe, en phase travaux ou phase aménagée, sera toujours inférieur à 400 m³/h.
	1.3.1.0.	Aucun pompage ne sera réalisé dans la nappe de l'Albien qui est classée en Zone de Répartition des Eaux.
TITRE II	*2.1.1.0.*	Le projet ne prévoit pas la création de station d'épuration.
	2.1.2.0.	Le projet ne prévoit pas la création de déversoirs d'orages.
	2.1.3.0.	Le projet d'éco-quartier n'est pas concerné par de l'épandage de boues.
	2.1.4.0.	
	2.2.1.0.	Les seuls rejets en phase travaux concerneront les eaux exhaures qui restent toutefois inférieures à 2 000 m³/j.
	2.2.2.0.	Le projet est localisé en bord de Seine et ne fera donc pas l'objet de rejets en mer.
	2.2.2.4.	Le projet se situe à plus d'un kilomètre de toute zone conchylicole ou de culture marine, d'une prise d'eau potable ou d'une zone de baignade au sens des articles D.1332-1 et D.1332-16 du Code de la Santé publique.
	2.3.1.0.	Aucun rejet d'effluents, autre que pluvial (rubrique 2.1.5.0) ne sera effectué sur le sol ou dans le sous-sol.
	2.3.2.0.	Le projet ne prévoit aucune recharge artificielle, autre que l'infiltration naturelle, dans les eaux souterraines.
TITRE III	*3.1.1.0.*	Les aménagements réalisés au niveau du bassin aux Bois ne constitueront pas un obstacle à l'écoulement des crues ou à la continuité écologique. Les estacades seront en effet « transparentes » vis-à-vis de l'écoulement de l'eau.
	3.1.2.0.	Le projet n'est pas visé par cette rubrique car elle exclut de son champ d'application les modifications de profil en travers du lit mineur d'ores et déjà visées par la rubrique 3.1.4.0.
	3.1.3.0.	Aucun ouvrage susceptible d'impacter de manière notable la luminosité au droit de la Seine, ne sera réalisé.
	3.1.5.0.	Le projet ne détruira pas de frayères ou tout autre milieu visé par cette rubrique.
	3.2.1.0.	L'entretien du canal bleu qui sera créé dans le cadre du projet, est concerné par la rubrique 2.1.5.0.
	3.2.4.0.	Les plans d'eau créés au droit du canal bleu et vert et de la Peupleraie seront régulés à débit constant, et non vidangés au sens de la rubrique.
	3.2.5.0.	Le projet ne prévoit pas la création de barrage en remblai.
	3.2.6.0.	En dehors des ouvrages de rétention et du canal bleu/vert qui viendront « canaliser » le champ d'expansion de crue de la Seine au milieu de l'éco-quartier, aucun ouvrage hydraulique ne sera réalisé pour prévenir des inondations.
	3.2.7.0.	Le projet n'est pas concerné par la création de pisciculture.
	3.3.1.0.	Les inventaires faune/flore n'ont pas révélé la présence de zone humide au droit du projet.
	3.3.2.0.	Aucun réseau de drainage ne sera créé au droit du projet.
	3.3.3.0.	Le projet ne prévoit pas la pose de canalisation de transports d'hydrocarbures ou de produits chimiques.
	3.3.4.0.	Le projet ne prévoit pas de travaux de recherche de stockages souterrains de déchets radioactifs.
TITRE IV		Le projet ne se développe pas au contact de milieux marins.
TITRE V		Le projet n'entre pas dans la catégorie des travaux spéciaux listés à l'article L 214-4 du Code de l'Environnement.

5.5.2.2 Rubriques applicables au projet d'éco-quartier Flaubert

Rubrique 1.1.1.0.

Titre Ier - Prélèvement **1.1.1.0.**	*Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau (D).*

En phase travaux, le maître d'ouvrage prévoit de mettre en place un pompage temporaire dans la nappe d'accompagnement de la Seine pour permettre la réalisation des ouvrages qui composent le canal bleu et vert.

Rubrique 1.2.2.0.

Titre Ier - Prélèvement **1.2.2.0.**	*A l'exception des prélèvements faisant l'objet d'une convention avec l'attributaire du débit affecté prévu par l'article L. 214-9, prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, dans un cours d'eau, sa nappe d'accompagnement ou un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe, lorsque le débit du cours d'eau en période d'étiage résulte, pour plus de moitié, d'une réalimentation artificielle. Toutefois, en ce qui concerne la Seine, la Loire, la Marne et l'Yonne, il n'y a lieu à autorisation que lorsque la capacité du prélèvement est supérieure à 80 m³/h (A).*

La création du canal dans le cadre du projet d'éco-quartier Flaubert a nécessité l'intervention préalable du BET ABROTEC pour déterminer les caractéristiques hydrodynamiques des matériaux aquifères. Cette mission a été avant tout demandée par le maître d'ouvrage dans le but de définir les procédés qui devront être mis en œuvre en phase travaux. Les résultats de l'étude hydrogéologique qui a été menée présente 2 scénarios de rabattement de nappe pour la phase travaux :

- **Scénario 1** : rabattement par segmentarisation des zones de travail (pointes/puits filtrants) :
  - Débit d'exhaure calculé pour le bassin I = 64 m³/h (ensemble du bassin) ou 19 m³/h (muret uniquement)
  - Débit d'exhaure calculé pour le bassin H = 16 m³/h
  - Débit d'exhaure calculé pour les bassins F et G = 17 m³/h
- **Scénario 2** : rabattement général par bassin (puisards de drainage) :
  - Débit d'exhaure calculé pour le bassin I = 91 m³/h (ensemble du bassin) ou 43 m³/h (muret uniquement)
  - Débit d'exhaure calculé pour le bassin H = 29 m³/h
  - Débit d'exhaure calculé pour le bassin G = 18 m³/h
  - Débit d'exhaure calculé pour le bassin F = 11 m³/h

Le maître d'ouvrage n'ayant pas encore décidé, à ce stade d'avancement de l'opération, quel scénario sera mis en œuvre pour le rabattement de la nappe au droit des bassins F, G, H et I, il a été retenu de partir sur l'hypothèse la plus défavorable à savoir le scénario 2. Dans ce second scénario qui vise à rabattre la nappe sur l'emprise globale de chaque bassin, le débit maximal calculé au droit du bras de décharge (bassin I) atteint 91 m³/h. Le projet est donc soumis à Autorisation au titre de la rubrique 1.2.2.0 pour ce qui concerne la phase travaux.

En phase aménagée, le projet ne prévoit pas de prélèvement dans la nappe de la Seine ou dans les eaux souterraines. Le seul système qui prévu à ce stade du DLE, est un système de pompage dans le bassin I (en lien direct avec la Seine) qui aura pour objectif d'assurer un rechargement du canal F et/ou le canal G afin de compenser l'évapotranspiration en cas de période très sèche. Compte tenu des faibles quantités d'eau prélevées et de l'occurrence à laquelle le pompage sera réalisé (uniquement en périodes très sèches), ce dispositif de pompage n'entre donc pas dans le cadre d'application de la rubrique 1.1.1.0.

Rubrique 2.1.5.0.

Titre II - Rejets **2.1.5.0.**	*Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :* *1° Supérieure ou égale à 20 ha (A) ;* *2° Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D).*

Le périmètre du projet d'éco-quartier Flaubert s'étend sur une emprise totale de 91 ha. Toutefois, comme cela a été précisé en introduction du dossier, le périmètre faisant l'objet du présent dossier Loi sur l'Eau concerne uniquement le projet porté par la SPL Rouen Normandie Aménagement. Il exclue donc les emprises associées au projet des accès définitifs du Pont Flaubert (4 ha) ainsi que le projet de parking multiservices du GPMR (4 ha) qui seront gérées par un dispositif d'assainissement indépendant (elles ne représentent donc pas un impluvium extérieur par rapport au projet).

L'emprise visée par la rubrique 2.1.5.0 représente donc finalement 83 ha et comprend :

- Les aménagements réalisés en bords de Seine (phase 1 + phase 2 – tranche 1) ;
- Les aménagements restants à réaliser sur l'éco-quartier Flaubert et les Bords de Seine.

Le projet est donc soumis à Autorisation au titre de la rubrique 2.1.5.0. On notera qu'au regard de la topographie du secteur et des aménagements présents en périphérie, le périmètre du projet n'intercepte pas d'impluvium extérieur.

Schéma 64 : Périmètre du projet soumis à la rubrique 2.1.5.0 de la Loi sur l'Eau

Rubrique 2.2.3.0.

Titre III – Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique **2.2.3.0.**	*Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0 :* *1° Le flux total de pollution brute étant :* *a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A) ;* *b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D).* *2° Le produit de la concentration maximale d'Escherichia coli, par le débit moyen journalier du rejet situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de culture marine, d'une prise d'eau potable ou d'une zone de baignade, au sens des articles D. 1332-1 et D. 1332-16 du code de la santé publique, étant :* *a) Supérieur ou égal à 1011 E coli/ j (A) ;* *b) Compris entre 1010 à 1011 E coli/ j (D).*

La qualité des rejets dans les eaux de surface est appréciée au regard des seuils de la rubrique 2.2.3.0 de la nomenclature dont les niveaux de référence R1 et R2 sont précisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15 : Tableau I extrait de l'arrêté du 09/08/2006

Paramètres	Niveau R1	Niveau R2	PROJET
MES (kg/j)	9	90	***La qualité des eaux de la nappe n'est pas connue au stade de la rédaction du présent dossier Loi sur l'Eau.*** ***Les études pour caractériser la qualité du rejet seront lancées préalablement à la réalisation des travaux sur le canal bleu.***
DBO5 (kg/j) (*)	6	60	
DCO (kg/j) (*)	12	120	
Matières inhibitrices (équitox/j)	25	100	
Azote total (kg/j)	1,2	12	
Phosphore total (kg/j)	0,3	3	
Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (AOX) (g/j)	7,5	25	
Métaux et métalloïdes (Metox) (g/j)	30	125	
Hydrocarbures (kg/j)	0,1	0,5	

(*) Dans le cas de rejets salés présentant une teneur en chlorures supérieure à 2 000 mg/l, les paramètres DBO5 et DCO et leurs seuils sont remplacés par le paramètre COT avec les seuils suivants :

Concernant a : COT : 80 kg/j (A) ;

Concernant b : COT : 8 à 80 kg/j (D).

Dans le cadre de sa mission G2 PRO ayant pour objectif de dimensionner les bassins du canal bleu (F, G, H, et I), ABROTEC est intervenu pour évaluer le risque d'agressivité du milieu vis-à-vis des bétons. L'analyse sur la qualité des eaux de la nappe a toutefois été réalisée uniquement sur les 5 paramètres nécessaires à l'évaluation de la classe d'agressivité ($SO4^{2-}$, pH, CO2 agressif, NH4+, Mg2+).

Aucun des paramètres listés dans le tableau ci-dessus et qui permettrait de déterminer la qualité de l'eau prélevée au droit du canal bleu en phase travaux, n'est donc connu à ce jour.

Etant donné que la création du canal bleu est prévue dans le cadre de la seconde séquence d'aménagement (cf. partie 5.4.6), le maître d'ouvrage pourra donc lancer en amont des travaux, une nouvelle campagne de mesures sur la qualité des eaux de la nappe, qui permettra le cas échéant de classer le niveau du rejet vis-à-vis des niveaux de référence R1 et R2.

Les résultats de cette campagne de suivi seront transmis au service de la Police de l'Eau préalablement au démarrage des travaux sur le canal bleu.

Rubrique 3.1.4.0.

Titre III – Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique **3.1.4.0.**	*Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :* *1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ;* *2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).*

Dans le cadre de la tranche 2 des travaux portés sur la seconde phase d'aménagement des Bords de Seine, il est prévu d'intervenir sur les quais du bassin aux Bois. Comme peut le voir sur la photo ci-dessous, les quais sont aujourd'hui en béton et présentent un profil vertical.

En situation projetée, le maître d'ouvrage prévoit, sur la majeure partie du linéaire, de supprimer la partie supérieure du quais et de retravailler à partir de la base des quais existant sur un profil de pente plus doux composé de matelas de gabions. Les 100 mètres de quais situés à l'extrémité Est du bassin aux bois seront maintenus en l'état.

Le linéaire de quais modifié étant au final de 500 m, le projet est soumis à Autorisation au titre de la rubrique 3.1.4.0.

Photo 6 : Quais du bassin aux Bois (2011)

Schéma 65 : Vue en plan de l'aménagement projeté au niveau des quais du bassin aux Bois

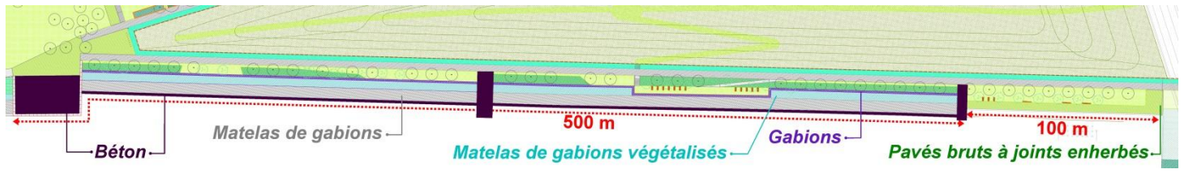
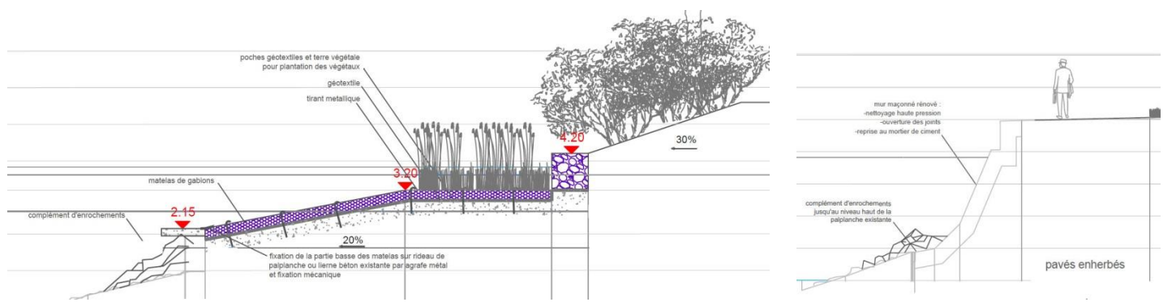


Schéma 66 : Profils en travers de l'aménagement projeté au droit des quais du bassin aux Bois



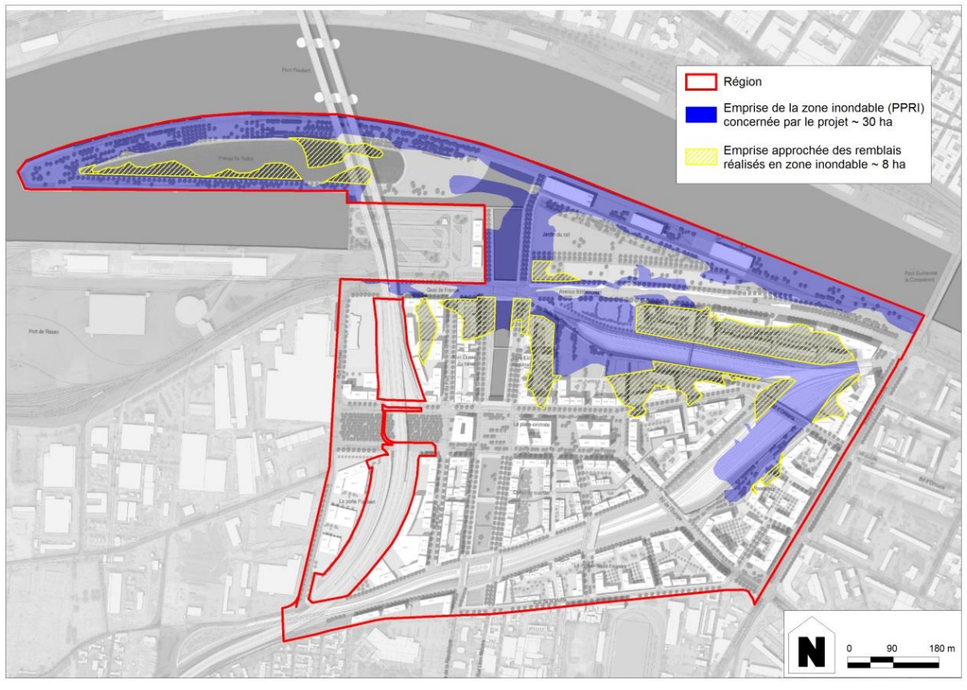
Rubrique 3.2.2.0.

Titre III – Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique **3.2.2.0.**	*Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :* *1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m² (A) ;* *2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² (D).* *Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.*

A l'échelle de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert, la superposition du projet à la topographie actuelle met en avant le fait que certaines zones devront être remblayées et d'autres décaissées.

Le schéma suivant permet de superposer la zone inondable du PPRI avec le plan masse du projet et de localiser les zones susceptibles d'être remblayées au sein du champ d'expansion de crue de la Seine. On rappellera à ce sujet que ces remblaiements concernent principalement la butte forestière et les îlots privés, les espaces publics étant réalisés au niveau du terrain naturel.

Schéma 67 : Remblais réalisés dans la zone inondable de la Seine



La superposition du zonage du PPRI avec le plan masse l'éco-quartier permet de mettre en évidence une surface remblayée de l'ordre de 8 ha. Le projet est donc soumis à Autorisation au titre de la rubrique 3.2.2.0.

Rubrique 3.2.3.0.

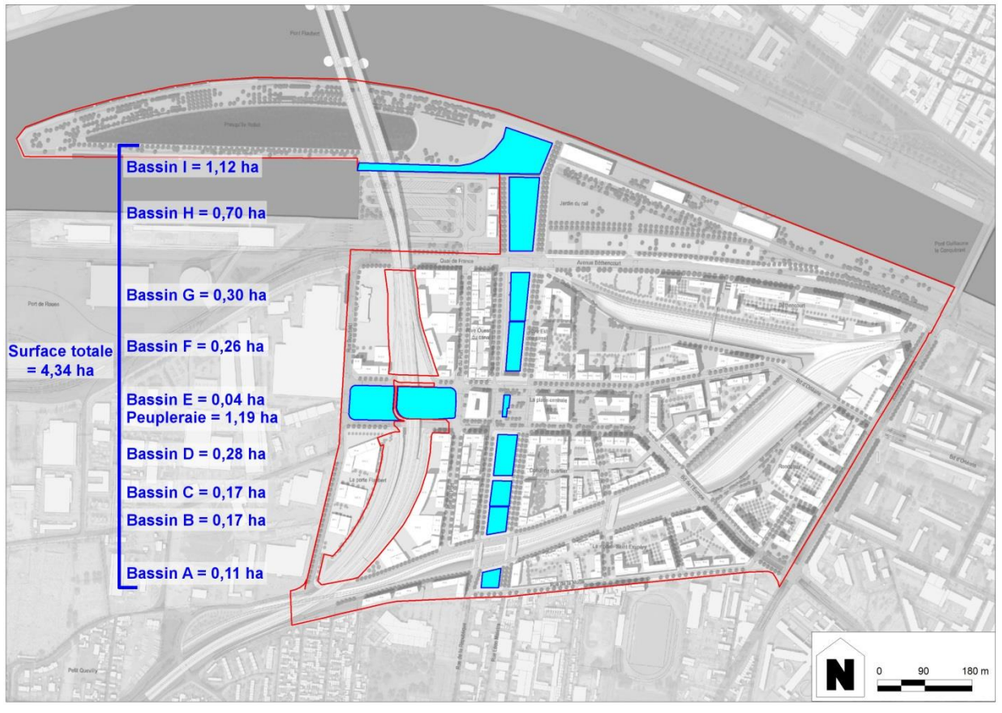
Titre III – Impacts sur le milieu aquatique ou sur la sécurité publique **3.2.3.0.**	*Plans d'eau, permanents ou non :* *1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) ;* *2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D).*

Le projet prévoit la création d'un canal bleu et vert au cœur de l'éco-quartier, ainsi que l'aménagement d'un boisement humide sur la partie Ouest, au niveau de l'ouvrage routier des accès définitifs au pont Flaubert (Peupleraie).

En périodes pluvieuses, tous ces ouvrages assureront une rétention d'eau en surface et représenteront par conséquent des plans d'eau tels que cités dans la rubrique 3.2.3.0. On rappellera en parallèle, que les bassins F, G, H et I du canal bleu présenteront un volume d'eau mort permanent, ce qui n'est pas le cas pour les bassins A, B, C, D, E et le boisement humide de la Peupleraie.

Le schéma ci-dessous permet de visualiser les surfaces maximales en eau des bassins de rétention superficiels du projet.

Schéma 68 : Surfaces maximales en eau des bassins de l'éco-quartier Flaubert



Compte tenu de la surface totale en eau (permanente ou non), le projet est soumis à Autorisation au titre de la rubrique 3.2.3.0.

6

Document d'incidences sur l'eau et les milieux aquatiques

6.1 Définition du périmètre d'étude

Le projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert est situé sur le territoire des communes de Petit-Quevilly et de Rouen en Seine Maritime. Le site s'inscrit dans un des méandres de la Seine, sur une plaine alluviale étroite, au Sud du département de la Seine-Maritime.

Localisé à l'entrée Ouest du cœur de l'agglomération, ce site est accessible depuis l'avenue Jean Rondeaux et est traversé par le pont Flaubert qui relie les deux rives de la Seine à Rouen et connecte les autoroutes A150 (au Nord de Rouen) et A13 (au Sud-Ouest de Rouen) via les routes nationales N338, dite Sud III, et N138.

Comme cela a été précisé en introduction de ce dossier, si la présente notice d'incidences porte sur le périmètre global de l'opération d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert dont une partie a déjà été réalisée au niveau des bords de Seine, elle exclut néanmoins le parking multiservices et les accès définitifs au pont Flaubert, projets tous deux gérés par des maîtres d'ouvrages différents et qui feront chacun l'objet d'une notice d'incidences spécifique.

Dans ce contexte et afin de faciliter l'analyse des enjeux environnementaux à l'échelle de l'éco-quartier Flaubert, le secteur d'étude qui est retenu pour une majorité des thématiques étudiées est constitués d'un rectangle aux limites arbitraires englobant le périmètre global de l'éco-quartier Flaubert et les terrains avoisinants qui constituent la zone susceptible d'être affectée par le projet.

Dans le cadre de la réalisation de cette notice d'incidences, le secteur d'étude a donc été adapté à la nature des caractéristiques et des enjeux environnementaux jusqu'à une échelle de lisibilité adaptée et généralement plus large que le secteur d'implantation du projet.

Le schéma ci-dessous et celui qui est présenté ci-contre permettent de localiser le secteur d'étude dans son contexte géographique.

Schéma 69 : Localisation générale du secteur d'étude (Fond de plan GEOSIGNAL)

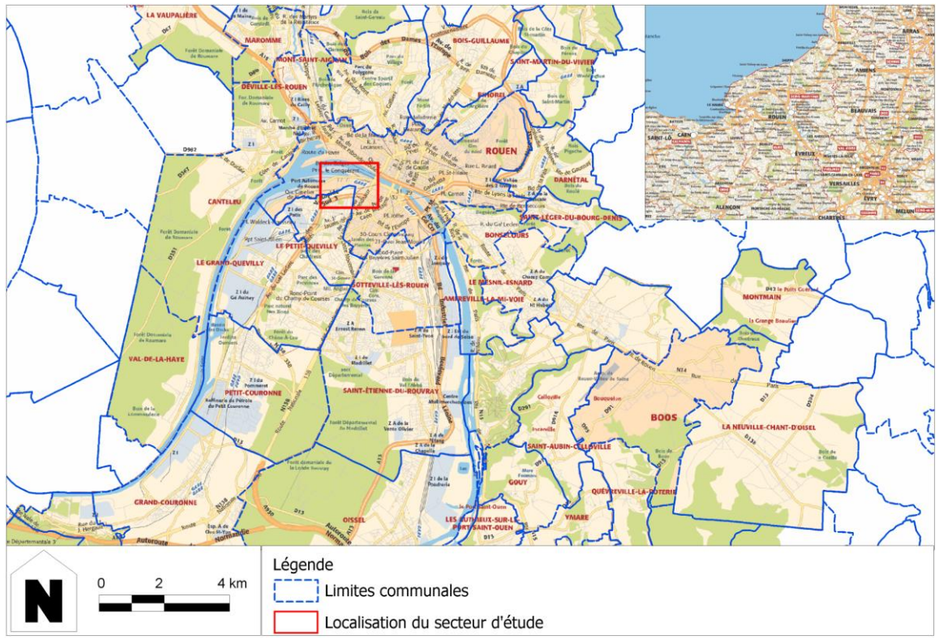
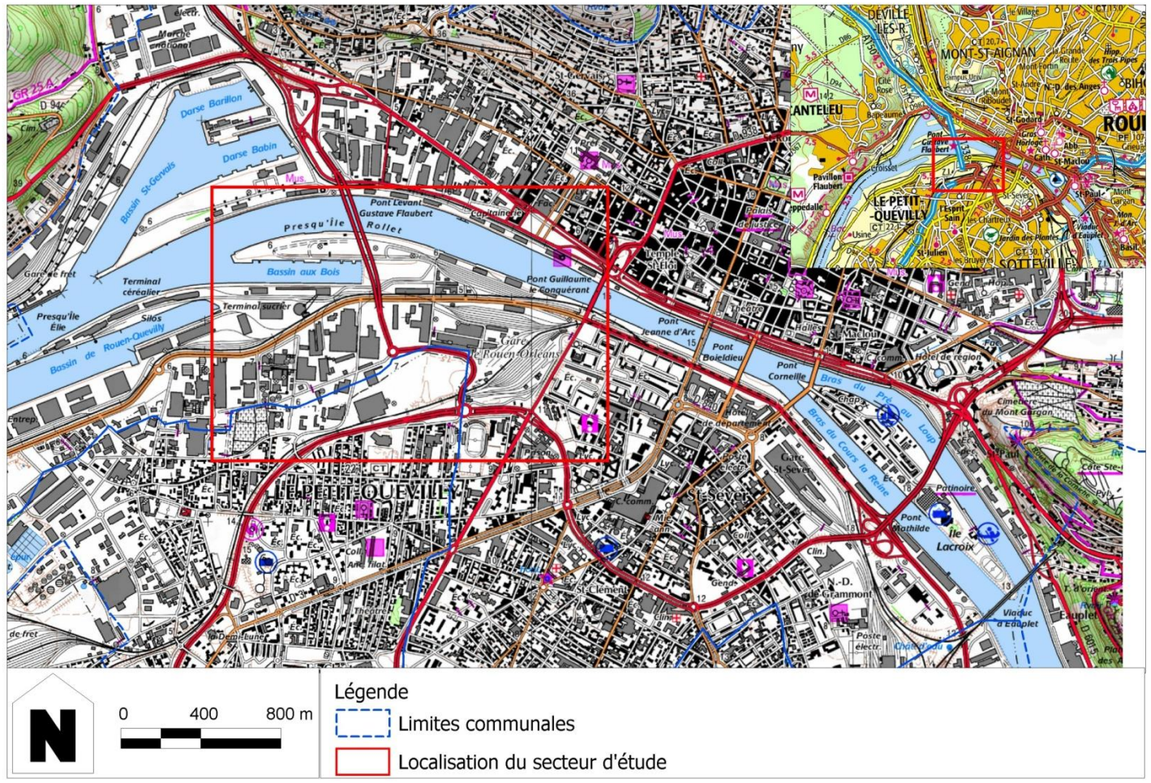


Schéma 70 : Localisation du secteur d'étude (Fond de plan scan 25 IGN)



6.2 Etat initial

6.2.1 Contexte climatique

Le département de la Seine Maritime est balayé par un climat de type océanique. Le climat tempéré est défini par un flux d'ouest chargé de chaleur et d'humidité qui aborde les côtes du continent avec des caractéristiques adoucies. Malgré la persistance des temps anticycloniques atlantiques, de fréquentes variations de température, de nébulosité existent. Le temps est qualifié d'instable (changement tous les 2 ou 3 jours en moyenne).

Les paragraphes qui suivent ont été rédigés à partir de la fiche climatique de la station météorologique de Rouen-Boos, située à environ 10 km au Sud-Est du projet.

6.2.1.1 Précipitations

Les caractéristiques des précipitations locales en intensité et en fréquence sont présentées dans les tableaux et sur le graphique ci-contre.

Le graphique et le premier tableau synthétisent les hauteurs d'eau moyennes mensuelles et annuelles. Ils mettent en évidence les caractéristiques pluviométriques annuelles suivantes :

- La moyenne algébrique mensuelle des précipitations atteint 68,4 mm ;
- La variation des précipitations entre le mois le moins arrosé (avril) et le mois le plus arrosé (décembre) est assez importante. L'écart est de 33,8 mm.

La moyenne annuelle s'élève à environ 851 mm. Il est à noter que cette moyenne sur trente ans est supérieure de 30 mm à la période 1971-2000 qui avait été plus sèche (précipitations cumulées = 821 mm).

Le tableau suivant synthétise les données statistiques locales permettant de définir l'intensité des épisodes pluvieux (hauteur de la lame d'eau) en fonction de leur durée et de leur période de retour. Il met en évidence que l'intensité des précipitations augmente avec la durée de l'épisode pluvieux. Par ailleurs, il fait également apparaitre que pour chaque durée d'épisode pluvieux, la probabilité d'occurrence de l'épisode diminue en fonction que l'intensité augmente.

Enfin, le 3ème tableau ci-contre dénombre les jours de précipitations (moyenne annuelle), pour la période 1981-2010. En moyenne, au niveau du secteur d'étude, on observe qu'il pleut 211 jours dans l'année et on recense :

- 133,6 jours où la pluie est dite efficace (≥ 1 mm) ;
- 58,8 jours où la pluie est dite significative (en termes d'assainissement) ;
- 23,8 jours où la pluie dépasse les 10 mm cumulés.

En moyenne, il se produit donc environ une pluie significative toutes les semaines et une pluie dépassant les 10 mm de manière bimensuelle. Par ailleurs, on observe en moyenne 15,7 jours d'orage par an, essentiellement au printemps et en été.

Si l'on réparti ces chiffres à l'échelle d'une année entière on peut considérer qu'en moyenne il se produit une pluie significative toutes les semaines et une pluie dépassant les 10 mm de manière bimensuelle.

Au vu de ces valeurs, le secteur d'étude peut donc être considéré comme pluvieux.

Graphique 1 : Moyennes mensuelles des précipitations (1981-2010 ROUEN-BOOS)

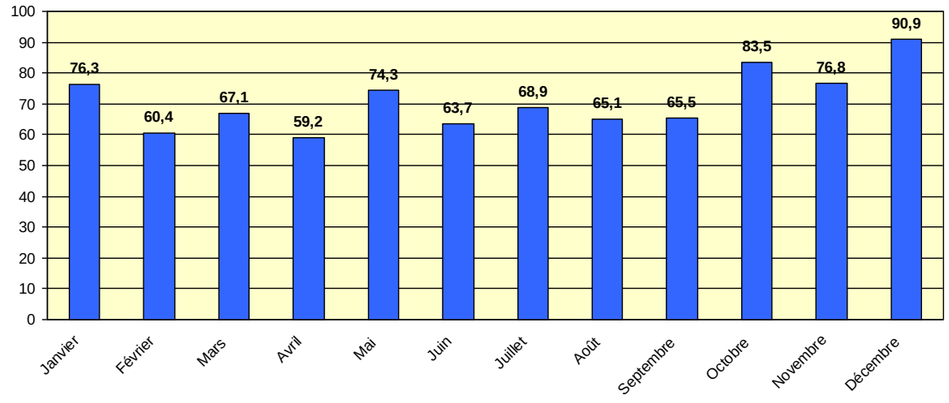


Tableau 16 : Hauteurs moyennes des précipitations mensuelles et annuelles (METEO-FRANCE, Station Rouen-Boos, Années 1981–2010)

Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Année
Hauteurs moyennes des précipitations (mm)	76	60	67	59	74	64	69	65	65	83	77	91	851,7

Tableau 17 : Valeur intensité-durée-fréquence (Rouen)

Durée	Période de retour des évènements pluvieux								
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	25 ans	30 ans	50 ans	75 ans	100 ans
	Lame d'eau en mm								
6 minutes	8,7	7,8	9,2	10,5	11,0	11,3	12,3	13,0	13,5
15 minutes	9,7	13,5	15,9	18,3	19,1	19,7	21,4	22,7	23,7
30 minutes	12,5	17,1	20,1	23,0	23,9	24,7	26,7	28,4	29,6
1 heure	16,0	21,7	25,4	29,0	30,2	31,1	33,7	35,8	37,2
2 heures	19,6	26,2	30,6	34,8	36,1	37,2	40,2	42,6	44,3
3 heures	21,6	29,2	34,2	39,0	40,5	41,8	45,3	48,0	49,9
6 heures	25,3	32,6	37,4	42,0	43,5	44,7	48	50,6	52,4
12 heures	30,1	37,8	42,9	47,8	49,4	50,7	54,2	57,0	58,9
24 heures	35,3	43,0	48,2	53,2	54,7	56,0	59,6	62,4	64,4

Tableau 18 : Nombre de jours de précipitations annuel moyen (METEO-FRANCE, Station Rouen-Boos, Années 1981–2010)

Hauteur quotidienne de précipitations en mm	Nombre moyen de jours sur une année
≥ 1 mm	133,6
≥ 5 mm	58,8
≥ 10 mm	23,8

6.2.1.2 *Températures*

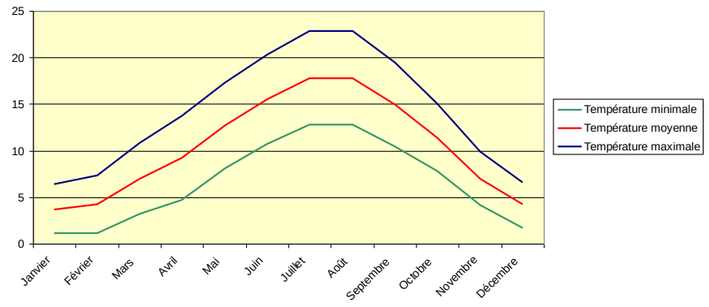
Les moyennes mensuelles et annuelles des températures mesurées sur la station de Rouen Boos sont reprises sur le graphique suivant.

Les températures moyennes révèlent une amplitude thermique relativement faible d'environ 14°C.

Les températures sont en moyenne toujours au-dessus de zéro, le minimum relevé correspond au mois de janvier avec 3,7°C, le maximum est atteint en août avec 17,8°C. La température moyenne annuelle s'élève à 10,5°C.

Les températures extrêmes relevées par la station de Rouen-Boos sont 38,1°C le 11 août 2003 et -17,1 °C le 17 janvier 1985.

Graphique 2 : Températures moyennes mensuelles en °C entre 1981 et 2010 (Source Météo France)



6.2.1.3 *Vents*

La rose des vents permet d'observer une répartition homogène des vents faibles (2 à 4 m/s) dans toutes les directions.

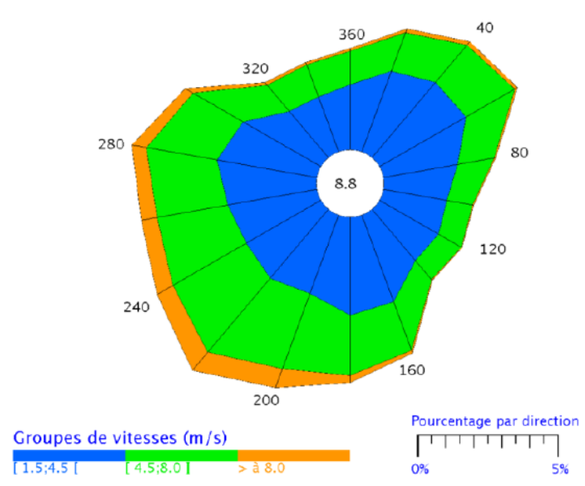
Pour les 2 autres catégories (5 à 8 m/s et > à 8 m/s), les zones les plus exposées sont le Sud-Ouest et l'Ouest. Le Sud-Est est beaucoup plus abrité de ces vents forts.

Les autres données climatiques indiquent que les vents très forts (> à 16 m/s) soufflent principalement en automne et hiver.

Le vent peut rester fort durant plusieurs jours, et au passage des perturbations, les changements de direction sont souvent brutaux.

On se référera au graphique ci-contre.

Graphique 3 : Rose des vents de la station de ROUEN BOOS



Remarque : sur ce graphique, les graduations correspondent au nombre de jours. Les valeurs allant de 0 à 360 correspondent à l'orientation des vents en degrés. Les différentes catégories de vents ont toutes la même origine, ceci se traduit par une superposition des « couches de couleur ».

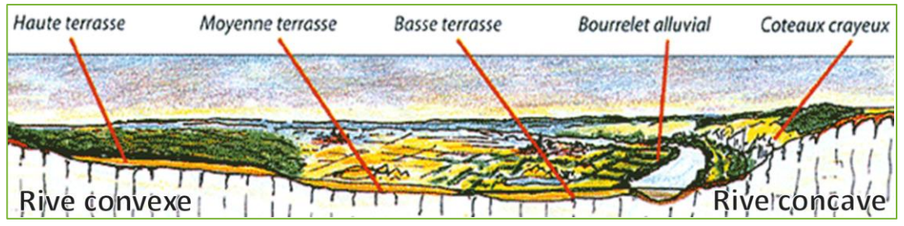
6.2.2 Sols

6.2.2.1 *Contexte géologique*

Les données concernant la géologie sont principalement issues des cartes et des notices géologiques de Rouen-Ouest et Rouen-Est (Editions du BRGM au 1/50 000).

La géologie observée est relativement monotone et se caractérise essentiellement par un plateau de craie recouvert d'un manteau de formations résiduelles (argiles à silex - Rs et limons des plateaux - LP) qui est échancré par la vallée de la Seine (méandre de Rouen) et la vallée du Cailly (affluent de la Seine). La zone d'étude à proprement parler se situe sur la rive convexe (rive gauche) du méandre de la Seine. Dans ce secteur, le fleuve a largement participé à la création du décor géologique actuel sous l'effet des différents régimes hydrauliques observés au fil des temps (cf. schéma en page suivante). La coupe présentée ci-dessous précise l'alternance des dépôts alluvionnaires au niveau de la vallée de la Seine.

Schéma 71 : Coupe schématique de la vallée de la Seine (AREHN)



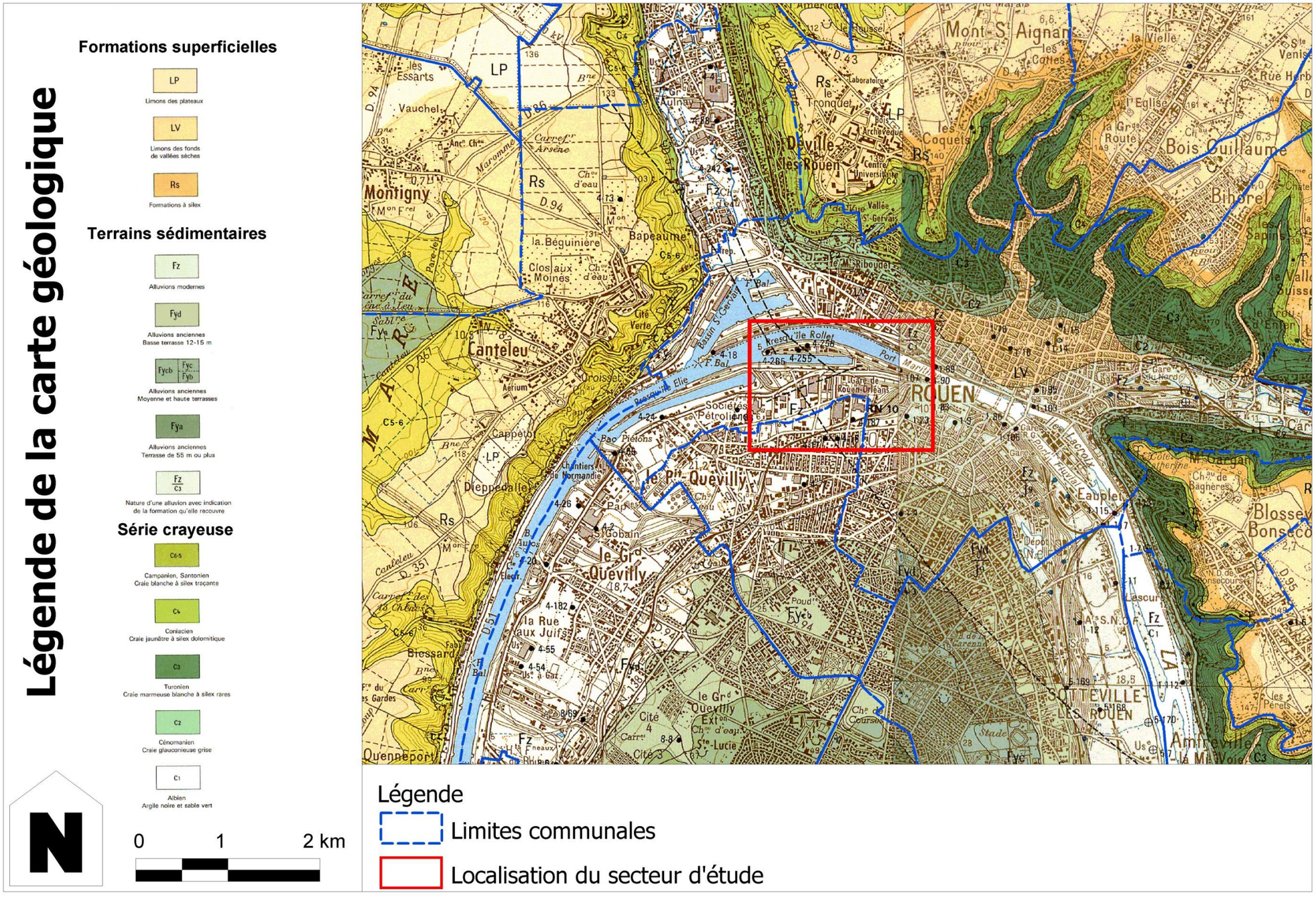
Ainsi, aujourd'hui, on peut distinguer :

- La rive concave du méandre, au niveau des communes de Canteleu et de Rouen (rive droite).
  Cette rive a subit une érosion brutale qui a participé à la formation d'une falaise crayeuse abrupte (les craies datent principalement du Cénomanien - C2, du Turonien - C3, du Coniacien - C4 et du Campanien/Santonien - C5-6). Cette falaise, au pied de laquelle on retrouve la vallée de la Seine, est surplombée par le plateau recouvert des formations résiduelles à silex (RS). Au niveau de la commune de Rouen, l'érosion du plateau crayeux apparait moins rectiligne et moins marquée qu'à Canteleu du fait de la présence de vallées sèches. Leur présence a entrainé des éboulis depuis le plateau (limons de fond de vallées sèches) qui recouvrent une partie des alluvions déposés par la Seine, notamment au droit de l'actuel centre-ville de la commune.
- La rive convexe du méandre, au niveau des communes du Grand-Quevilly, du Petit-Quevilly et de Rouen (rive gauche). Cette rive a subi une érosion plus importante mais moins brutale que la rive opposée sous l'effet de l'élargissement du lit du fleuve au cours du temps. Au niveau de la zone d'érosion, le plateau crayeux s'est effacé et a été comblé par les sédiments transportés par la Seine, les alluvions, qui constituent le sol au droit de la zone d'étude.

Les alluvions ont été déposées par la Seine, au cours des deux derniers millions d'années (ère quaternaire). On peut distinguer deux types d'alluvions déposées au fil des différents cycles de glaciation :

- Les alluvions anciennes (Fy), généralement de nature siliceuse et grossière, constituées de sables et de graviers, plus ou moins fortement décalcifiées. Par le jeu de l'alternance des phases de dépôts et des phases d'érosion, associé à un soulèvement d'environ 150 m de la région, ces alluvions ont formés plusieurs niveaux de terrasses. Localement, les plus anciennes (Fycb) correspondent aux alluvions de moyennes et hautes terrasses. Elles recouvrent les alluvions anciennes de basses terrasses (Fyd). Ces formations sont particulièrement bien développées au Sud de la zone d'étude en s'éloignant du cours actuel de la Seine.
- Les alluvions modernes (Fz), fines et argileuses, plus ou moins baignées par la nappe phréatique superficielle ou inondées lors des crues hivernales. Ce sont les alluvions rencontrées au plus près du lit actuel du fleuve et qui constituent le sol naturel de la zone d'étude.

Schéma 72 : Géologie du secteur d'étude (Fond de plan carte géologique au 1/50 000 - BRGM)



6.2.2.2 *Reconnaissance des sols au droit du projet*

Les données relatives à la reconnaissance des sols au droit du site sont issues de l'étude géotechnique réalisée par la société ABROTEC.

Afin de prendre en compte les caractéristiques du sous-sol au droit du site dans le cadre de l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert, la société ABROTEC a été missionnée pour réaliser une étude géotechnique préliminaire (mission de type G11) au droit des terrains d'emprise du projet. Cette étude, réalisée sur la base de l'esquisse d'aménagement établie pour l'étude de définition, est reportée en annexe 3 de l'étude d'impact du dossier de création de ZAC.

Les investigations réalisées dans le cadre de cette mission géotechnique préalable, qui sont identifiées sur le schéma page suivante, ont porté sur la réalisation de :

- 13 sondages destructifs à 20 m de profondeur avec enregistrement des paramètres de forage et exécution d'essais pressiométriques (SP5 à SP17) ;
- 3 sondages destructifs à 20 m de profondeur avec enregistrement des paramètres de forage (SD2, SD3 et SD4) ;
- 9 sondages à la pelle mécanique à 3 m de profondeur (PM6 à PM15) ;
- 4 sondages au pénétromètre dynamique lourd descendus jusqu'au refus (profondeur variable entre 6 et 8,6 m par rapport au terrain naturel (PL8, PL9, PL10 et PL11) ;
- 4 sondages destructifs à 5 m de profondeur avec enregistrement des paramètres de forage et exécution d'essais de perméabilité (EPL1, EPL2, EPL3 et EPL4) ;
- Installation de 4 piézomètres à une profondeur allant de 15 à 16 m (PZ1 à PZ4).

L'analyse et la synthèse de l'ensemble des investigations réalisées (localisées sur le schéma ci-contre) ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante (du haut vers le bas) :

- **Formation 1** : remblais hétérogènes (grave, craie, argile, sable) de compacité variable mais globalement très mous.

  Ces remblais renferment également en semi-profondeur, des blocs, des débris de démolitions, ferrailles, tissus, … issus du passé historiques du site. En outre, des vestiges de fondations sont toujours possibles.

  Sur le site, leur origine, leur nature et leur compacité peuvent varier sensiblement et brutalement. Par ailleurs, en raison de caractéristiques de compacité et de la lithologie parfois quasi-identiques avec la formation sous-jacente, la délimitation de la base des remblais est rendue difficile.

- **Formation 2** : alluvions modernes, grises, fines, coquillées à matrice sableuse, argileuse et renfermant des galets ou silex et des horizons vasards.

  Les caractéristiques mécaniques mesurées dans cette formation sont faibles à très faibles.

- **Formation 3** : des alluvions grossières (grave sableuse) de forte compacité ;

- **Formation 4** : substratum marno-crayeux gris.

  Ce substratum montre ponctuellement des altérations en tête puis des caractéristiques mécaniques moyennes à élevées en profondeur (forte compacité). Il renferme des bancs très durs (calcaire induré). En zone de faille, ses caractéristiques peuvent être dégradées.

Au moment des investigations, les niveaux d'eaux relevés sur les 4 piézomètres installés variaient entre 1 et 5 m de profondeur.

En complément des investigations listées précédemment, la société ABROTEC est également intervenue pour évaluer la perméabilité des sols. La capacité des sols à infiltrer a été mesurée avec :

- 4 essais Lefranc / Nasberg (EPL1, EPL2, EPL3 et EPL4) ;
- 4 essais Matsuo (KL1, KL2, KL3 et KL5).

Ces essais dont l'emplacement est précisé sur le schéma page suivante, ont finalement donné les résultats suivants.

Tableau 19 : Résultats des essais de perméabilité sur le site du projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (ABROTEC – 20/12/2012)

N° d'essai	Type d'essai	Formation rencontrée	Profondeur de l'essai	Perméabilité mesurée
EPL1	Lefranc / Nasberg	Sable graveleux	1,6 – 3,1 m	$1{,}2 \times 10^{-6}$ m/s
EPL2		Sable argilo-graveleux	3,0 – 4,0 m	$1{,}5 \times 10^{-6}$ m/s
EPL3		Argile sableuse	2,0 – 3,0 m	$3{,}3 \times 10^{-9}$ m/s
EPL4		Remblai argilo-graveleux	2,0 – 3,0 m	$9{,}6 \times 10^{-8}$ m/s
KL1	Matsuo	Sable graveleux	1,6 – 2,3 m	$3{,}2 \times 10^{-4}$ m/s
KL2		Remblai gravelo-sableux	1,6 – 1,9 m	$2{,}2 \times 10^{-4}$ m/s
KL3		Grave sableuse	1,5 – 1,9 m	$2{,}4 \times 10^{-4}$ m/s
KL5		Remblai graveleux	1,0 – 1,5 m	$1{,}9 \times 10^{-4}$ m/s

Le code couleur qui est ajouté sur ce tableau vise à mettre en évidence les trois catégories de résultats obtenues :

- **ROUGE** : ces résultats mettent en évidence le caractère quasi imperméable des argiles sableuses observées dans le sondage EPL3 et des remblais argilo-graveleux observés dans le sondage EPL4.
- **ORANGE** : les sables argilo-graveleux mis en évidence dans les sondages EPL1 et EPL2 présentent, quant à eux, une perméabilité plus élevée permettant d'entrevoir la mise en place d'ouvrage de rétention pour les eaux pluviales, fonctionnant par infiltration jusqu'à une pluie d'occurrence décennale.
- **VERT** : les graves sableuses et remblais graveleux de surface montrent une assez forte perméabilité (KL1, KL2, KL3, KL5).

Schéma 73 : Localisation des investigations géotechniques réalisées sur le site du projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (ABROTEC – 20/12/2012)

6.2.2.3 *Qualité des sols en place*

La qualité des sols au niveau du secteur d'étude a fait l'objet d'études spécifiques menées par la société BURGEAP dans le cadre de la mission du groupement de maitrise d'œuvre.

A ce stade de conception du projet l'approche préalable engagée par BURGEAP, membre de l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine, a permis d'identifier les contraintes de pollution d'une partie des terrains localisés sur le secteur d'étude, compte tenu de contraintes foncières et d'accessibilité sur certains sites, dont certains sont encore en activité (notamment les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement – ICPE – relevant d'une propriété privée).

Cette approche sera complétée au fur-et-à-mesure de l'avancement du projet de manière à obtenir un état des lieux exhaustif sur la base duquel le projet d'aménagement sera approfondi et adapté. Ces réflexions préalables permettront de prendre en compte dans le projet d'aménagement les principes de gestion des terres impactées et de s'assurer de la comptabilité des usages projetés avec ces derniers.

Dans l'état de connaissance actuelle (diagnostics réalisés sur une grande partie de la surface de l'éco-quartier) une cartographie de l'état environnemental des différents milieux a pu être réalisée (cf. schéma ci-contre). Cette carte présente la synthèse des contraintes liées à la présence ou non de sols impactés au droit des parcelles de l'éco-quartier Flaubert qui reposent sur l'analyse :

- Des composés polluants présents dans les différents milieux et leurs niveaux de concentration ;
- Du caractère volatil ou non des composés présents ;
- De la surface des zones impactées (notion de ponctualité d'une zone source).

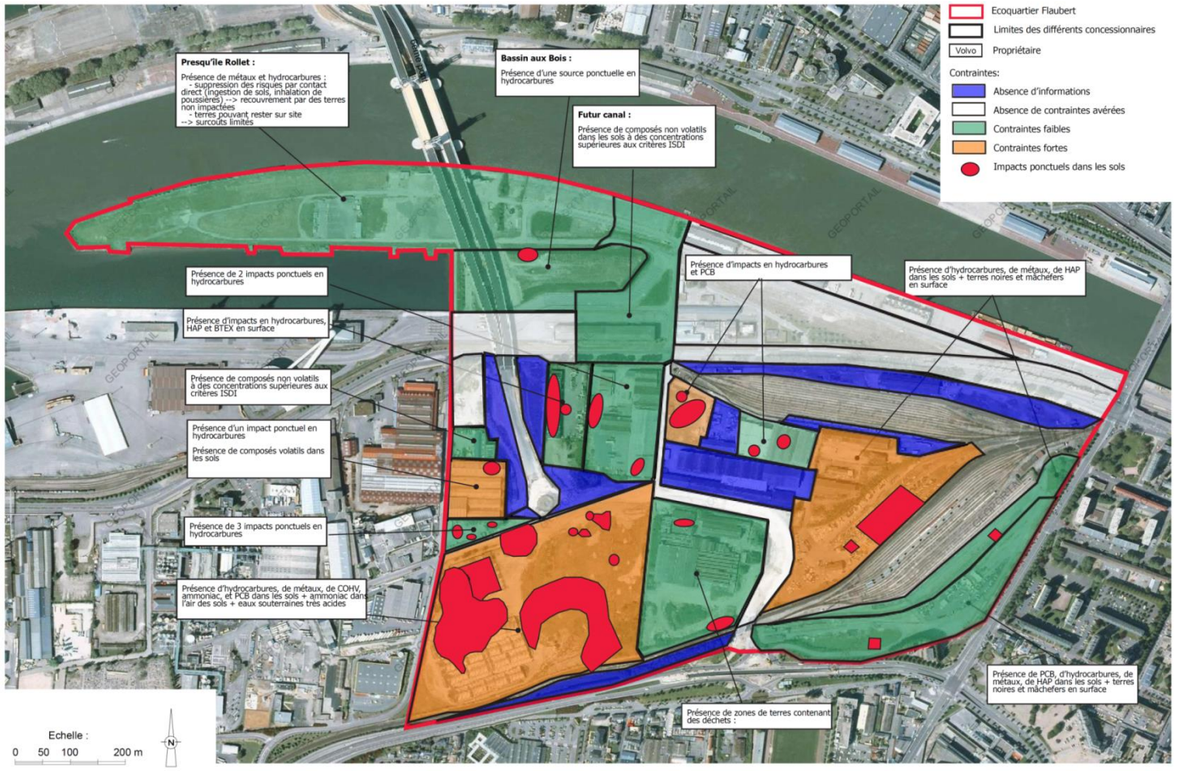
Par ailleurs, de manière à optimiser la gestion des terres impactées, elle prend déjà en compte l'usage futur envisagé, la topographie du site et le nivellement final envisagé (savoir si les terrains en place seront recouverts ou au contraire décaissés).

Les contraintes sont nuancées en 4 catégories à savoir :

- **Impact avéré en pollution des sols en rouge sur la carte. Cette catégorie concerne :**
  - Des secteurs inférieures à 2000 m² : cette douzaine de « zones source » présentent des concentrations élevées principalement en hydrocarbures.
  - Un secteur d'une superficie comprise entre 10 000 et 20 000 m² : les études récemment communiquées illustrent une zone source fortement impactée en hydrocarbures (HCT et HAP) aux délimitations encore assez floues. Un diagnostic approfondi devra être réalisé pour consolider les premiers résultats ;
  - Plusieurs secteurs au sein du site Grande Paroisse - GPN.
- **Contrainte forte à faible respectivement en orange et en vert sur la carte. Cette catégorie représente :**
  - Des remblais noirs de qualité médiocre utilisés historiquement comme couche de forme des ouvrages ferroviaires ;
  - Des contaminations plus ou moins importantes des sols en place aux hydrocarbures et aux métaux.
- **Absence de contrainte en blanc sur la carte :**
  - Des études historiques et documentaires et des diagnostics de pollution des sols ont été réalisés sur les quais de Seine et les parcelles investiguées ne présentent pas d'impact et donc aucune contrainte dans le cadre des aménagements prévus.
- **Absence d'information en bleu sur la carte : ces sites n'ont pas encore fait l'objet d'étude de la qualité des sols à ce jour ou ces études ne nous ont pas encore été communiquées.**

Les résultats des études menées à ce jour sont détaillés dans des fiches spécifiques à chaque site insérées en annexe 4 de l'étude d'impact du dossier de création de ZAC.

Schéma 74 : Synthèse de connaissances relatives à la qualité des sols au droit du projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert (BURGEAP – 20/09/2013)



6.2.4 Eaux souterraines

6.2.4.1 Contexte hydrogéologique

Les données concernant l'hydrogéologie sont issues des notices géologiques de Rouen-Ouest et Rouen-Est (BRGM) et de l'Atlas Hydrogéologique de Seine Maritime.

On nomme aquifères les formations géologiques constituées de roches perméables (formations poreuses et/ou fissurées) contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, et capable de la restituer naturellement et/ou par exploitation (drainage, pompage,...).

Dans le secteur d'étude, du bas vers le haut, on peut rencontrer les aquifères suivants :

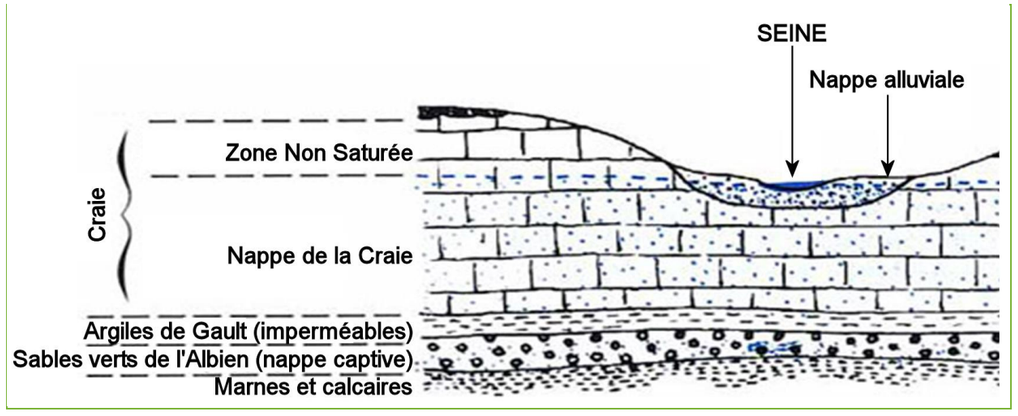
- **La nappe des sables verts de l'Albien :**
  Les formations des sables verts de l'Albien recèlent parfois des nappes captives.

- **La nappe de la craie :**
  La nappe de la craie constitue une nappe libre (où l'eau est mobile) contenue dans les assises crayeuses d'âge Cénomanien, Turonien et Sénonien. Cet aquifère repose sur le substrat imperméable des argiles de Gault (Jurassique).
  La nappe de craie constitue l'aquifère le plus important du bassin parisien. Elle est alimentée par les précipitations qui traversent le sol et s'infiltrent dans la craie, formation géologique dominante du sous-sol de la Haute-Normandie. L'alimentation en eau potable de la majorité de la population est assurée par cette puissante nappe d'eau qui constitue un volume considérable.
  La nappe de la craie s'écoule des plateaux vers la vallée de la Seine. Les écoulements sont fortement influencés par les différentes vallées des principaux affluents de la Seine qui sont tous situés en rive droite. (le Cailly à Rouen). En rive gauche, le drainage est entièrement souterrain.

- **La nappe alluviale de la Seine :**
  Dans la vallée de la Seine, la base des alluvions située au-dessous du niveau du fleuve est aquifère. La nappe alluviale se développe essentiellement dans les cailloutis de base, grossiers et donc perméables. Cette nappe est en continuité avec la nappe de craie et constitue un axe de drainage. Par ailleurs, la nappe alluviale est également en relation avec la Seine.

Compte tenu de la nature des sols et de la proximité de la Seine, l'aquifère rencontré directement au droit du site est la nappe alluviale.

Schéma 75 : Coupe de principe des aquifères en présence (Eau Secours, CRDP de Rouen)



La nappe alluviale est alimentée par les pluies tombant sur la plaine alluviale et par les écoulements souterrains diffus en provenance de la nappe de la craie du fait de l'absence de couche imperméable entre les alluvions et la craie.

Ainsi, après avoir convergé des plateaux vers les vallées sèches ou humides, les eaux de la nappe de la craie alimentent la nappe alluviale et le cours d'eau qui la draine, en l'occurrence la Seine. L'alimentation de la rivière par la nappe alluviale peut être plus ou moins diffuse en fonction d'une part de la perméabilité et de l'épaisseur des alluvions et d'autre part du colmatage des berges des cours d'eau.

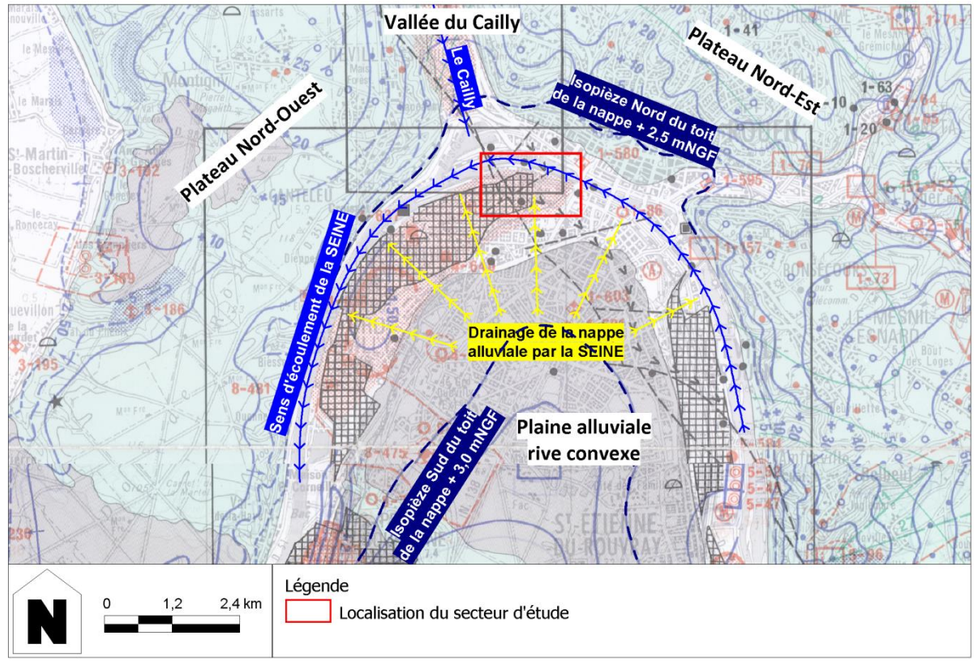
Lorsque le niveau de la Seine est supérieur au niveau de la nappe alluviale, le phénomène s'inverse, c'est-à-dire que le fleuve alimente la nappe. Ce phénomène peut être lié à une crue du cours d'eau ou dans le cas de Rouen, aux phénomènes de marée.

Ainsi, en fonction de l'ensemble de ces éléments, le niveau de la nappe peut varier de façon sensible et parfois de manière assez rapide tout au long de l'année.

A ce titre, on peut noter que dans le cadre de la réalisation du Palais des Sports sur la commune de Rouen entre le Mont-Riboudet et la Seine, une mission a été confiée à INGETEC afin de réaliser une étude hydrogéologique permettant de vérifier la faisabilité de la mise en œuvre d'une pompe à chaleur géothermique par puisage dans la nappe phréatique. Cette étude a consisté à réaliser une modélisation hydrogéologique et a permis de mettre en évidence que la nappe réagit très fortement aux variations de la Seine. Par extrapolation on peut estimer que le battement doit dépasser les 2,5 m en fonction du coefficient de marée et du débit du fleuve. Ainsi, compte tenu des ondes de marées, on assiste à des phénomènes d'inversion cyclique des échanges entre la nappe et le fleuve.

Au-dessous du Gault (formation argileuse peu perméable), les niveaux sableux de l'Albien et du Crétacé inférieur peuvent contenir une nappe captive. Compte tenu des formations imperméables qui isolent les nappes captives des nappes libres qui les surplombent, les échanges entre cette masse d'eau et les nappes libres de la craie et d'accompagnement de la Seine sont pratiquement nuls.

Schéma 76 : Niveaux piézométriques et fonctionnement hydrogéologique local (Atlas Hydrogéologique de Seine Maritime)



6.2.4.2 *Caractéristiques quantitatives de la nappe alluviale*

Au regard de ce qui précède, au niveau du secteur d'étude, les écoulements souterrains apparaissent complexes compte tenu des échanges possibles entre la nappe de la craie, la nappe alluviale et la Seine. Toutefois, d'une manière générale, les eaux souterraines sont drainées par le fleuve qui impose le sens de l'écoulement des eaux vers le Nord/Nord-Ouest au niveau du secteur d'étude. On se réfèrera au schéma en page précédente.

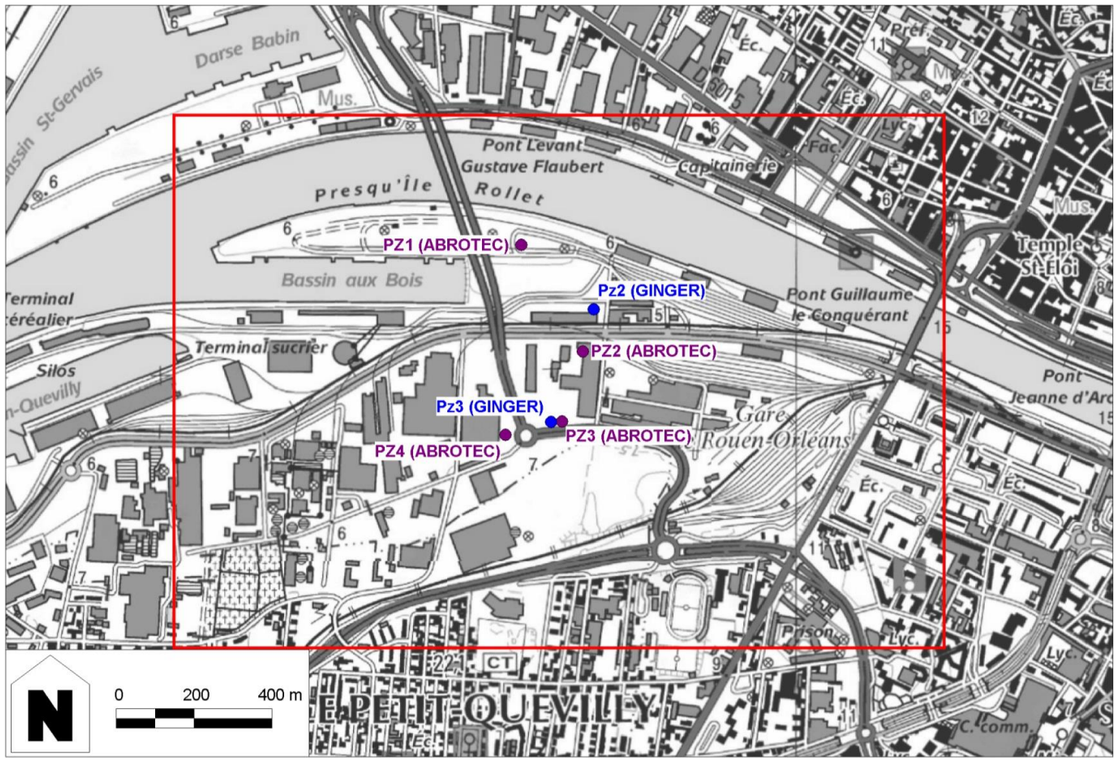
Pour ce qui concerne la piézométrie, au regard des données de la carte hydrogéologie et de la base de données BSS du BRGM, il semble que le toit de la nappe alluviale soit rencontré à une altitude de l'ordre de 2,5 à 3 m NGF en moyenne. En tenant compte de l'altitude du site, qui évolue entre 5 et 11 m NGF, la profondeur de la nappe est donc autour de 2 à 8 m sous le terrain naturel.

Au niveau du secteur d'étude, ces données sont confirmées à l'aide du suivi piézométrique mené par les sociétés ABROTEC et GINGER.

- L'étude d'ABROTEC a consisté en la mise en œuvre d'un suivi piézométrique ponctuel du niveau d'eau, en 4 points PZ1 à PZ4 pendant une période de l'ordre de 6 mois ;
- L'étude de GINGER a consisté en la mise en œuvre d'un suivi piézométrique continu du niveau d'eau, en 2 points Pz2 et Pz3 pendant une période de six mois.

La localisation des 6 piézomètres implantés sur le site est reprise sur le schéma ci-dessous.

Schéma 77 : Localisation des piézomètres Pz2 et Pz3 pris en compte dans le cadre de l'étude de suivi piézométrique mise en œuvre pour la présente opération (GINGER)



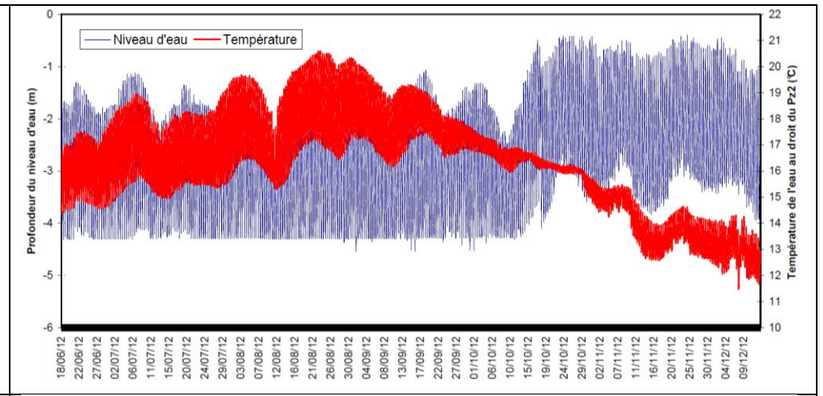
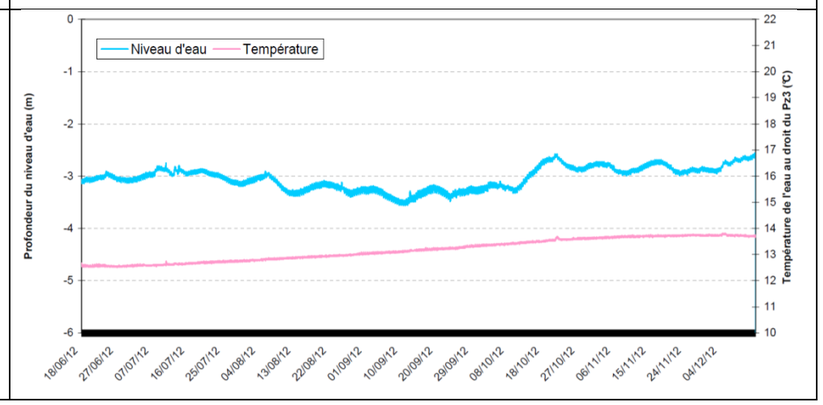
Les résultats obtenus par les relevés ponctuels du niveau d'eau mis en œuvre par ABROTEC montrent que la nappe alluviale est observée entre 1 et 5 m de profondeur sous le terrain naturel (on se réfèrera à l'annexe 3 de l'étude d'impact du dossier de création de ZAC).

Le suivi piézométrique organisé par GINGER permet de compléter ces observations en mettant en évidence que :

- Le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Ainsi, les relevés effectués laissent apparaitre que le niveau du toit de la nappe varie entre :
  - 0,5 et 4,5 m de profondeur au plus proche de la Seine (suivi du piézomètre Pz2) ;
  - 2,5 et 3,5 m de profondeur en s'éloignant à environ 500 m du fleuve (suivi du piézomètre Pz3).
- En bord de Seine (Pz2), le niveau piézométrique est plus sensible aux marées avec une amplitude de l'ordre de 3 m en fonction que l'on soit à marée haute ou à marée basse pour le point Pz2 contre une amplitude quasi nulle pour le point Pz3.

En conclusion, on peut indiquer que les résultats obtenus par GINGER montrent bien la relation fonctionnelle entre la nappe alluviale et la Seine, et confirment la faible profondeur des eaux souterraines. Cette dernière caractéristique, lui confère au regard de la nature perméable des terrains superficiels, une vulnérabilité relativement importante vis-à-vis d'une pollution éventuelle de surface, notamment en l'absence d'imperméabilisation des sols.

Schéma 78 : Variation du niveau d'eau et de la température au droit de Pz2 et de Pz3 entre le 18/06/2012 et le 13/12/2012 (GINGER)

Pz2	
Pz3	

6.2.4.3 *Exploitation des eaux souterraines*

Les données relatives aux usages des eaux souterraines sont issues de la Base de données du Sous-Sol (BSS) établie par le BRGM et des données fournies par l'Agence Régionale de la Santé (ARS) pour ce qui concerne l'Alimentation en Eau potable (AEP).

Usages des eaux souterraines dans le secteur d'étude

Au regard des données recueillies auprès du BRGM, on constate qu'à proximité de la zone d'étude, les usages industriels et les ouvrages de suivi (piézomètres) constituent la majorité des usages de la ressource en eau. Ces usages concernent principalement une exploitation des ressources de la nappe alluviale.

On se réfèrera au schéma ci-contre.

Protection et vulnérabilité des ressources destinées à l'Alimentation en Eau Potable (AEP)

Les données fournies par l'ARS montrent que les ouvrages destinés à l'Alimentation en Eau Potable, qu'ils soient abandonnés ou en exploitation, sont localisés à plus de 3 km du site.

Afin de protéger au mieux les ressources en eau destinées à la consommation humaine, différents périmètres de protection ont été définis autour des captages AEP :

- **Périmètre de Protection Immédiate (PPI)** : ils sont délimités pour protéger les installations de captage et les bétoires qui sont en contact direct connu ou très probable avec le captage. A l'intérieur de ce périmètre, tous dépôts, activités ou installations autres que ceux strictement nécessaires à l'exploitation et à l'entretien des points d'eau sont interdits.
- **Périmètre de Protection Rapprochée (PPR)** : ils s'étendent autour du captage considéré, un certain nombre d'activités y sont réglementées ou autorisées
- **Périmètre de Protection Eloigné (PPE)** : Le but est de fournir une raison réglementaire aux travaux de gestion des eaux et de l'aménagement du territoire. Il est admis comme éloigné, parce que la mise en place des mesures de bonne gestion du sol ne peut se faire que dans la concertation admise par tous et par divers moyens incitatifs. Un certain nombre d'activités y sont réglementées ou autorisées.

Les périmètres de protection associés aux captages AEP localisés dans le secteur d'étude sont représentés sur le schéma en page suivante. Cette illustration fait apparaitre que le projet ne s'inscrit dans aucun périmètre de protection des captages d'Alimentation en Eau Potable.

Généralement, on désigne sous le terme de cibles alimentation en eau potable les ouvrages de captage d'eau destinée à la potabilisation situés en aval des projets et pouvant de ce fait être confrontés à des impacts en phase travaux et/ou en phase de fonctionnement.

Tous les captages AEP exploités et situés à proximité du projet sont en dehors de son influence potentielle sur le plan hydrogéologique. En effet, ils sont localisés à l'amont hydrogéologique du site ou sur la rive opposée de l'axe de la Seine. Le projet n'a donc pas de cible AEP.

Schéma 79 : Usages des eaux souterraines (BSS – BRGM)

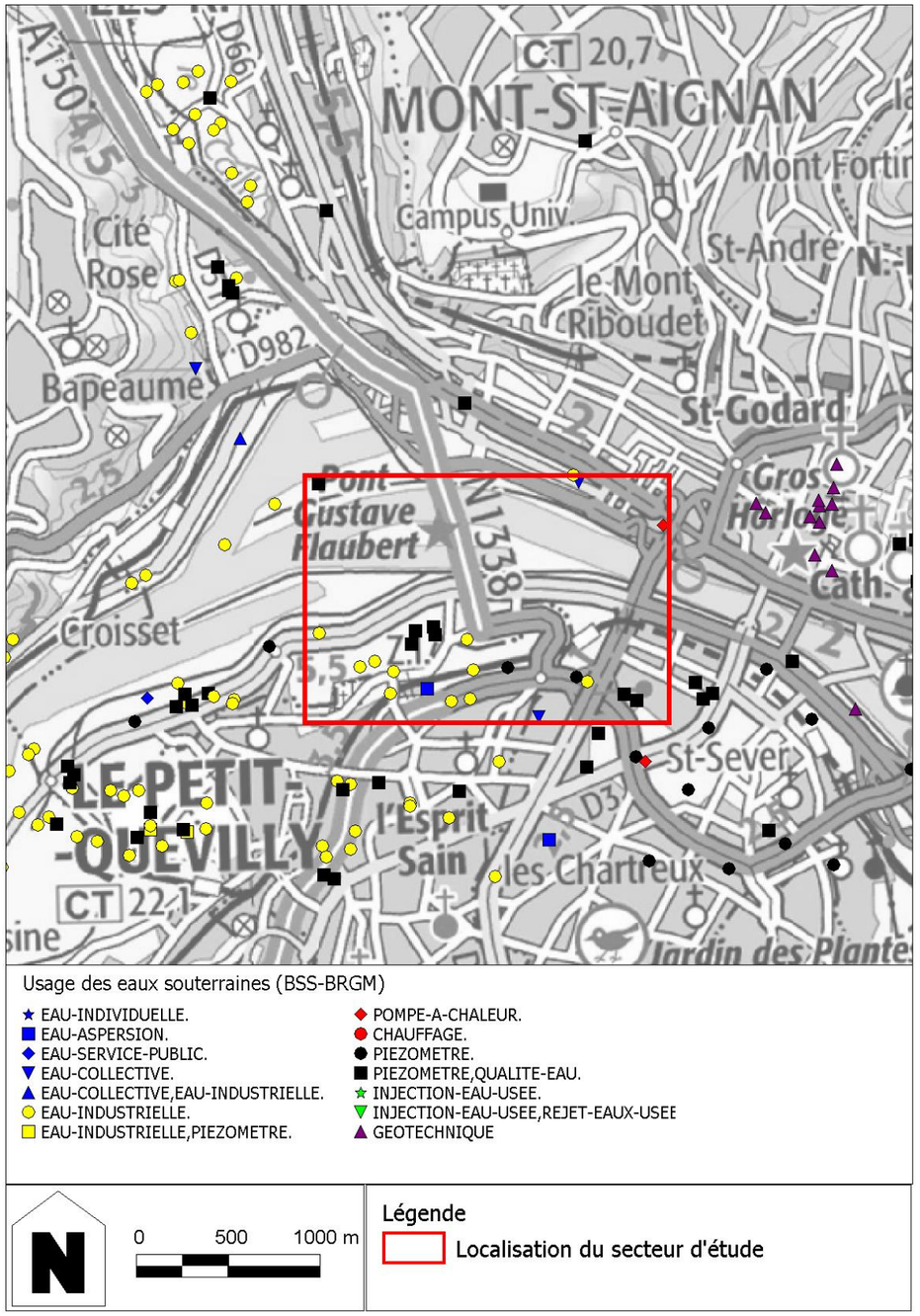
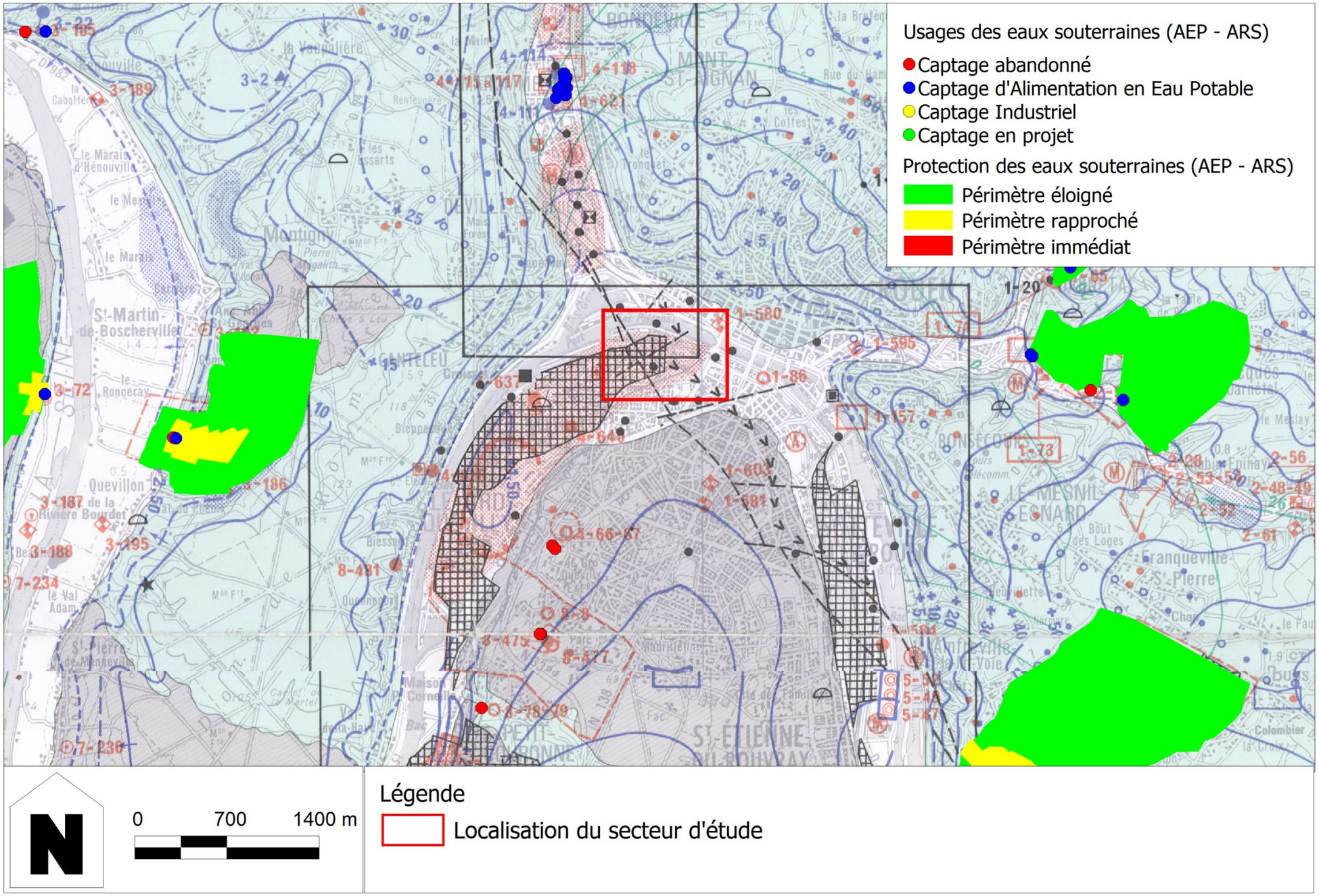


Schéma 80 : Protection des ressources destinées à l'Alimentation en Eau Potable (ARS)



6.2.4.4 Qualité des eaux souterraines

La qualité des eaux souterraines est déduite des différentes campagnes analytiques réalisées au niveau du secteur d'étude.

Rappels

En cohérence avec ce qui a été indiqué précédemment, au niveau de la zone d'étude, les rapports réalisés par BURGEAP identifient trois nappes souterraines successives : la nappe alluviale, la nappe de la craie et la nappe des sables verts de l'Albien.

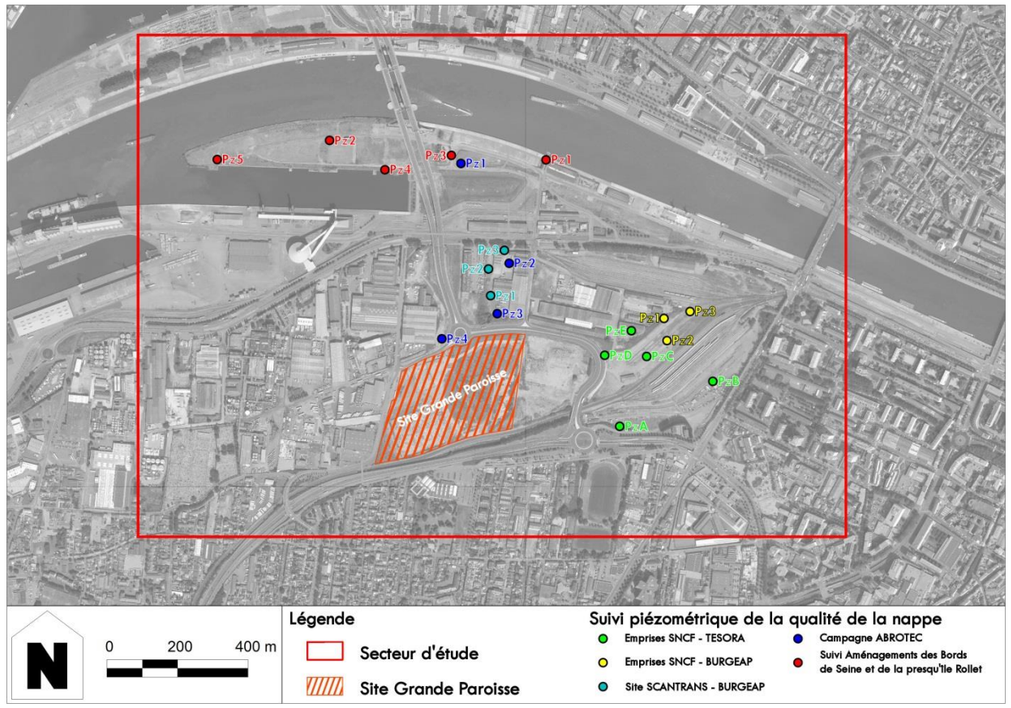
Les études de BURGEAP rappellent que :

- La nappe des sables verts constitue une nappe captive qui est isolée par le niveau imperméable des Argiles du Gault dont la profondeur est estimée à environ 20 m de profondeur au droit de la zone d'étude.
- La nappe alluviale au droit de la zone d'étude est vulnérable vis-à-vis d'activités potentiellement polluantes exercées sur une partie de la zone du fait de l'absence d'une protection naturelle imperméable en surface, ainsi que de sa faible profondeur (entre 0,5 et 4,5 m de profondeur). Néanmoins, cette nappe n'est pas utilisée pour l'alimentation en eau potable à Rouen et dans ses environs. Elle ne présente donc pas de caractère sensible.

Résultats des études réalisées au 30 juin 2015

Les données relatives à la qualité des eaux souterraines sont issues des différentes campagnes de mesure réalisées sur le site.

Schéma 81 : Localisation des piézomètres exploités pour mesurer la qualité des eaux souterraines



En fonction de la localisation des investigations réalisées sur le site (Cf. schéma ci-contre), les résultats analytiques disponibles à ce jour mettent en évidence les conclusions suivantes :

- Site Grande Paroisse (GPN) : La synthèse documentaire réalisée par BURGEAP concernant les risques de pollution des milieux permet de constater que le site GPN est à l'origine d'une contamination des eaux souterraines. Dans le cadre de la cessation d'activité du site, les investigations réalisées ont montré que :
  - La nappe est impactée par divers composés : teneurs fortement acides, métaux et composés inorganiques ont été mis en évidence au droit du site ;
  - Les pollutions identifiées dans les eaux souterraines sont principalement concentrées sur le site et qu'elles ont un impact limité à l'extérieur (en aval hydraulique et en extension latérale) : les eaux souterraines présentent un pH relativement neutre à l'aval immédiat du site. Seuls les composés inorganiques sont retrouvés à l'extérieur, mais en des proportions nettement moins importantes.

  Etant donné l'absence d'usage sensible des eaux souterraines répertorié dans le voisinage du site, ces impacts, bien qu'existants, sont considérés comme modérés. Toutefois, afin de conserver la mémoire de la présence de ces pollutions dans les eaux souterraines, des servitudes d'utilité publiques seront instituées sur les parcelles directement situées au Nord et à l'Ouest du site. Le dossier est actuellement en cours d'instruction.

- Emprises SNCF :
  - Campagnes TESORA (20/06/2011 et 30/08/2011 - 5 piézomètres) : Dégradation des eaux souterraines par des ETM (As, Cr, Cu, Pb et Ni) au niveau de PzC (uniquement campagne du 20/06/2011) ;
  - Campagne BURGEAP (20/09/2012 - 3 piézomètres) : Dégradation de la nappe par de l'arsenic (Pz1) et des hydrocarbures (Pz2).

  Il convient de noter que le programme analytique mis en œuvre pour ces 2 campagnes portait sur les ETM, les HCT, les HAP, les BTEX et les COHV[5]. Les résultats obtenus montrent donc une dégradation ponctuelle et limitée des eaux souterraines au droit des emprises SNCF.

- Site Scantrans : Campagne BURGEAP (12/07/2010 - 3 piézomètres) : Absence de dégradation de la nappe au niveau des 3 piézomètres.

- Campagne ABROTEC (02/08/2012 - 4 piézomètres) : Tests d'agressivité chimique de l'eau vis-à-vis des bétons concluant à une faible agressivité (classe XA1) des eaux souterraines dans le secteur d'intervention.

- Aménagements des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet : Protocole de suivi de la qualité des eaux souterraines BURGEAP (22 campagnes menées depuis l'état zéro effectué en janvier 2012 - 5 piézomètres) :
  - Les résultats d'analyses de la campagne initiale (état zéro) ont mis en évidence l'absence d'impact significatif des eaux souterraines prélevées au droit de la presqu'île Rollet pour les usages qui sont réalisés auprès de cette ressource (absence de prélèvements AEP).
  - Les 22 campagnes suivantes présentent chacune des résultats équivalents ou inférieurs à l'état de référence.

5/ ETM : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb) et Zinc (Zn)
HCT : Hydrocarbures totaux
HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques
BTEX : Benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes
COHV : Composés organo-halogénés volatils

6.2.4.5 *Risques d'inondation par remontée de nappe*

Ce point a été rédigé à partir de la cartographie de la sensibilité aux risques de remontée de nappe réalisé à l'échelle de la Haute-Normandie par le BRGM.

On rappellera qu'au niveau du secteur d'étude, le niveau piézométrique de la nappe alluviale est relativement proche du terrain naturel (profondeur de l'ordre de 1 à 5 m). Par ailleurs, il est lié aux variations du niveau de la Seine (crues, étiage, marées…) et aux précipitations.

Aussi, dans le cas où ces deux paramètres présentent des niveaux inhabituels (niveau d'étiage élevé et précipitation de forte intensité), il peut arriver que le niveau de la nappe atteigne la surface du sol. La zone non saturée est alors totalement envahie par l'eau lors de la montée du niveau de la nappe.

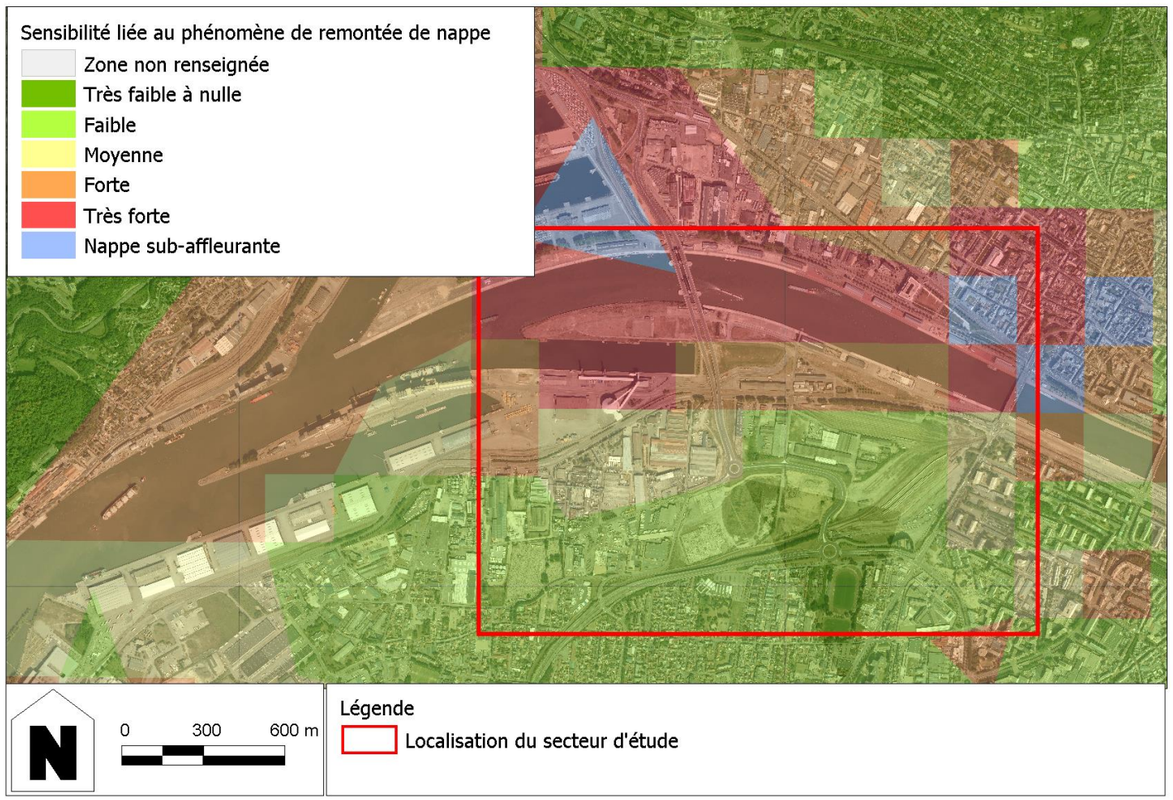
Ce phénomène induit une inondation par remontée de nappe.

Le schéma ci-contre, réalisé à partir de la cartographie régionale du BRGM, présente la sensibilité du secteur d'étude face au phénomène d'inondation par remontée de nappe.

Compte tenu de la proximité de la Seine et des relations entre le fleuve et la nappe alluviale localisée au droit du site, la sensibilité locale vis-à-vis du phénomène d'inondation par remontée de nappe est considérée comme faible à très forte à l'échelle de réalisation de la cartographie du BRGM. Localement, ce phénomène dépendra également de la hauteur de la Seine (période de crue), de la perméabilité du sol naturel et des éventuels matériaux de recouvrement.

Il ressort néanmoins de cette approche qu'au niveau du secteur d'étude, la Zone Non Saturée (ZNS) est peu épaisse (de l'ordre de 4 m) et qu'elle constitue une zone d'expansion des crues via le phénomène de remontée de nappe. Par ailleurs, la sensibilité du secteur vis-à-vis de ce phénomène croît à l'approche du fleuve.

Schéma 82 : Vulnérabilité vis à vis du risque de remontée de nappe (BRGM)



6.2.5 Eaux superficielles

6.2.5.1 Réseau hydrographique local

Les données présentées dans cette partie proviennent de sources diverses comprenant notamment les informations fournies par l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN) et la Délégation InterServices de l'Eau de la Seine-Maritime (DISE) ou disponibles auprès de bases de données publics tels que la Banque HYDRO ou le site internet de la DREAL.

Situation du projet au sein du réseau hydrographique

La loi sur l'Eau de janvier 1992 a instauré un découpage de la France en 6 grands bassins hydrographiques, chacun géré par une Agence de l'Eau. Du Nord au Sud, on retrouve :

- Le bassin Artois-Picardie ;
- Le bassin Seine-Normandie ;
- Le Bassin Rhin-Meuse ;
- Le bassin Loire-Bretagne ;
- Le Bassin Adour-Garonne ;
- Le bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

Sur chacun de ces 6 grands bassins hydrographiques, la loi sur l'Eau a prescrit l'élaboration d'un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) qui définit sur le moyen terme les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Le projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert est localisé au sein du bassin hydrographique Seine-Normandie et appartient, plus précisément au secteur Seine-Aval. Sur ce territoire, l'entité gestionnaire du réseau hydrographique est l'Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN).

Bassin versant de la Seine

Le projet s'inscrit dans le bassin versant de la Seine (cf. schéma ci-contre). La Seine prend sa source sur le plateau de Langres, à 471 mètres d'altitude, à 30 km environ au Nord-Ouest de Dijon. La longueur totale du fleuve est de 776 km de sa source à la mer, dont 365 km de Paris à la mer. Elle rejoint la Manche par un vaste estuaire, sur lequel est établie la Ville du Havre. Son bassin versant s'étend sur une surface de 78 650 km².

La Seine est un fleuve long, méandreux dans sa partie aval. Ce fleuve a été largement modifié par l'homme au fil des années pour améliorer sa navigabilité, préserver les activités portuaires (endiguement jusqu'à Rouen dans les années 1850), exploiter ses matériaux (gravières) et laisser passer les nouvelles voies de communication dans une vallée sinueuse (voie ferrée, nationales, autoroute…). Le bassin hydrographique de la Seine représente 14% de la superficie nationale pour une population de 16 millions d'habitants (26% de la population française) dont 80% vivent en zone urbaine. Le bassin concentre 40% de l'activité économique française et 50% du trafic fluvial national.

Comme nous l'avons vu précédemment, les objectifs généraux de gestion des eaux à l'échelle du bassin Seine-Normandie sont fixés par l'AESN par le biais du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). A ce titre, il convient de noter que le SDAGE actuellement en vigueur concerne la période 2010-2015. Ce document est en cours d'actualisation en vue de permettre la mise en place du programme d'aménagement et de gestion des eaux sur la période 2016-2021[6].

6/ *Le projet de SDAGE a été finalisé et adopté par le comité du bassin le 8 octobre 2014. Il a fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale le 12 décembre 2014 et d'une procédure de consultation du public (du 19 décembre 2014 au 18 juin 2015). A l'issue du bilan de la concertation, en cours, le projet de SDAGE sera consolidé et fera l'objet d'une approbation définitive par arrêté du Préfet coordonnateur du bassin.*

Malgré tout, il convient de noter la continuité des actions mises en œuvre à l'échelle du SDAGE pour répondre aux enjeux liés à l'eau :

- Réduire les effets d'une crue majeure sur la Seine ;
- Améliorer la qualité des eaux du fleuve et de ses affluents ;
- Préserver et restaurer les milieux et la biodiversité des grands cours d'eau du bassin. Des actions de restauration et de renaturation des berges (et d'annexes) à l'aval de Poses sont prévues ;
- Intégrer l'ensemble des usages et fonctions du fleuve dans un projet de développement durable.

Schéma 83 : Le bassin Seine-Normandie (AESN)

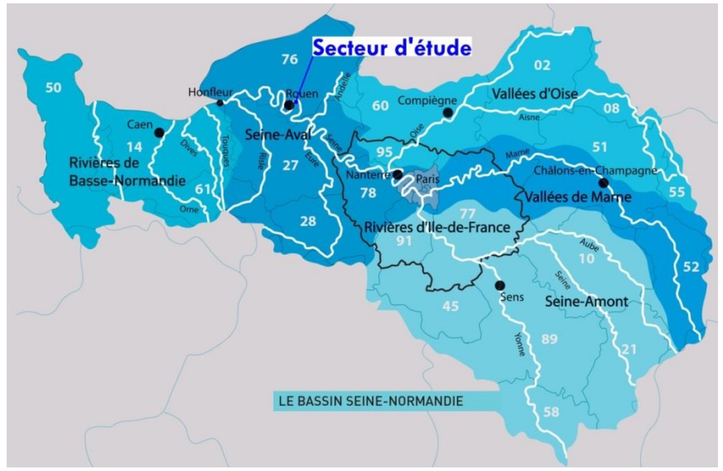
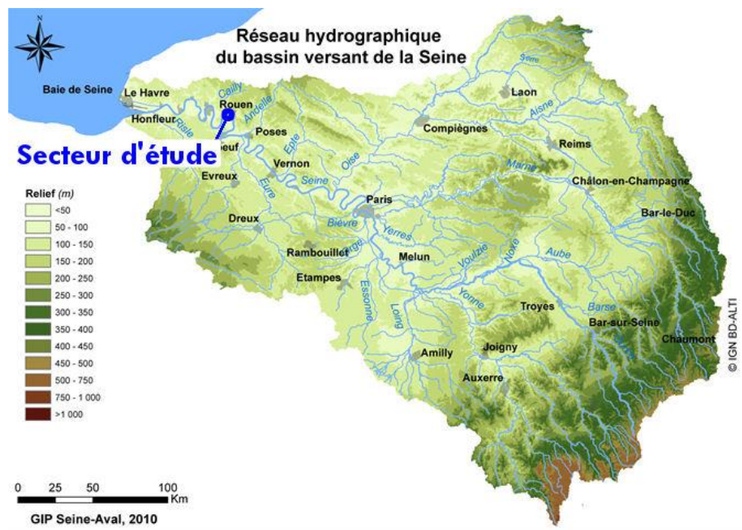


Schéma 84 : Bassin versant de la Seine (GIP Seine-Aval)



6.2.5.2 Caractéristiques quantitatives de la Seine

Les caractéristiques physiques locales de la Seine sont évaluées par la station hydrographique H9900010 nommée Rouen Seine amont. Ces données proviennent de la base de données HYDRO. Elles sont complétées des données fournies par le Grand Port Maritime de Rouen (GPMR).

- *Débit de la Seine à Rouen*

  Le débit moyen de la Seine est de 574 m³/s et son débit mensuel sec de récurrence sur 5 ans est de 200 m³/s. Des crues moyennes de l'ordre de 1600 à 2200 m³ /s ont été observées environ tous les 2 à 5 ans. Elles se répartissent majoritairement au début de l'année, entre janvier et mars.

  La durée des crues conséquentes de la Seine varie de 3 à 15 jours avec une durée moyenne de 10 jours (15 dernières années). Lorsque la Seine atteint son débit décennal avec un coefficient de marée élevé, les quais peuvent être inondés sous 10 à 20 cm d'eau pendant plus d'une heure.

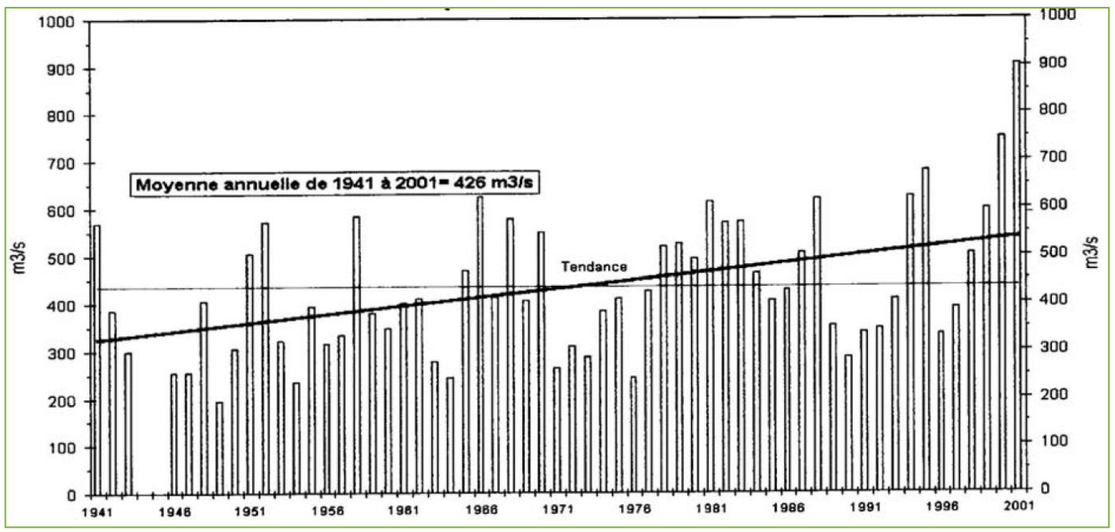
  Les crues de la Seine sont généralement liées à des périodes prolongées de fortes précipitations sur l'ensemble de son bassin versant, ce qui entraîne le gonflement des eaux du fleuve qui peut atteindre alors des débits exceptionnels.

  En Seine-Maritime, les débordements du fleuve ne répondent pas à un cycle régulier car ils résultent le plus souvent de la conjonction de plusieurs phénomènes : des débits importants du fleuve résultant des précipitations hivernales et/ou de la fonte des neiges en mars, grandes marées et conditions atmosphériques de début d'année.

  La station de Poses enregistre des débits depuis 1941. Le graphique suivant montre la variation des débits à Poses, où la station enregistre ce paramètre depuis 1941, et fait apparaitre une évolution croissante du débit du fleuve.

  A Rouen, le débit moyen annuel de la Seine a augmenté de façon importante en passant d'environ 550 m3/s en 1941 à 903 m3/s en 2001. Ceci constitue une hausse importante du débit notamment sur les 20 dernières années. En effet, pour élément de comparaison, l'augmentation du débit de la Seine à Rouen depuis 1983 est deux fois plus importante qu'à Troyes situé plus en amont. Cette différence est engendrée par une augmentation des débits de ruissellement (liés à l'imperméabilisation et aux changements des pratiques culturales) rejetés en Seine entre Troyes et Rouen.

Graphique 4 : Evolution des débits de la Seine à la station de POSES depuis 1941



- *Influence de la marée et hauteurs d'eau*

  La Seine subit l'influence de la marée qui se fait ressentir jusqu'au barrage de Poses localisé à environ 40 km en amont de Rouen. Cette influence agit pour tous les fuseaux.

  Les hauteurs d'eau de la Seine sont enregistrées au marégraphe de Rouen par le service du Grand Port Maritime de Rouen. Elles résultent de la conjonction du débit, du coefficient de marée, de l'heure de la pleine mer et de la force du vent (un fort vent d'Ouest pousse l'eau de la mer dans l'estuaire et peut provoquer des surcotes importantes pouvant atteindre 80 cm). Néanmoins, on notera que les épisodes de plus hautes eaux mesurés (cf. tableau suivant) ne correspondent pas à la combinaison critique de tous ces facteurs.

Tableau 20 : Plus hautes eaux enregistrées au marégraphe de Rouen

Date du pic de la crue	Coefficient de marée	Débit de la Seine (m³/s)	Niveaux atteints par la Seine		
			Basse mer (NGF)	Pleine mer (NGF)	Moyenne (NGF)
29/01/1910	78	2600	5,45	5,70	5,57
09/01/1922	98	2280	5,50	5,68	5,59
27/01/1955	92	2250	4,29	5,18	4,73
07/03/1958	117	1939	4,05	5,23	4,61
09/03/1970	114	2038	3,72	5,03	4,37
24/11/1984				5,17	
19/02/1988				5,25	
27/02/1990				5,27	
01/02/1995	104	2073	3,19	5,31	4,25
01/03/1995				5,28	
03/03/1999	100 (rafales de vent de 108 km/h)	626		5,14	
25/12/1999	104	1379		5,53	
28/03/2001	89	2280		5,22	
28/02/2002	111	1563		5,34	

6.2.5.3 Caractéristiques qualitatives de la Seine

Les informations détaillées dans la présente partie proviennent des travaux réalisés par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN), et, notamment du SDAGE pour la période 2010 – 2015 et du Plan Territorial d'Actions Prioritaires de l'Agence de l'Eau (PTAP) pour le secteur Seine-Aval qui constitue un document opérationnel accompagnant le 9ème Programme. Le PTAP explicite les priorités locales sur lesquelles mobiliser l'action de l'Agence de l'Eau afin de concourir aux objectifs du SDAGE et de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE).

- *Qualité physico chimique de la Seine*

  Selon le bilan du Plan territorial d'actions prioritaires 2010-2012 réalisé par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (Mai 2010), la Seine est ici soumise aux pressions de l'agglomération rouennaise (urbanisation, industries, Port) et sous influence de l'agglomération parisienne. Elle abrite des peuplements piscicoles perturbés et une diversité benthique non optimale, qui doivent être améliorés.

  La méthode d'évaluation de l'état des eaux douces de surface utilisée dans le cadre de l'élaboration des cartes du SDAGE est définie dans un Guide technique du MEEDDAT paru en mars 2009. Les cartes d'état aux stations détaillent les différentes composantes de l'état écologique : indices biologiques (BIO), cycle de l'oxygène (O2), Nutriments (NP) et Polluants spécifiques (PS). EC désigne l'état chimique évalué sur la base de la contamination des eaux par les 41 substances prioritaires.

  La carte ci-contre met en évidence ce mauvais état de la Seine qui présente un mauvais état écologique et chimique, en raison d'une contamination de l'eau par des composés benzéniques et des métaux lourds, substances que l'on retrouve également dans les sédiments.

- *Directive Cadre sur l'Eau et Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 2010-2015*

  La directive du 23 octobre 2000 adoptée par le Conseil et par le Parlement européen définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen. Elle donne la priorité à la protection de l'environnement, en demandant de veiller à la non-dégradation de la qualité des eaux et d'atteindre d'ici 2015 un bon état général tant pour les eaux souterraines que pour les eaux superficielles, y compris les eaux côtières. Une certaine souplesse est cependant prévue et des reports d'échéance ou des objectifs moins stricts restent possibles, mais ils devront être justifiés et soumis à consultation du public. Un objectif adapté (le bon potentiel écologique) peut par ailleurs être retenu pour des masses d'eau fortement modifiées du point de vue de l'hydromorphologie, notamment en raison d'activités économiques.

Ces objectifs sont repris dans le SDAGE du bassin Seine-Normandie qui définit sur le moyen terme les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Dans le secteur d'étude, la masse d'eau superficielle constitue le secteur Seine-Estuaire-Amont et présente la référence T01. La Seine est ici soumise aux pressions (urbanisation, industries) de l'agglomération rouennaise et sous influence de l'agglomération parisienne. Elle abrite des peuplements piscicoles perturbés et une diversité benthique non optimale, mais ces éléments de qualité biologique peuvent être améliorés et entreront dans la définition de son bon potentiel écologique.

La masse d'eau T01 est classée comme fortement modifiée au titre de la navigation et des infrastructures portuaires. Elle est en mauvais état chimique, en raison d'une contamination de l'eau par des composés benzéniques et des métaux. Ces composés se retrouvent également dans les sédiments.

Ce diagnostic a conduit à la réalisation d'un programme d'actions visant à reconquérir la qualité de cette masse d'eau et à limiter l'apparition de nouveaux facteurs d'altération.

La mise en œuvre de ce programme d'action doit permettre d'atteindre les objectifs d'amélioration de la qualité de la Seine fixés dans le SDAGE du bassin Seine-Normandie qui prévoit, en tenant compte du constat actuel de la mauvaise qualité de la Seine, un reports de l'atteinte du bon état chimique et écologique du fleuve en 2027.

On se réfèrera au schéma-ci contre.

Schéma 85 : Qualité de la Seine sur la masse d'eau Seine-Estuaire-Amont (AESN)

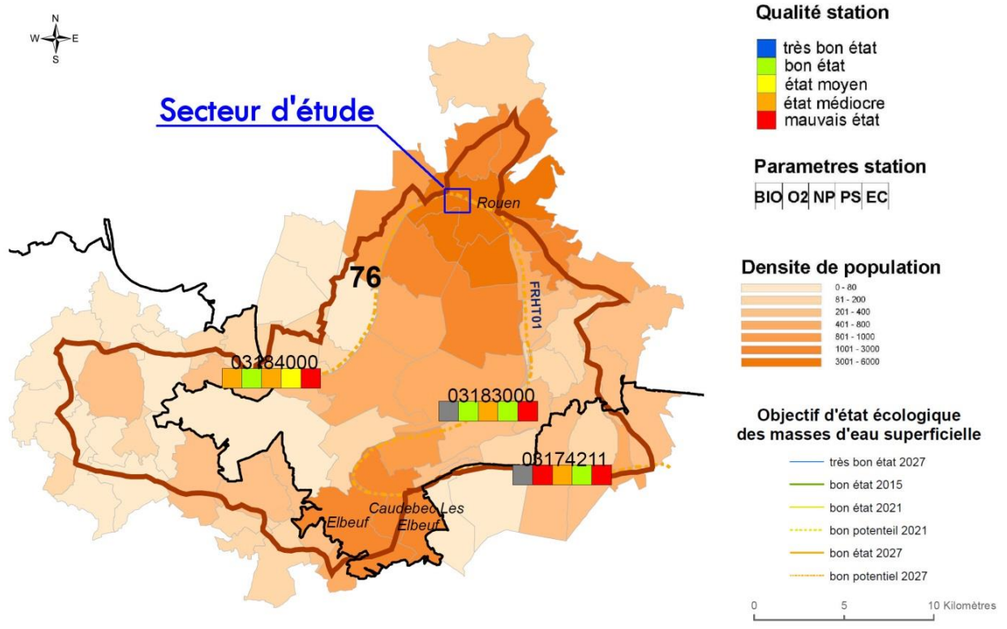
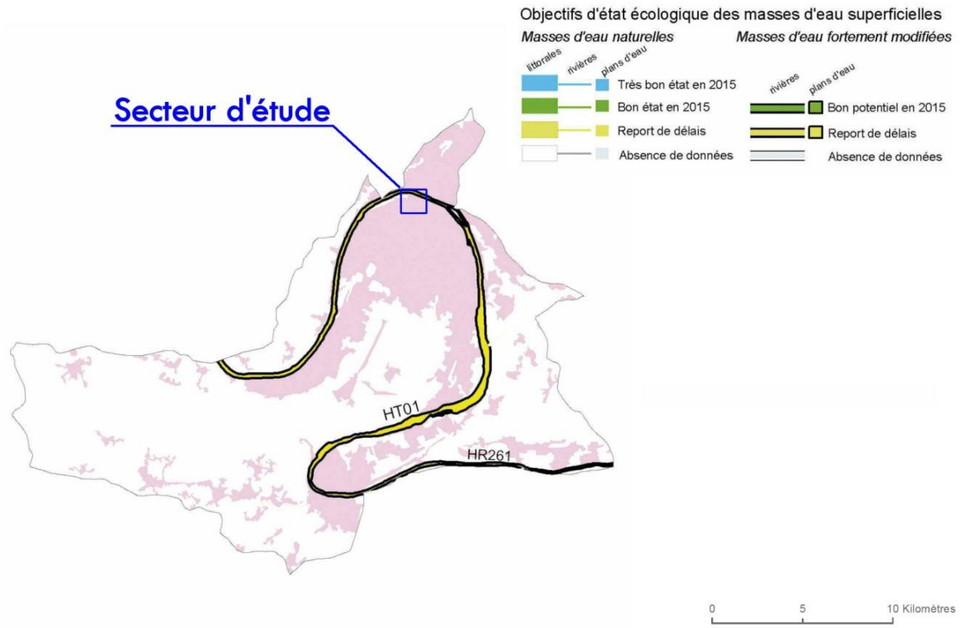


Schéma 86 : Objectifs de qualité de la masse d'eau Seine-Estuaire-Amont (AESN)



6.2.5.4 *Risques d'inondation par débordement de la Seine*

Ce point a été rédigé à partir des données du PPRI Vallée de Seine – Boucle de Rouen et de la modélisation hydraulique réalisée par DHI pour le compte de la SPL Rouen Normandie Aménagement.

Schéma 87 : Aléas du PPRI

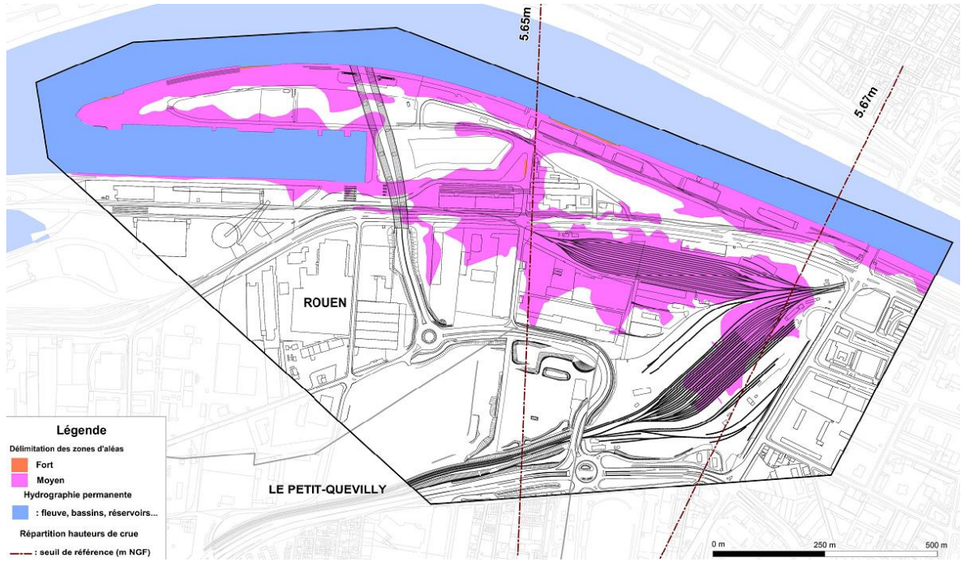
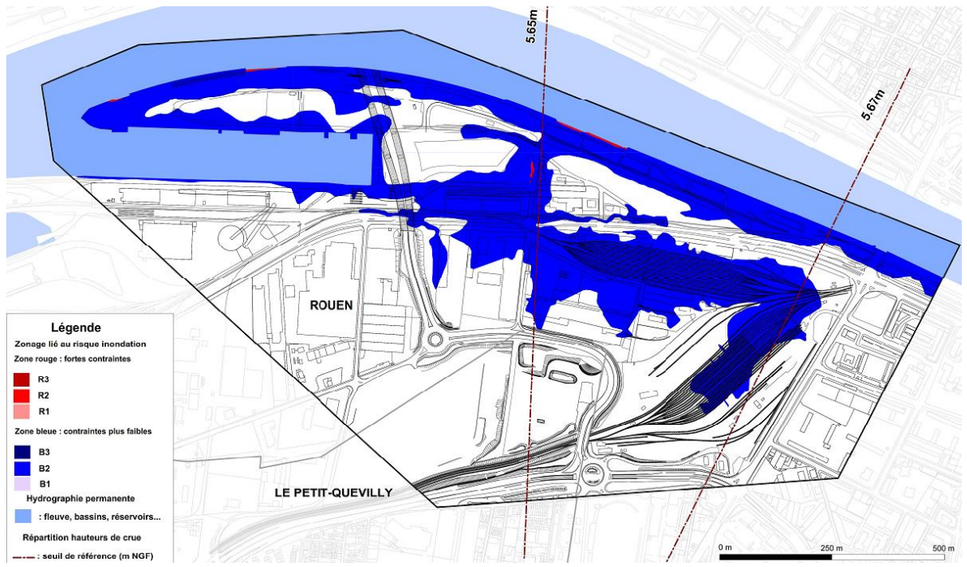


Schéma 88 : Zonage du PPRI



Le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) Vallée de Seine – Boucle de Rouen

Localement, les risques d'inondation sont pris en compte dans le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) Vallée de la Seine - Boucle de Rouen qui a été approuvé le 20 avril 2009. Ce document de prévention concerne 18 communes dont Rouen et Petit-Quevilly, communes d'implantation du projet. On notera que dans le cadre du projet d'éco-quartier Flaubert, un relevé topographique mené au droit du site a permis de redéfinir plus finement l'emprise inondable au droit du site. Compte tenu des différences observées par rapport à l'emprise inondable initiale, le PPRI a finalement fait l'objet d'une modification qui a été approuvée par arrêté préfectoral du 3 avril 2013.

Les objectifs du PPRI visent à :

- Améliorer la sécurité des personnes exposées à un risque d'inondation ;
- Limiter les dommages aux biens et aux activités soumis à un risque d'inondation ;
- Maintenir le libre écoulement et la capacité d'expansion des crues en préservant les milieux naturels

Au regard des documents qui constituent le PPRI en vigueur, et notamment des représentations cartographiques des aléas et de leur traduction réglementaire (cf. schémas ci-contre), le secteur d'étude est concerné par :

- L'aléa inondation de niveau moyen (< 1m d'eau). Très ponctuellement, cet aléa peut apparaitre fort (> 1m d'eau) ;
- Le zonage réglementaire B2 (zone de « contraintes plus faibles ») à l'intérieur duquel sont notamment autorisés :
  - Les travaux d'infrastructure publique, les remblais et les aménagements connexes qui y sont liés à condition de ne pas aggraver les risques liés aux inondations en amont ou en aval,
  - Les équipements publics, les habitations et leurs extensions, les bureaux, les constructions à usage artisanal ou industriel et les constructions à usage commercial d'une superficie supérieure à 300 m², sous réserve que leur niveau de plancher fonctionnel ou habitable se situe au-dessus de la crue de référence augmentée de 30 cm.

  De la même manière que pour l'aléa, ponctuellement, les contraintes liées au risque d'inondation peuvent apparaitre importantes.

Il convient de rappeler que les cartes du PPRI spécifiques au secteur d'implantation du projet et intitulées « Quartier Flaubert Rouen » ont été insérées à ce document à l'issue de la modification du 3 avril 2013. Elles découlent de l'optimisation des zones d'expansion de crues en appliquant les côtes de référence du PPRI sur un plan topographique détaillé du secteur d'étude.

Modélisation hydraulique du cours d'eau

Les contraintes importantes découlant des zones inondables relevées au droit du secteur d'étude ont conduit le maître d'ouvrage à entreprendre très tôt une concertation avec les services de la DDTM et de la Police de l'Eau afin d'appréhender la problématique de la manière la plus adaptée.

Aussi, en complément des données du PPRI, une modélisation hydraulique a été confiée à DHI afin d'appréhender de manière plus précise le fonctionnement dynamique des risques d'inondation au droit du secteur d'étude (cf. annexe 1).

L'objectif est d'analyser l'impact du projet d'éco-quartier Flaubert sur les crues de la Seine en situation aménagée par rapport à la situation actuelle. Aussi, les différentes situations modélisées ont concerné :

- L'état de référence : cette configuration s'appuie sur la topographie et l'aménagement des berges en situation 2011 et sans aménagement du pont Flaubert. Il s'agit de l'état de référence du PPRI qui permet le calage du modèle dynamique en vue de restituer les côtes du PPRI. Les résultats de cette modélisation, qui ont par ailleurs été présentés dans l'étude d'impact réalisée au stade de la création de la ZAC, ont permis d'affiner le zonage des zones inondables au niveau du secteur d'étude ;
- L'état actuel : il s'agit de la situation actuelle (Avril 2015) comprenant l'intégration du pont Flaubert et les aménagements des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet ;
- L'état futur : il s'agit de l'état futur aménagé du site.

- *Définition de l'état de référence*

  L'état de référence présenté sur le schéma ci-dessous a été construit à partir :

  - Des données topographiques suivantes :
    - Données bathymétriques de la Seine fournies par GPMR ;
    - Données lidar en lit majeur fournies par le GIPSA ;
    - Données issues de levés terrestres sur le secteur de l'éco-quartier ;
  - Des conditions limites suivantes :
    - Le débit de la crue de 1910 est injecté en régime permanent dans la partie amont du modèle. Il correspond à un débit de 2 600 m^3/s ;
    - Un niveau d'eau constant a été appliqué à l'aval du modèle correspondant au niveau PPRI.

  Le calage du modèle relatif à l'état de référence a été vérifié par comparaison avec l'événement de référence du PPRI (cf. schéma et tableau ci-contre).

  Le débit de référence de la crue de 1910 a été injecté en régime permanent et le modèle a ainsi été ajusté afin de se rapprocher autant que possible des cotes de référence du PPRI.

  Selon cette approche, on constate qu'au droit du périmètre d'aménagement, la hauteur d'eau moyenne atteinte aux conditions limites est de l'ordre de 15 à 25 cm. Dans ce secteur, ce sont principalement les emprises ferroviaires qui seraient touchées par une inondation par débordement de la Seine.

  Les résultats de cette modélisation, qui ont par ailleurs été présentés dans l'étude d'impact réalisée au stade de la création de la ZAC, ont permis d'affiner le zonage des zones inondables au niveau du secteur d'étude.

Schéma 89 : Résultats de la simulation en « état de référence » exprimés en hauteur d'eau (DHI)

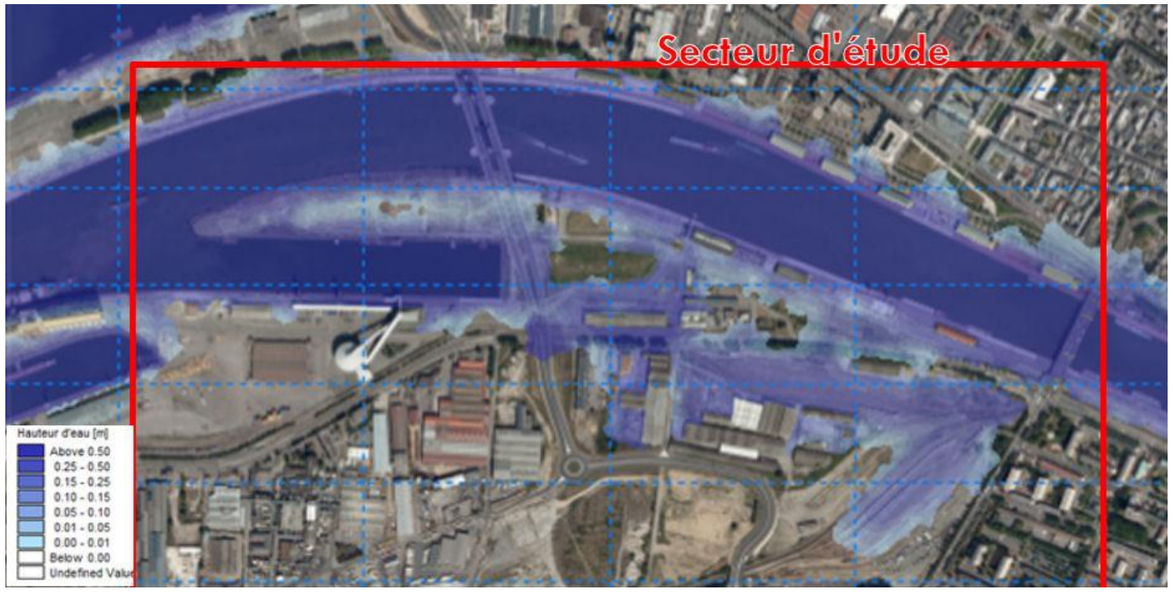


Tableau 21 : Comparaison des côtes de référence du PPRI aux résultats du modèle « état de référence » (DHI)

Point 1		Point 2		Point 3		Point 4	
Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle
5,67	5.677	5,65	5.653	5,62	5,621	5,58	5.570

Schéma 90 : Localisation des points de référence retenus par DHI en vue du calage du modèle (Cotes de référence du PPRI – carte générale issue du PPRI version 2009)

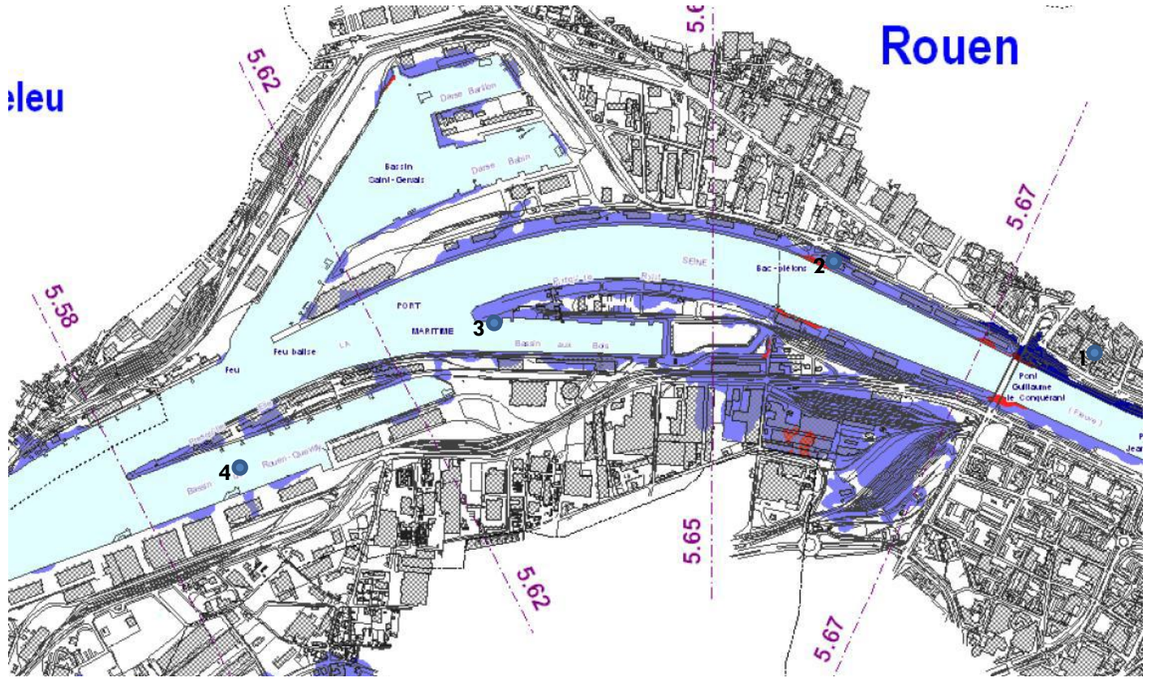
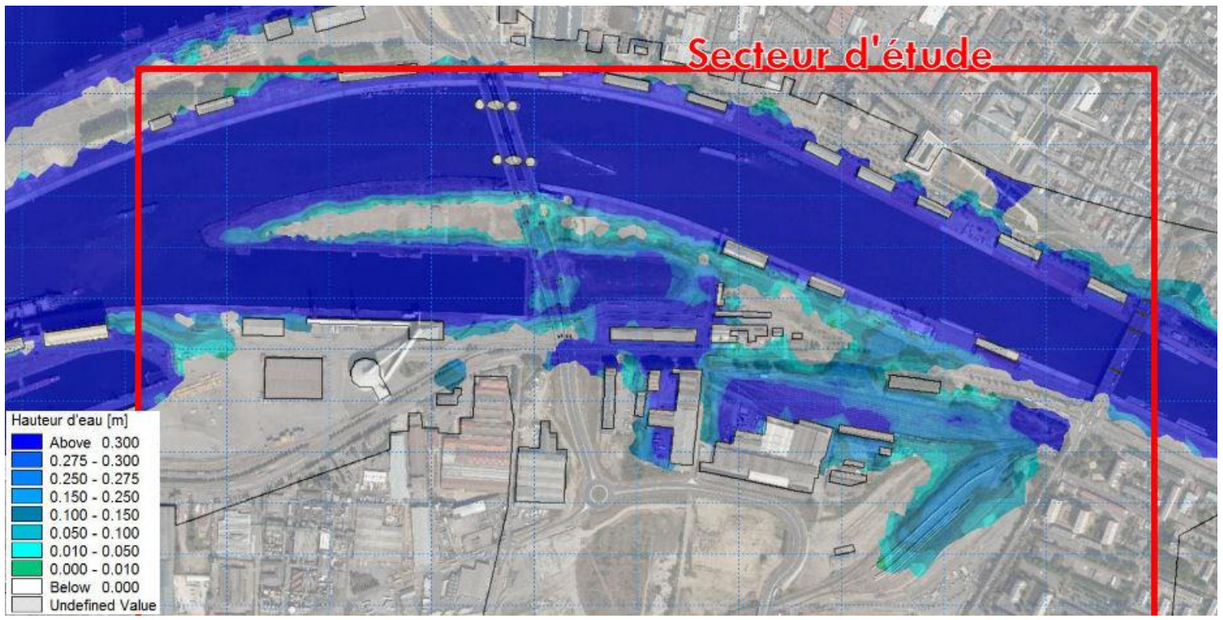


Schéma 91 : Résultats de la simulation en « état actuel » exprimés en hauteur d'eau (DHI)

Schéma 92 : Résultats de la simulation en « état actuel » exprimés en hauteur d'eau (INGETEC)



- *Définition de l'état actuel (configuration du site en avril 2015)*

  Afin d'établir la modélisation de l'état actuel du site, le maillage réalisé pour l'état de référence a été repris pour intégrer les caractéristiques du site dans sa configuration actuelle. A ce titre, la modélisation de l'état actuel intègre :

  - Le pont Flaubert dans le lit mineur de la Seine ;
  - La démolition de certains bâtiments sur le site de projet ;
  - Un affinement du maillage au droit de la presqu'île Rollet.

  Les résultats de la modélisation de l'état actuel du site sont reportés sur le schéma ci-contre. On constate :

  - Une légère augmentation (de l'ordre du cm) des hauteurs d'eau au niveau des points de référence du modèle (cf. tableau ci-dessous) qui peut être attribuée à la constitution des piles du pont Flaubert, aménagements qui n'étaient pas pris en compte lors de la définition des côtes de référence du PPRI en 2009 ;
  - Une modification des emprises inondables comparativement à la situation de référence qui peut être associée à l'évolution de la topographie locale notamment au niveau du secteur des Bords de Seine. On précisera que ces modifications sont concentrées dans le secteur d'aménagement global de l'éco-quartier (91 ha).

Tableau 22 : Comparaison des côtes de référence du PPRI aux résultats du modèle « état actuel » (DHI)

Point 1		Point 2		Point 3		Point 4	
Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle	Côte PPRI	Côte modèle
5,67	5.70	5,65	5.68	5,62	5,61	5,58	5.570

A titre de comparaison, la modélisation hydraulique de l'état actuel qui a été réalisée par INGETEC (cf. schéma ci-contre) pour le compte de la DREAL de Haute Normandie dans le cadre de la réalisation des accès définitifs au pont Flaubert montre des résultats concordants avec ceux qui sont obtenus par DHI.

Les quelques variations centimétriques (1 à 4 cm) qui sont observées entre les deux modélisations sont peu significatives et relèvent principalement des hypothèses de bases retenues par chacun des bureaux d'études :

- DHI a calé leur modèle à partir de données débimétriques ;
- INGETEC a travaillé à partir de données exprimées en hauteur d'eau à partir de l'hydrogramme de la crue de 1910.

6.2.6 Milieu naturel

6.2.6.1 Milieux naturels protégés

Les données relatives aux milieux naturels protégés proviennent de la base de données CARMEN de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) et de la DREAL de Haute-Normandie.

On indiquera pour mémoire que le site est exclu du périmètre du Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine Normande.

Forêts soumises au régime forestier

La Loi de juillet 2001 a introduit des modifications importantes du Code Forestier, en mettant en avant la notion de gestion durable et de multifonctionnalité des forêts. Le régime forestier s'applique de fait pour les forêts de l'Etat. Pour les forêts des collectivités. Il est décidé par arrêté du préfet de région au vu des matrices et plans cadastraux, du procès-verbal de reconnaissance et de la délibération de la collectivité propriétaire.

Le document de gestion établi par l'ONF en concertation avec la collectivité (aménagement forestier, approuvé par arrêté du préfet de région) permet une protection renforcée du foncier et la répression des infractions forestières.

Les boisements de Roumare, Bois l'Archeveque, Notre-Dame-de-Bondeville et Mont-Saint-Aignan localisés à l'Ouest et au Nord du site sont soumis au régime forestier.

Forêts de protection

Le classement en Forêt de Protection peut concerner des zones boisées situées en terrain domanial, communal ou privé. L'objectif de ce classement est la protection des bois et forêts situés soit à la périphérie des grandes agglomérations, soit dans des zones où leur maintien s'impose pour des raisons écologiques ou pour le bien-être des populations. Le zonage constitue une servitude d'utilité publique opposable aux tiers, inscrite dans les documents d'urbanisme. Tout changement d'affectation ou de tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation ou la protection des boisements y est interdit et la fréquentation du public peut y être réglementée.

Les boisements de Roumare recouvrant les coteaux et le plateau à l'Ouest du projet sont soumis à un régime de Forêt de Protection.

Arrêtés préfectoraux de protection biotope

Les arrêtés préfectoraux de protection de biotope sont régis par les articles L411-1 et L411-2 du code de l'environnement et par la circulaire du 27 juillet 1990 relative à la protection des biotopes nécessaires aux espèces vivant dans les milieux aquatiques.

Ils préservent des biotopes pour la survie d'espèces protégées. Le terme biotope doit être entendu au sens large : un biotope est une aire géographique bien délimitée, caractérisée par des conditions particulières (géologiques, hydrologiques, climatiques, sonores,…) propices au développement d'une faune et d'une flore spécifiques.

Le projet ne s'inscrit pas à proximité d'une zone soumise à un arrêté préfectoral de protection de biotopes.

Sites gérés par le Conservatoire des Espaces Naturels de Haute-Normandie (CENHN)

Le Conservatoire a été créé en 1993 à l'initiative de naturalistes bénévoles soucieux de préserver la richesse écologique du territoire haut-normand à travers l'acquisition et la gestion de sites naturels présentant un grand intérêt biologique, écologique et géologique.

L'association compte plus de 70 sites faisant l'objet d'une gestion écologique préconisée et/ou assurée par ses propres équipes techniques et zootechniques. **Aucun d'entre eux n'est recensé à proximité du secteur d'étude.**

Réserves biologiques domaniales

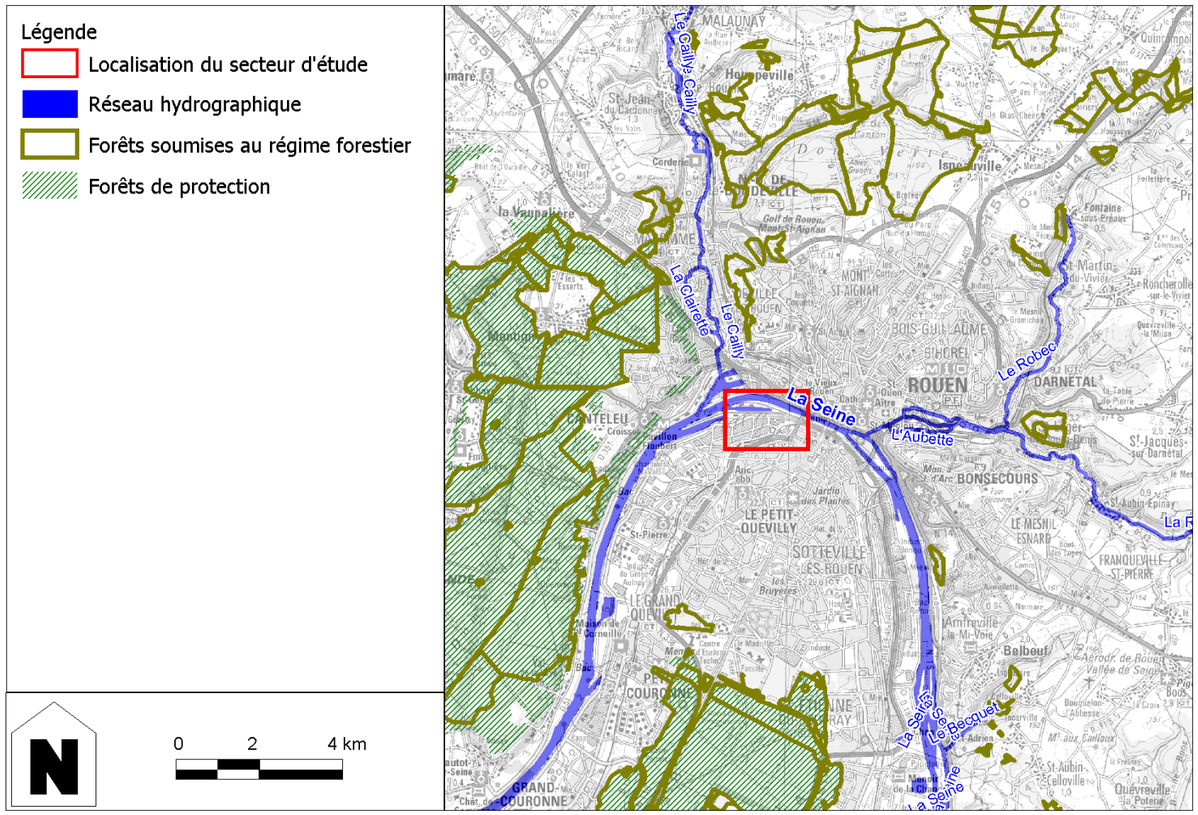
La présence en forêt de milieux ou d'espèces remarquables a conduit depuis 1973 à la création de réserves biologiques domaniales (en forêts domaniales) ou forestières (en forêts des collectivités locales). Leur objectif est principalement la préservation du patrimoine naturel remarquable et l'étude de la dynamique des écosystèmes.

La réserve biologique domaniale offre deux types de protection :

- Une protection dirigée d'un biotope forestier particulier ou Réserve Biologique Dirigée (RBD), elle a pour objectif de protéger et d'assurer la gestion conservatoire d'habitat ou d'espèces remarquables, rares ou menacées. Des limites d'usage peuvent être décidées.
- Une protection intégrale ou Réserve Biologique Intégrale (RBI), elle consiste à laisser libre cours à la dynamique spontanée des habitats, aux fins d'étude et de connaissances des processus impliqués, ainsi que le développement ou la conservation de la biodiversité associée.

Le projet est situé en dehors de toute réserve biologique domaniale.

Schéma 93 : Forêts soumises au régime forestier et forêts de protection (DREAL de Haute-Normandie)



Sites Natura 2000

Natura 2000 est un ensemble de sites naturels proposés par chaque état membre en application des directives européennes Oiseaux de 1979 et Habitats de 1992, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales et de leurs habitats.

La structuration de ce réseau comprend :

- Des Zones de Protection Spéciale (ZPS), visant la conservation des espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » ou qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais à des oiseaux migrateurs ;
- Des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) visant la conservation des types d'habitats et des espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II de la Directive « Habitats ».

Concernant la désignation des ZSC, chaque État membre fait part de ses propositions à la Commission européenne, sous la forme de pSIC (proposition de site d'intérêt communautaire). Après approbation par la Commission, le pSIC est inscrit comme site d'intérêt communautaire (SIC) pour l'Union européenne et est intégré au réseau Natura 2000. Un arrêté ministériel dé signe ensuite le site comme ZSC.

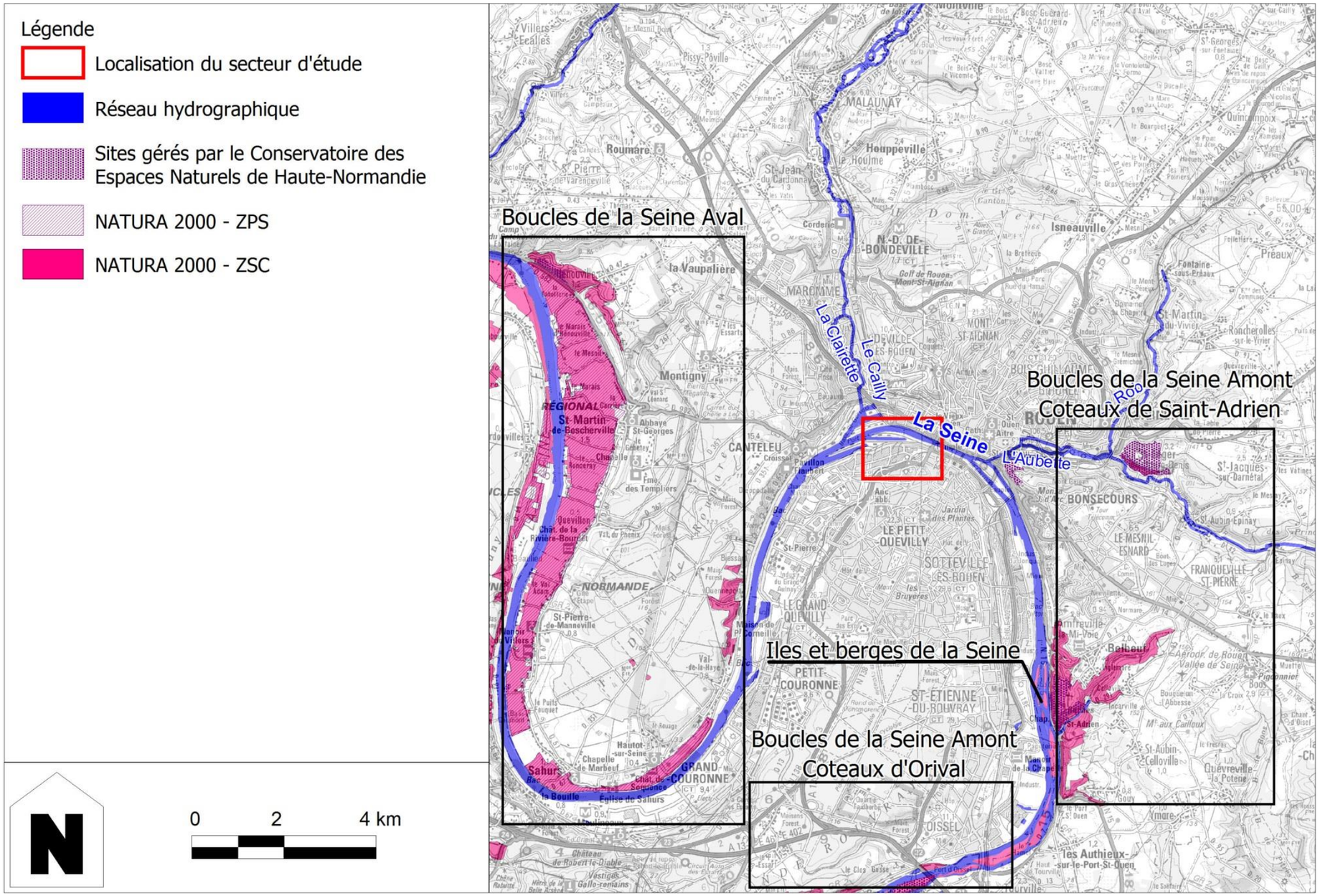
La désignation des ZPS relève d'une décision nationale, se traduisant par un arrêté ministériel, sans nécessiter un dialogue préalable avec la Commission européenne.

Au-delà de la mise en œuvre d'un réseau écologique cohérent d'espaces représentatifs, la Directive « Habitats » prévoit :

- Un régime de protection stricte pour les espèces d'intérêt communautaire visées à l'annexe IV ;
- Une évaluation des incidences des projets de travaux ou d'aménagement au sein du réseau afin d'éviter ou de réduire leurs impacts ;
- Une évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces d'intérêt communautaire sur l'ensemble des territoires nationaux de l'Union Européenne (article 17).

Dans le secteur Ouest de Rouen, les boucles de la Seine constituent les seuls sites concernés par des zonages Natura 2000. Ceux-ci sont localisés à plus de 5 km du projet.

Schéma 94 : Sites NATURA 2000 (DREAL de Haute-Normandie)



6.2.6.2 *Milieux naturels inventoriés*

Les données relatives aux milieux naturels inventoriés proviennent de la base de données CARMEN de la DREAL de Haute-Normandie. Toutes les zones recensées dans le secteur d'étude sont présentées sur la carte ci-contre et décrites dans les points qui suivent.

Les sites inventoriés au titre du patrimoine naturel ne font pas toujours l'objet de mesures de protection ; il s'agit cependant d'un indicateur de la sensibilité du milieu (potentialités d'espèces rares ou menacées, écosystème fragile…). Ils correspondent :

- Aux Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux de Protection (ZICO) ;
- Aux Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF).

ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

L'inventaire ZNIEFF correspond à une base de connaissance des espaces naturels dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse des écosystèmes, soit sur la présence d'espèces floristiques ou faunistiques rares et menacées.

Au même titre que les richesses culturelles, la nature fait partie du patrimoine national. Aussi, dès les années 1980, l'état a souhaité disposer d'un outil de connaissance sur l'ensemble du territoire. A partir d'une méthodologie nationale élaborée par le Muséum national d'histoire naturel et déclinée au niveau régional, un vaste travail de prospection de terrain a été lancé région par région. L'inventaire définit deux types de zones :

- ZNIEFF de type I : secteurs de superficie généralement limitée, définis par la présence d'espèces ou de milieux rares ou remarquables caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional ;
- ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches ou peu modifiés par l'homme ou offrant des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure une ou plusieurs zones de type I.

La validation scientifique de cet inventaire est assurée par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel, instance composée de divers spécialistes (faune et flore notamment) nommée par le préfet de région après avis du Muséum national d'histoire naturel. La modernisation de cet inventaire a été engagée depuis 1995.

La prise en compte d'une zone dans le fichier ZNIEFF ne lui confère aucune protection réglementaire. Par contre la nécessité de consulter cet inventaire lors de l'élaboration de tout projet est rappelée dans la circulaire n°91-71 du 14 mai 1991.

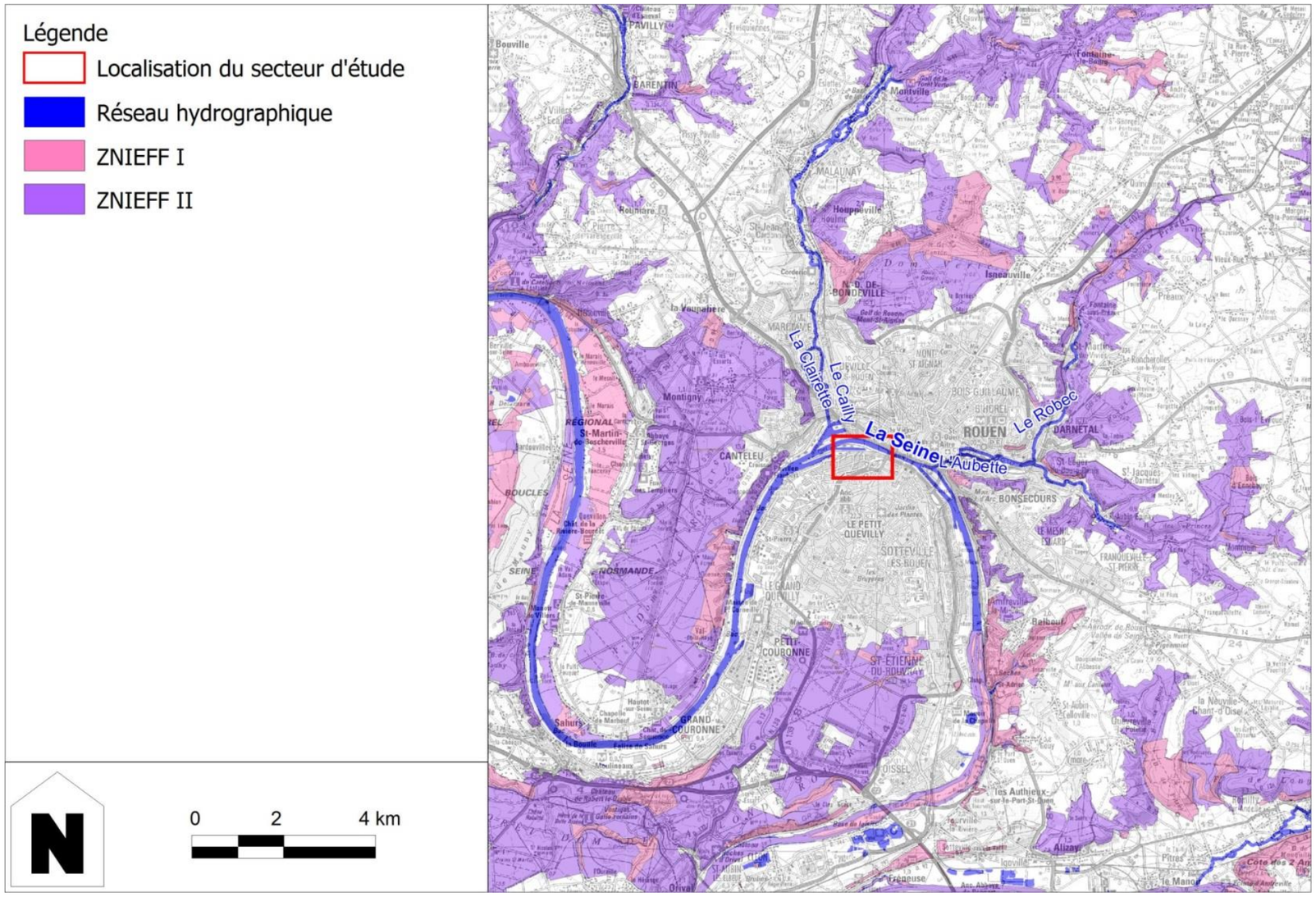
Il existe de nombreuses ZNIEFF sur les plateaux entourant le projet. Cependant, celles-ci sont toutes situées à plus de 2 km du projet qui n'apparait donc pas concerné par le périmètre de ces ZNIEFF.

ZICO : Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux de Protection

Les ZICO correspondent à des sites présentant une valeur particulière sur le plan ornithologique. Par la présence ou l'absence d'une ou plusieurs espèces rares ou menacées. Ces zones ont été recensées dans le cadre d'un inventaire national (sous l'autorité du Ministère de l'environnement) dans le but d'assurer leur préservation.

Il n'existe pas de périmètres de ZICO à proximité du projet.

Schéma 95 : ZNIEFF (DREAL de Haute-Normandie)



6.2.6.3 *Habitats naturels et biodiversité locale*

Les sensibilités liées à la biodiversité au niveau du secteur de réalisation de l'éco-quartier Flaubert ont fait l'objet d'une analyse spécifique. Cette étude a été réalisée par la société BIOTOPE et est reportée en annexe 8 de l'étude d'impact du dossier de création de ZAC.

Préambule

Le secteur de l'éco-quartier Flaubert se développe dans un secteur urbain marqué par son passé industrialo-portuaire. Ainsi à première vue, la sensibilité environnementale au droit des secteurs urbanisés peut paraître réduite. Néanmoins, certains terrains sont à l'état de friche depuis quelques années et l'absence d'intervention anthropique peut permettre sur ce type de secteur à des espèces présentant plus ou moins d'intérêt de recoloniser les milieux laissés à l'abandon.

Afin d'approfondir cette thématique, un inventaire faunistique et floristique exhaustif a été réalisé par BIOTOPE sur l'ensemble des 90 ha du secteur de l'éco-quartier Flaubert.

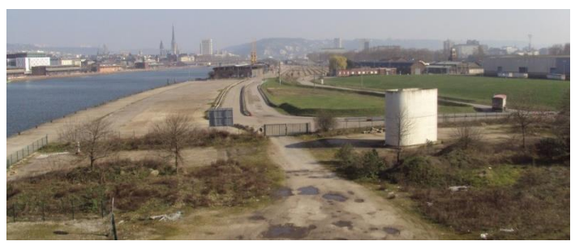
Il convient de préciser que cette étude a été réalisée préalablement aux travaux d'aménagement des quais et de la presqu'île Rollet qui ont été finalisés en 2013. Aussi, pour ce secteur, les informations présentées dans l'étude de BIOTOPE n'ont pas été actualisées depuis la finalisation des travaux.

A ce titre, on peut préciser que les aménagements des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet ont participé à la création de milieux boisés et de jardins diversifiés, en lieu et place de la friche nitrophile qui avait été observée sur la presqu'île (cf. photos ci-dessous). Ces aménagements participent à une diversification des habitats, et, donc des espèces qui les occupent.

Enfin, on peut également préciser ici que BIOTOPE a aussi été missionné par la DREAL de Haute-Normandie afin de procéder à l'inventaire des emprises concernées par le projet de réalisation des accès définitifs au pont Flaubert (emprises englobées à l'aire d'étude fixée dans la mission réalisée pour le compte de la CREA devenue Métropole Rouen Normandie). Les résultats de cette seconde étude ont confirmé les observations reportées dans le présent dossier.

Photo 7 : La presqu'île Rollet avant et après les aménagements réalisés pour l'Armada 2013

Photo 8 : Les bords de Seine avant et après les aménagements réalisés pour l'Armada 2013



Aspects méthodologiques

Le projet est situé sur la commune de Rouen. Le périmètre désigné est bordé :

- Au Nord et à l'Ouest par la Seine ;
- Au Sud et à l'Est par une zone d'activité industrialo-portuaire et ferroviaire.

Il couvre une superficie de 90 ha.

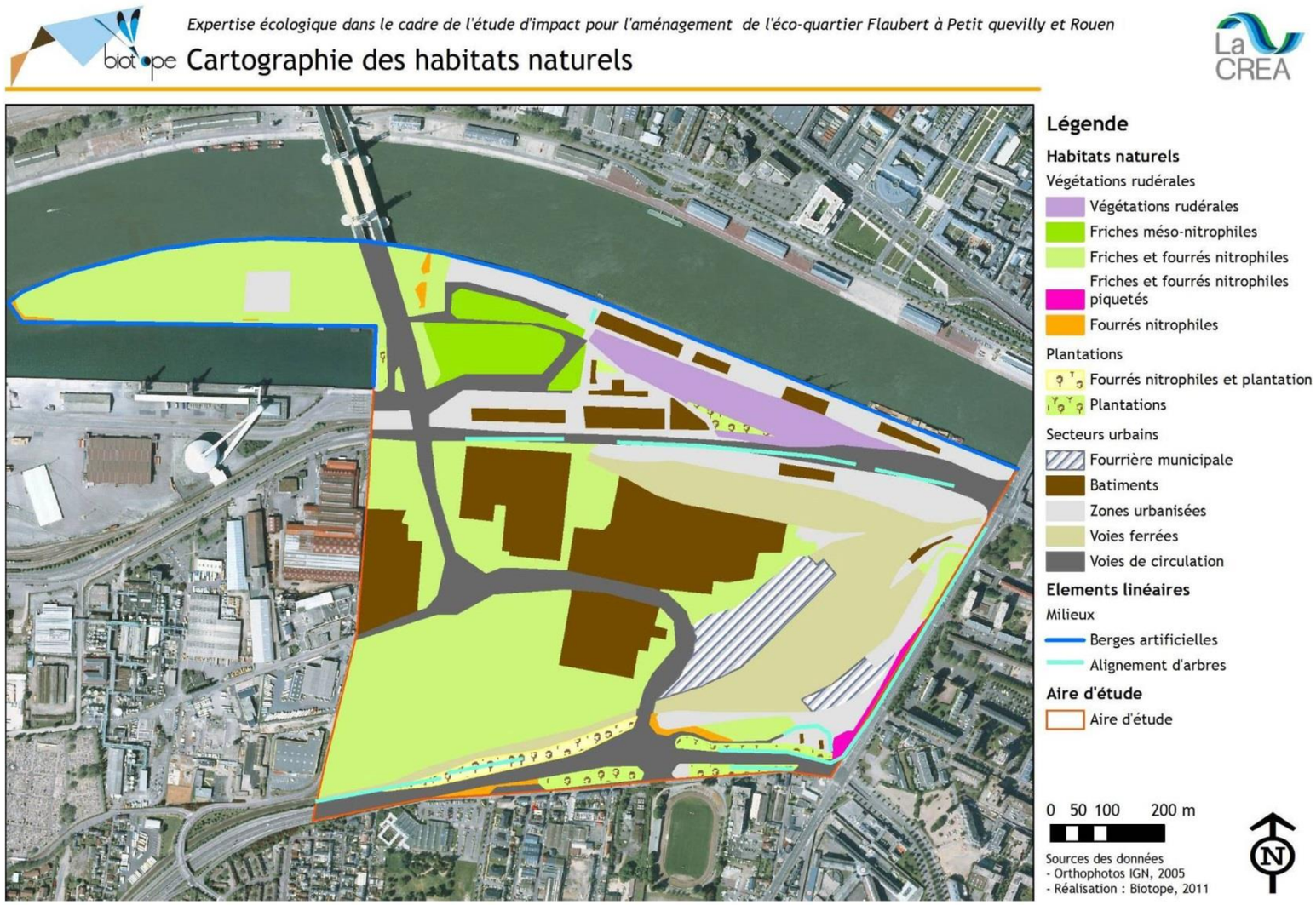
Les prospections ont principalement été réalisées sur le périmètre de réalisation de l'éco-quartier. Cependant, afin de prendre en compte l'ensemble des potentialités présentes sur le site, des recherches bibliographiques ont été réalisées à une échelle plus vaste et couvrent ainsi des territoires situés à l'extérieur de l'emprise du projet.

Ce diagnostic est basé sur la réalisation de plusieurs visites sur le terrain réalisées depuis le mois de janvier 2011 jusqu'au mois d'août 2011. Les prospections de terrain sont détaillées dans le tableau ci-contre.

Tableau 23 : Synthèse des investigations réalisées par BIOTOPE dans le cadre de sa mission « éco-quartier Flaubert »

PROSPECTIONS DE TERRAIN ET INFORMATIONS METEOROLOGIQUES		
Date	**Météorologie**	**Commentaires**
04 janvier 2011	5°C, temps couvert, vent léger, pas de pluie	Repérage de terrain Repérage des potentialités de zones humides
17 mars 2011	6°C, temps couvert, vent léger, pas de pluie	Repérage de terrain Inventaire des Amphibiens et des Reptiles
20 Avril 2011	Temps ensoleillé et vent léger S <20 km/h 14° C	Inventaires ornithologiques (nicheurs)
26 Avril 2011	Temps ensoleillé et vent léger Sud-Ouest <20 km/h 17° C	Inventaires ornithologiques (nicheurs)
7 Juin 2011	Eclaircies et vent léger Nord-Ouest <20 km/h 15° C	Inventaires ornithologiques (nicheurs)
28 juin 2011	25°C, ciel partiellement voilé, vent faible, pas de pluie	Inventaires des Amphibiens, des Insectes et des Reptiles
28 Juin 2011	Temps ensoleillé et vent léger S <20 km/h 24° C	Inventaires ornithologiques (nicheurs)
12 et 16 Juillet 2011	Temps sec, ensoleillé	Inventaire de la flore et des habitats
11 août 2011	22°C, ciel partiellement voilé, vent faible, pas de pluie	Inventaire des Insectes et des Reptiles
25 Août 2011	Ciel légèrement couvert en début de nuit puis pluie à partir de 0h30 18°C en début de nuit	Transect avec SM2 bat et écoute simultanée

Schéma 96 : Cartographie des habitats naturels (BIOTOPE)



Les observations de terrain réalisées dans le cadre du pré diagnostic du site en janvier 2011 ont consisté en une reconnaissance générale des caractéristiques écologiques de l'aire d'étude. Une attention particulière a été portée à l'identification des potentialités de présence de milieux humides, d'accueil pour la faune et la flore, ainsi qu'à la richesse écologique globale des différents milieux.

Au vu des résultats mis en évidence plusieurs groupes taxonomiques ont alors été diagnostiqués de façon détaillée au printemps et à l'été 2011.

La méthodologie de réalisation des différents inventaires est détaillée dans le rapport de BIOTOPE qui compile également : les sources bibliographiques étudiées, les inventaires officiels et la réglementation pris en compte en matière de protection des espèces et des habitats.

Ainsi, les points qui suivent détaillent principalement les résultats de l'étude menée par BIOTOPE.

Caractéristiques des habitats naturels rencontrés au sein du secteur d'étude

Les différentes typologies d'habitat relevées sur le site sont reportées sur le schéma ci-dessous.

Pour chaque habitat, le principe d'exploitation des résultats des investigations vise à définir un niveau d'enjeu écologique parmi les 4 niveaux d'enjeux :

- Très faible ;
- Faible ;
- Modéré ;
- Elevé.

Ces enjeux sont déterminés à dire d'expert, notamment en fonction de la rareté de l'habitat localement, du rattachement à un habitat Natura 2000, de l'état de conservation de l'habitat, des espèces observées au sein de cet habitat, …

Les habitats recensés au niveau du secteur d'étude sont reportés sur le schéma ci-contre. Ils concernent :

- La végétation des berges de la Seine (enjeu modéré) ;
- La végétation des friches nitrophiles (enjeu faible) ;
- Les fourrés nitrophiles (enjeu faible) ;
- Les habitats anthropiques (enjeu très faible) :
  - Les bâtiments ;
  - Les plantations et alignements d'arbres.

Leurs caractéristiques sont détaillées dans le tableau en page suivante.

En conclusion, on peut préciser qu'aucun habitat d'intérêt communautaire au titre de la Directive « habitat-faune-flore » ne fut rencontré sur l'aire d'étude.

Par ailleurs, concernant la recherche de zones humides sur le site, on peut relever que la formation de petites dépressions associées à un tassement du sol peut engendrer une humidité superficielle. Ce phénomène se traduit par l'apparition ponctuelle de Jonc (Juncus inflexus) et de Laîche (Carex sp.). Cependant le site ne peut être qualifié de zone humide d'un point de vue phytosociologique.

Tableau 24 : Caractéristiques des habitats rencontrés sur le site (BIOTOPE)

Habitat	Code Corine	Code Natura 2000	Description	Enjeu écologique
Végétations des berges de la Seine	-	-	Les berges de la Seine sont artificialisées (moellons bitumineux, quai béton etc.). Ces berges bétonnées abritent des communautés nitrophiles des murs. Ces communautés végétales du Parietario judaicae-Galion muralis sont représentées par : • la Pariétaire diffuse (Parietaria judaica) • la Cymbalaire des murailles (Cymbalaria muralis) • la Sabline à feuilles de serpolet (Arenaria serpyllifolia) • la Doradille scolopendre (Asplenium scolopendrium) • la Dryoptéride de la Chartreuse (Dryopteris carthusiana) • le Polypode commun (Polypodium vulgare) • l'Orpin âcre (Sedum acre) Une végétation rudérale s'y développe également avec la présence de nombreuses espèces pionnières de friche plus ou moins nitrophiles. On note ainsi la présence de l'Armoise commune (Artemisia vulgaris), du Mélilot blanc (Melilotus albus), de la Roquette bâtarde (Hirschfeldia incana), du Brome stérile (Bromus sterilis), de l'Ortie dioïque (Urtica dioïca), de la Laiture scariole (Lactuca serriola), du Tussilage (Tussilago farfara), … Quelques espèces de mégaphorbiaies nitrophiles sont présentes : • liseron des haies (Calystegia sepium) • la Morelle douce-amère (Solanum dulcamara) • le Lycope d'Europe (Lycopus europaeus) • le Houblon (Humulus lupulus) • la Salicaire commune (Lythrum salicaria) • la Bardane à petits capitules (Arctium minus) Ces berges abritent deux espèces patrimoniales : • un pied d'Aristoloche clématite (Aristolochia clematitis), espèce rare en Haute Normandie • quelques pied de Scutellaire toque (Scutellaria galericulata), espèce assez rare en Haute Normandie.	Modéré
Végétations de friches nitrophiles	87.1	-	Les végétations de friches industrielles sont présentes sur l'ensemble de l'aire d'étude. Ces friches prospèrent sur des sols drainés calcaires plus ou moins caillouteux et se développent préférentiellement au niveau des remblais et secteurs fortement remaniés. Ces groupements, très instables, sont principalement composés de plantes bisannuelles à floraison estivale ou automnale mêlées de quelques annuelles et de vivaces. Les groupements végétaux y sont peu diversifiés avec des espèces comme : • l'Armoise commune (Artemisia vulgaris) • la Carotte sauvage (Daucus carota) • la Tanaisie commune (Tanacetum vulgare) • le Réséda gaude (Reseda luteola) • le Réséda jaune (Reseda lutea) • la Linaire commune (Linaria vulgaris) • La luzerne cultivée (Medicago sativa) • le Cirse des champs (Cirsium vulgare) • la Vipérine commune (Echium vulgare) On note par endroit la présence de quelques graminées telles que le Fromental (Arrhenatherum elatius), le Brome stérile (Bromus sterilis), le Dactyle aggloméré (Dactylis glomerata), le chiendent (Elymus repens) et le Ray grass anglais (Lolium perenne). Ces végétations de hautes friches peuvent se trouver en mosaïque avec de petites tonsures sableuses riches en annuelles et petites vivaces dont la Vulpie queue d'écureuil (Vulpia myuros), l'Orge des rats (Hordeum murinum), le Bec de grue (Eriodium cicutarium), le Myosotis hérissé (Myosotis ramosissima), la Flouve odorante (Anthoxanthum odoratum), le Céraiste aggloméré (Cerastium glomeratum) etc. On observe également d'autres espèces typiques de friches calcaires comme le Picride fausse vipérine (Picris echioides), l'Aigremoine eupatoire (Agrimonia eupatoria), le Millepertuit (Hyperichum perforatum) etc. Ces végétations sont formées d'une flore banale peu diversifiée de friches nitrophiles. Elles sont propices à la présence de nombreuses espèces introduites dont certaines sont invasives. ***A noter une diminution des emprises associées à cette végétation suite à la réalisation des travaux d'aménagement de la presqu'île Rollet.***	Faible
Les fourrés nitrophiles	31.81	-	Les friches, si elles ne sont pas maintenues par intervention humaine, sont propices au développement d'espèces ligneuses pionnières. Les fourrés arbustifs sont les premiers stades de cette colonisation. Ces fourrés sont présents sur l'ensemble des friches de l'aire d'étude. Ces végétations arbustives rudérales sont dominées par le Grand sureau (Sambucus nigra), l'Aubépine à un style (Crataegus monogyna), l'Orme champêtre (Ulmus minor), le Cornouiller sanguin (Cornus sanguinea), le Troène commun (Ligustrum vulgare) ou le Prunellier (Prunus spinosa). De nombreux fourrés, dominés par le Buddléia de David (Buddleja davidii) (espèce à fort pouvoir invasif sur le site) colonisent également ces friches. Quelques petits arbres peuvent être également présents comme le Frêne commun (Fraxinus excelsior) ou l'Erable sycomore (Acer pseudoplatanus). Des fourrés de Saule blanc (Salix alba) se développent également le long des berges artificialisées de la Seine. ***A noter une diminution des emprises associées à cette végétation suite à la réalisation des travaux d'aménagement de la presqu'île Rollet.***	
Les bâtiments	82.2	-	De nombreux bâtiments occupent l'aire d'étude. Une végétation nitrophile rudérale y est ponctuellement présente. Ces groupements rudéraux se caractérisent par la présence d'espèces pionnières comme le Grand plantain (Plantago major), l'Ortie dioïque (Urtica dioïca), la Cotonnière des fanges (Gnaphalium uliginosum) ou le Rumex à feuilles obtuses (Rumex obtusifolius). Cette végétation rudérale est également présente sur une zone récemment remaniée aux abords du Hangar 106. Ce secteur présente notamment une station importante à Vergerette du Canada (Conyza canadensis). Cette espèce pionnière est invasive en Haute Normandie.	
Les plantations et alignements d'arbres	83.3	-	Diverses plantations sont présentes sur l'aire d'études : • Plantations à Peuplier d'Italie (Populus nigra var. italica) • Plantations d'essences indigènes (Tilleuls, Aubours faux-ébénier, Viorne obier etc…) Notons la présence de plantations à Robinier faux-acacia (Robinia pseudoacacia), espèce invasive en Haute Normandie.	

Flore

Aucune espèce protégée ne fut rencontrée sur l'aire d'étude. La contrainte réglementaire est donc nulle.

L'expertise de BIOTOPE révèle que trois espèces patrimoniales ont été rencontrées au Nord de l'aire d'études à proximité des berges de la Seine (Aa, Ac, Sg). Aucune de ces trois espèces n'est inscrite à la liste rouge régionale. Leur présence constitue une contrainte écologique modérée pour le projet.

Plusieurs espèces invasives ont été recensées sur le site. Ces espèces se substituent à la flore spontanée et présentent un caractère envahissant. Certaines de ces espèces ont un pouvoir envahissant fort et forment déjà de grandes populations. Il apparaît très important de prendre ces éléments en compte dans le cadre du projet. En effet, le terrassement de terrains envahis par des végétaux indésirables peut favoriser leur propagation (dispersion de graines ou de rhizomes...) et accentuer les problèmes posés par ces espèces : remplacement d'espèces locales, modification des milieux, transmission de pathogènes... Leur élimination ou contention est donc à prendre en compte avant les travaux. Elles constituent une contrainte écologique moyenne pour le projet, du fait du fort pouvoir de dispersion de certaines d'entre elles.

Insectes

Aucun insecte protégé n'a été observé au cours des prospections. Au vu des milieux rencontrés, aucune espèce protégée ne parait potentielle dans le périmètre de l'étude. Toutefois, ce fait est à pondérer par la rareté desdites espèces en région Haute-Normandie. Le fait qu'aucune espèce protégée ne soit présente sur le site représente une contrainte réglementaire faible pour le projet.

Les prospections réalisées en 2011 ont mis à jour la présence d'une espèce considérée comme patrimoniale en région Haute-Normandie : l'Oedipode turquoise (Oedipoda caerulescens). Elles ont par ailleurs permis de mettre à jour la présence d'une seule espèce remarquable. Celles-ci ne constituent pas de contrainte réglementaire vis-à-vis du projet. En revanche, leurs statuts de rareté à l'échelle régionale en font une contrainte écologique moyenne à ne pas négliger dans la réflexion portée sur le projet.

En ce qui concerne le cortège des papillons de jour, on constate que les espèces rencontrées sont communes voire assez communes en Haute-Normandie. Aucune population pérenne d'Odonates n'a par ailleurs été observée au sein de l'aire d'étude.

Enfin, trois espèces d'orthoptères ont pu être recensées sur l'aire d'étude, ce qui représente une très faible diversité. Une espèce observée est typique des milieux ouverts, à végétation rase, les deux autres sont ubiquistes et peuvent donc être rencontrées dans différents milieux. Si l'Oedipode turquoise est une espèce assez rare en Haute-Normandie, les 2 autres sont très communes pour la région.

Reptiles

Au cours des prospections, une seule espèce de reptile fut observée : le Lézard des murailles. Le Lézard des murailles est listé à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007. Ceci implique que pour cette espèce, la destruction, l'enlèvement, la mutilation, la capture ou la perturbation intentionnelle des individus sont strictement interdits. Cette protection s'applique également aux sites de reproduction et aux aires de repos avérés.

Au sein de l'aire d'étude, le Lézard des murailles fut observé régulièrement sur les terrains SNCF. Ces terrains comportent de nombreuses anfractuosités, gravats, tas de bois, dalles… cette mosaïque d'habitats, bien qu'artificielle, est particulièrement appréciée par le Lézard des murailles. Par ailleurs, il est important de préciser que cette espèce présente des mœurs commensales. Sa présence peut souvent être due à une activité humaine, actuelle ou récente.

La présence d'une espèce protégée à l'échelle nationale au sein de l'aire d'étude représente une contrainte réglementaire forte. Par ailleurs, sa rareté à l'échelle régionale en fait une contrainte écologique moyenne.

Amphibiens

Aucune espèce d'amphibiens n'a fait l'objet d'observation au cours des prospections menées en 2011 et d'une manière générale, aucun habitat potentiel n'a été détecté. En l'absence d'observations et/ou de potentialités au sein de l'aire d'étude, le groupe des amphibiens représente une contrainte réglementaire nulle, ainsi qu'une contrainte écologique nulle.

Schéma 97 : Localisation des principaux enjeux floristiques (BIOTOPE)

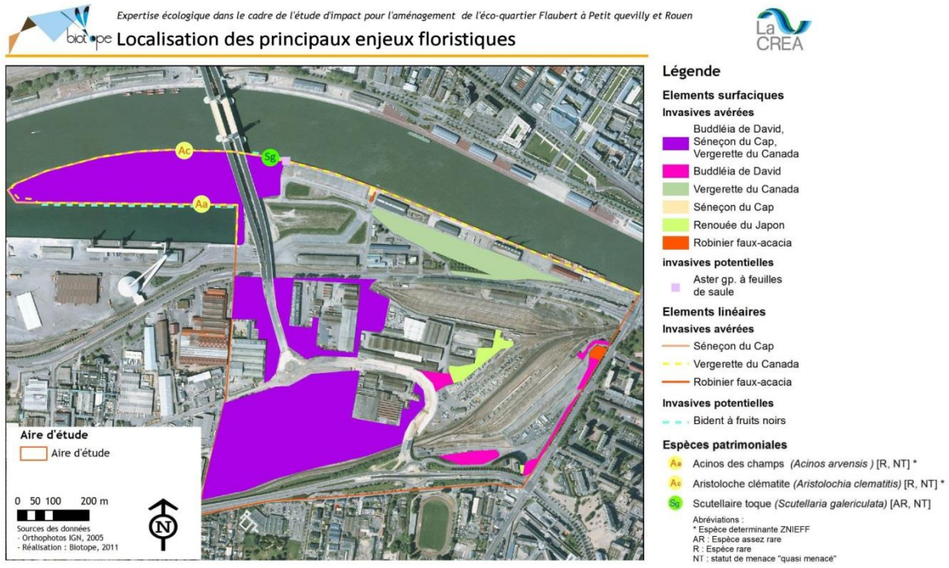


Schéma 98 : Localisation des observations concernant les insectes et les reptiles (BIOTOPE)

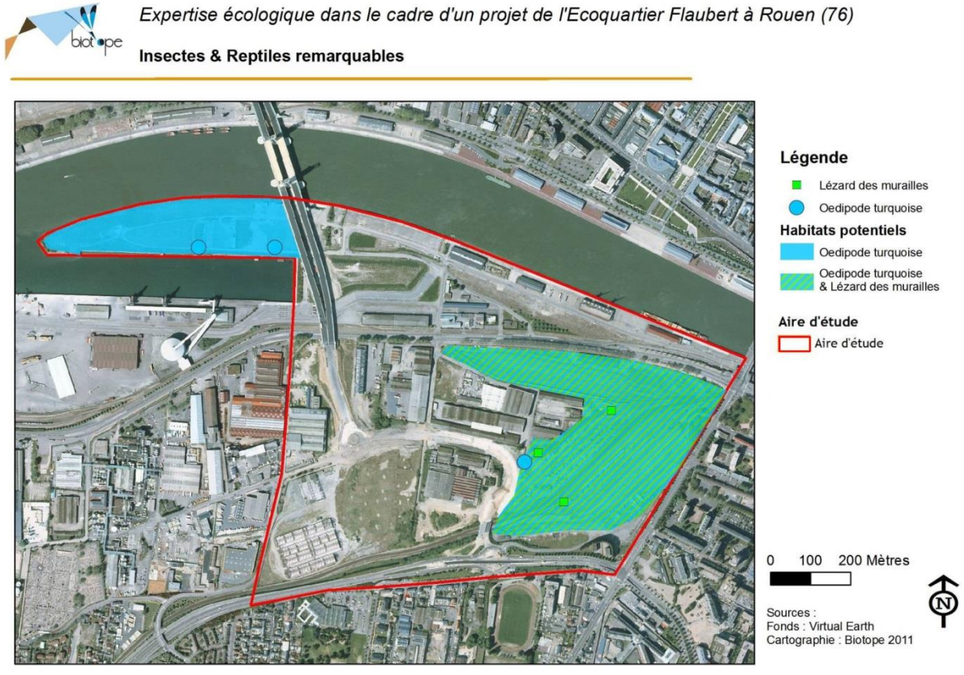


Schéma 99 : Localisation des observations concernant l'avifaune patrimoniale (BIOTOPE)

Tableau 25 : Espèces piscicoles patrimoniales recensées dans la Seine au niveau de l'aire d'étude (BIOTOPE)

Nom commun	Nom scientifique	Protection nationale	Annexe II Directive « Habitats / Faune / Flore »	Liste Rouge nationale
Anguille européenne	Anguilla anguilla			En danger critique d'extinction
Brochet	Esox lucius	oui		Vulnérable
Chabot	Cottus gobio		oui	Données insuffisantes
Lamproie de planer	Lampetra planeri	oui	oui	Vulnérable
Lamproie marine	Petromyzon marinus	oui	oui	Quasi-menacée
Truite fario	Salmo trutta	oui		Préoccupation mineure
Vandoise	Leuciscus leuciscus	oui		Données insuffisantes
Ide mélanotte	Leuciscus idus	oui		Données insuffisantes

Oiseaux

La majorité des espèces observées sur l'aire d'étude en 2010 et 2011 est protégée. Cette protection concerne, d'une part, les individus, et d'autre part, leurs habitats, si le projet est susceptible de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques de l'espèce. Sur l'ensemble 41 des espèces observées, 30 sont protégées en France. Les autres sont considérées comme chassables ou pouvant faire l'objet de prélèvement ou de destruction au regard de la législation française.

L'étude de l'avifaune nicheuse a mis en évidence plusieurs espèces d'oiseaux qui fréquentent l'aire d'étude pour la nidification, pour la recherche de nourriture ou en survol. Plusieurs cortèges différents apparaissent à savoir les oiseaux des milieux humides (étangs, roselières, prairies humides et cours d'eau), les oiseaux des milieux semi-ouverts (bocage, friches) et les oiseaux des milieux anthropiques (habitations et infrastructures).

Enfin, la bioévaluation de l'avifaune en période de nidification a permis de recenser six espèces patrimoniales au sein de l'aire immédiate durant les investigations de 2011. La patrimonialité des espèces est évaluée suivant les listes rouges régionales et nationales ainsi qu'avec les tendances d'évolution des populations au niveau européen. La rareté chronologique et numérique de l'avifaune est prise en compte dans l'élaboration des listes rouges.

Chiroptères

Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées nationalement, au titre de l'Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Le transect d'écoute réalisé durant la période d'activité des Chiroptères a permis de recenser 3 espèces en chasse ou en déplacement, sur les 21 espèces connues en région Normandie (Groupe Mammalogique Normand). L'ensemble des 3 espèces sont des Pipistrelles.

Le niveau d'enjeu régional est issu du croisement des informations suivantes : statut de présence en Haute-Normandie (Commun, Peu commun, Rare) et niveau de vulnérabilité des populations de Haute-Normandie (Faible, Vulnérable, En danger). Au regard de cette analyse, les Chiroptères représentent un enjeu écologique faible.

Ichytofaune

L'aire d'étude, située en plein centre de Rouen, prend en compte les berges de Seine. Ce secteur est situé dans l'« estuaire amont » de la Seine qui subit la marée dynamique (variation du niveau d'eau) mais pas la marée saline (eaux douces). D'après les travaux réalisés par le Groupement d'Intérêt Publique (GIP) Seine Aval et la Cellule de Suivi du Littoral Haut Normand, le cortège de l'estuaire amont est largement dominé par les poissons dulcicoles (26 espèces) et les amphihalins sont relativement bien représentés (neuf espèces) tandis que les poissons marins sont marginaux (trois espèces).

La zone d'étude se situe dans le secteur rouennais qui occupe une position intermédiaire amont/aval de par les valeurs de courant de marée, mais aussi en raison de la présence conjuguée de berges totalement artificielles (quais) et de bassins portuaires.

D'après les résultats des travaux du GIP et les résultats des pêches électriques réalisées par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), 31 espèces sont potentiellement présentes au niveau de la Seine sur l'aire d'étude. Les résultats des pêches de l'ONEMA montrent que près de la moitié des espèces recensées sont dulcicoles, résultat courant pour les grands cours d'eau. L'autre moitié est représentée par des espèces amphihalines, l'Anguille étant la principale représentante. Les principales familles rencontrées sont les suivantes : les Anguillidés, les Cyprinidés, les Mugilidés, les Percidés et Esocidés, les Gastérostéidés, et les Pleuronectidés.

Huit espèces de poissons patrimoniales ont été recensées dans la Seine à proximité de l'aire d'étude. Parmi les espèces inventoriées, six espèces sont protégées au niveau national et quatre sont inscrites sur la liste rouge nationale. Trois espèces sont par ailleurs citées en annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore.

En matière de potentialité écologique, les berges de la Seine et le Bassin aux bois présentent des caractéristiques physiques peu favorables à l'ichtyofaune : absence de ripisylve, abris peu nombreux, berges verticales, peu de zones ombragées. Le bassin constitue néanmoins une zone-refuge de l'axe Seine (à l'abri du batillage), zone de quiétude et de nourrissage de l'ichtyofaune. Toutefois, ces zones, régulièrement exondées (influence des marées), sont des zones d'accueil temporaires et ne peuvent pas, dans ces conditions, servir de zones de fraie. Compte-tenu de ces contraintes, les berges de Seine sur le secteur étudié présentent globalement un intérêt faible pour l'ichtyofaune, et la darse un intérêt moyen.

6.2.7 Réseaux divers et servitudes d'utilité publique

6.2.7.1 Réseau d'eau potable

Ressource en eau potable

La rédaction de cette partie repose sur les données produites par la Métropole qui dispose de la compétence « eau potable ». Elle s'appuie, entre autre sur les informations détaillées dans le Rapport sur le Prix et la Qualité du Service (RPQS) de l'exercice 2013.

Selon les données du RPQS 2013, le secteur d'étude est desservit par les usines de production d'eau potable de :

- Moulineaux : Exploitation du captage de Moulineaux ;
- Carville (à Darnétal) : Exploitation du captage de Darnétal ;
- La Jatte (à Rouen) : Exploitation du captage de Fontaine Sous-Préaux (ou captage de Fontaine) qui alimente également l'usine de production d'eau potable de la commune ;
- La Chapelle (à Saint-Etienne-du-Rouvray) : Exploitation du captage de Saint-Etienne-du-Rouvray.

Le bilan des capacités de production de ces différentes usines de production est également disponible dans le RPQS produit par la Métropole pour l'activité du Service de l'Eau en 2013. Les données sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 26 : Bilan des capacités de production des usines qui alimentent le secteur d'étude en eau potable (RPQS 2013 - Métropole Rouen Normandie)

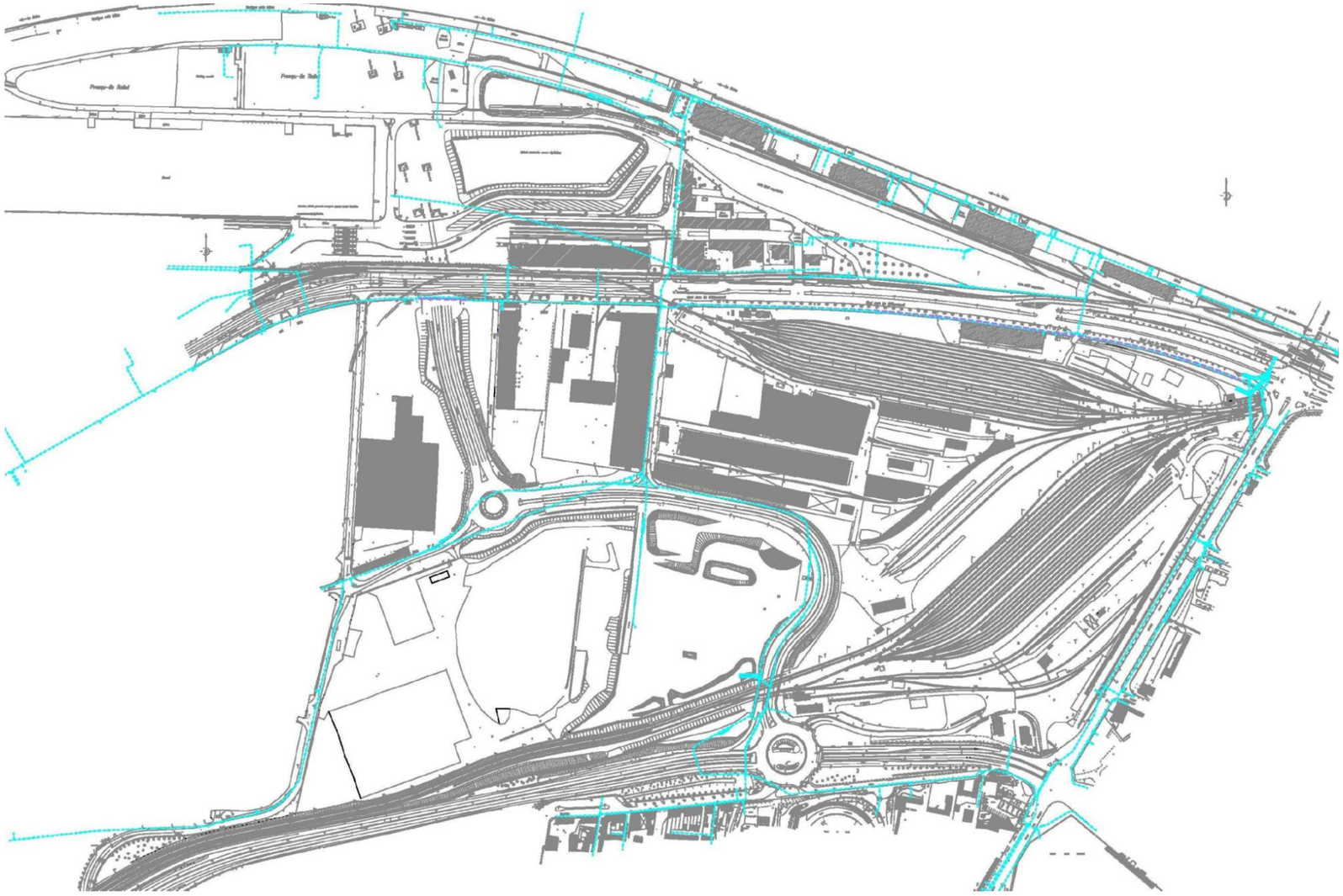
Ressources	Date de la Déclaration d'Utilité Publique (DUP)	Production autorisée selon la DUP En m³/j	Capacité technique de production En m³/j	Production moyenne journalière en 2013 (RPQS) En m³/j	Capacité résiduelle autorisée En m³/j	Capacité résiduelle technique En m³/j
Captage de Moulineaux	23/09/87	44 000	28 500	15 243	28 757	13 257
Captage de Carville	15/11/04	8 000	8 000	3 011	4 989	4 989
Captage de Fontaine	27/11/81	20 000	24 000	17 916	2 084	6 084
Captage de la Chapelle	15/11/85	75 000	50 000	15 265	59 735	34 735
Total		**147 000**	**110 500**	**51 435**	**95 565**	**59 065**

Selon les données du RPQS de l'exercice 2013, on constate que :

- La capacité de production résiduelle autorisée s'élève à 95 565 m³/j (pour rappel, la capacité résiduelle autorisée était de 93 898 m³/j en 2012 et de 91 342 m³/j en 2011) ;
- La capacité de production résiduelle technique s'élève à 59 065 m³/j (pour rappel, la capacité résiduelle technique était de 57 398 m³/j en 2012 et de 54 842 m³/j en 2011).

Schéma 100 : Points de production d'eau et zones de desserte (RPQS 2013 - Métropole Rouen Normandie)

Schéma 101 : Tracé des réseaux d'alimentation en eau potable sur le site de l'éco-quartier Flaubert (EGIS)



Constitution générale du réseau

Le réseau d'eaux pluviales est constitué de canalisations en béton pour la quasi-totalité des linéaires. Une partie des réseaux est plus récente, car liée à la construction du pont Flaubert et aux voiries d'accès entre ce dernier et la voie SUDIII (rue de Madagascar), tandis que les réseaux des rues alentour (Poincaré, Bourbaki) sont plus anciens.

Les rejets d'eaux pluviales de la zone comprise entre la voie SUDIII et les quais de Seine se font de manière générale dans cette dernière, par le biais de génératrices perpendiculaires aux quais, pour le secteur proche de la Seine (Bords de Seine), et via la rue Bourbaki vers le Bassin aux Bois. Le collecteur de la rue Bourbaki est un collecteur type cadre béton 3.00x1.80 m. Les eaux issues de Petit Quevilly passant sous les voies SNCF, de la rue de Madagascar partie Est et de la rue Holker ainsi qu'une partie du Quai de France se rejettent dans ce collecteur. Parallèlement à ce collecteur, une canalisation de diamètre 500 mm reprenant les avaloirs disposés dans les bordures de voirie finit par se rejeter dans le cadre béton 3.00x1.80 m juste avant le carrefour Bourbaki/Quai de France.

Les rejets du secteur de la rue de la Motte Ouest se déversent dans des réseaux unitaires vers Petit Quevilly via les perpendiculaires : rue Alsace Lorraine, rue Poincaré et rue de la Motte. La rue de la Motte Est est située sur un plan altimétrique plus haut de quelques mètres que les rues précédemment citées, et est raccordée au réseau unitaire de l'Avenue J. Rondeaux par des canalisations de diamètre 200 à 600 mm. De ce fait, le tronçon de réseaux eaux pluviales de la rue de la Motte se trouve isolé par rapport à l'ensemble des réseaux du périmètre étudié, et fonctionne indépendamment (tout en étant tout de même lié aux réseaux situés sur un même plan).

La rue de Madagascar et la voie d'accès au pont Flaubert disposent d'un réseau créé lors des aménagements de voiries liés à la construction du pont. Ce réseau est constitué de canalisations de diamètres allant de 300 à 1000 mm, finissant par se raccorder au collecteur de la rue Bourbaki. Par ailleurs, ce raccordement est précédé de dispositifs de décantation et de rétention disposés en point bas du réseau, afin de traiter avant rejet l'ensemble des eaux de ruissellement des rues collectées.

Plan Directeur d'Aménagement et de Développement

Selon la phase 3 « Finalisation PDAD » (15.02.2005) et les contacts avec le concessionnaire, les prescriptions sont les suivantes : un réseau d'assainissement EP/EU de type séparatif est créé sur toutes les voies nouvelles et sur certaines voies existantes pour permettre les différents raccordements à l'existant.

Etat du réseau

Après contact auprès du concessionnaire (Rendez-vous le 20/11/2012), celui-ci a indiqué les éléments suivants :

- Nature du réseau : très majoritairement en béton.
- Etat du réseau : bon état général pas de renouvellement prévu ou prioritaire.

6.2.7.2 Réseau d'eaux usées

Constitution générales du réseau

Le réseau d'eaux usées du secteur d'étude est composé :

- D'une canalisation de type cadre béton armé de dimensions 2.90x2.05 m empruntant le boulevard Béthencourt, la rue Malétra et la rue de Madagascar, en direction de la station d'épuration « Émeraude ». Cette canalisation, désignée en tant qu'« émissaire principal » sur les plans, reprend entre autres les effluents issus de la rive droite via le siphon sous la Seine au droit du pont Guillaume le Conquérant, et constitue la colonne vertébrale du réseau sur ce secteur de la rive gauche de la Seine.
- D'un ouvrage cadre de dimensions 1.60x1.10 m issu de la rue Forfait à l'opposé de l'Avenue Rondeaux et longeant dans l'emprise RFF le boulevard Béthencourt avant rejet dans l'émissaire principal.
- D'un réseau longeant les quais pour récupérer les eaux issues des hangars et évacué en refoulement vers l'émissaire principal au droit du Boulevard Béthencourt.
- D'une canalisation de diamètre 400 puis 500 mm dans la rue Bourbaki issue de Petit-Quevilly. Cette canalisation passe sous les voies SNCF en amont de la rue Stalingrad et se rejette dans l'émissaire principal.
- D'une canalisation diamètre 200 mm dans la rue Malétra, desservant les bâtiments en exploitation dans cette zone.
- De canalisations en réseau unitaire de diamètres 200 à 600 mm dans la rue de la Motte, raccordée au réseau unitaire existant dans l'avenue Jean Rondeaux : ouvrage cadre de dimensions 1.60x0.80m dirigé vers le boulevard d'Orléans.
- D'antennes en réseau unitaire le long de la jardinerie de Petit Quevilly et vers les rues Alsace Lorraine et Poincaré.

Plan Directeur d'Aménagement et de Développement

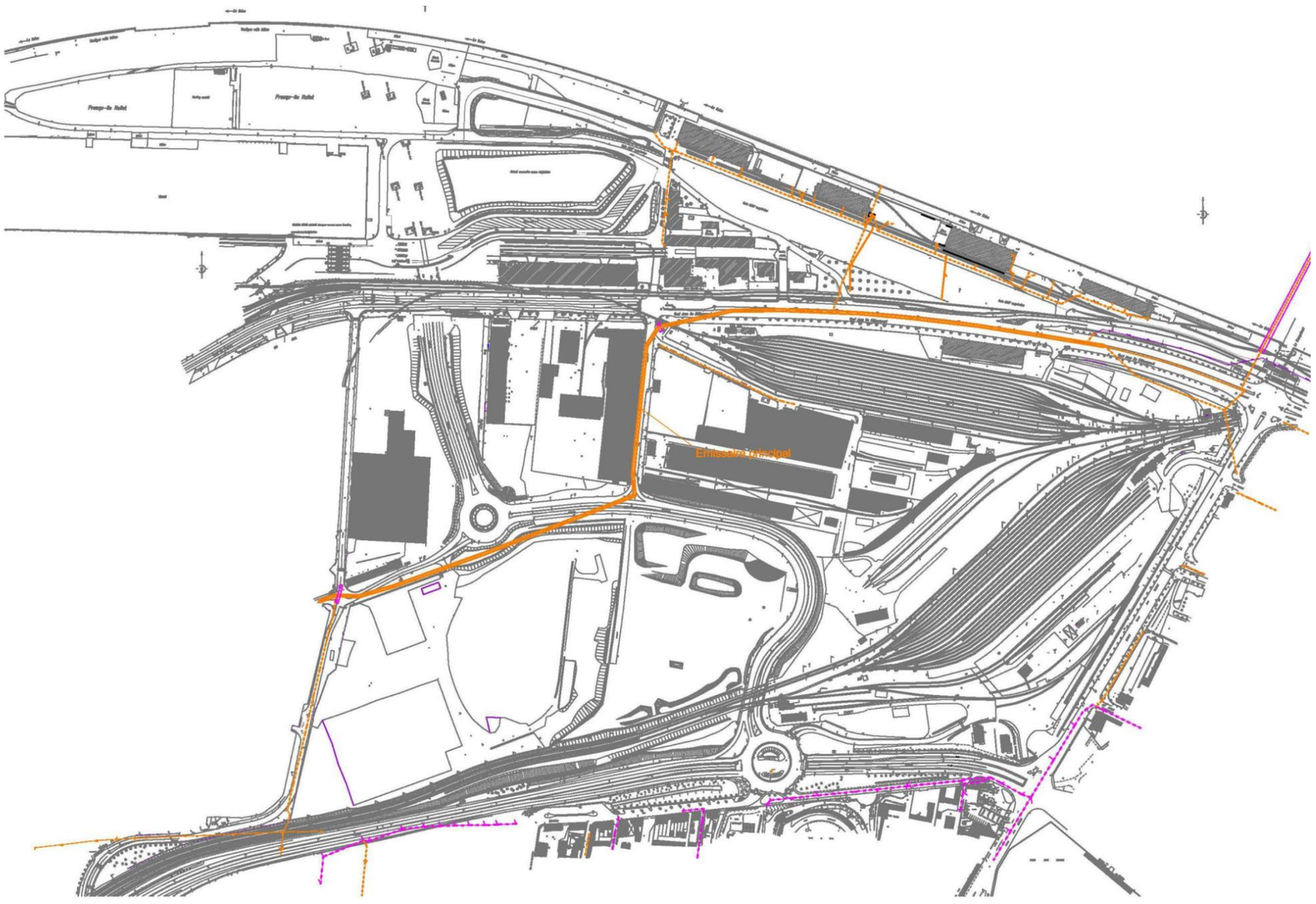
Selon la phase 3 « Finalisation PDAD » (15.02.2005) et les contacts avec le concessionnaire (Rendez-vous le 22/11/2012), un réseau d'assainissement EP/EU de type séparatif est créé sur toutes les voies nouvelles et sur certaines voies existantes pour permettre les différents raccordements à l'existant.

Le concessionnaire précise que dans le cadre de la mise aux normes de la station d'épuration Emeraude, l'émissaire EU (2.90x2.05), collectant notamment l'ensemble des effluents rive droite pour les acheminer vers la station d'épuration située à Petit Quevilly, va être doublé. La nature de cette ouvrage (diamètre et profondeur) ainsi que son tracé potentiel (avenue Béthencourt) ne sont pas encore connus à ce stade.

Etat du réseau

Le concessionnaire précise que le réseau existant peut être réexploité en l'état.

Schéma 102 : Tracé des réseaux d'assainissement – Eaux usées (EGIS)



Traitement des eaux usées

Comme pour l'eau potable, la rédaction de cette partie repose sur les données communiquées par la Métropole Rouen Normandie qui dispose de la compétence en matière d'assainissement sur son territoire.

En matière d'assainissement domestique, des systèmes d'assainissement collectif sont en place pour la quasi-totalité du territoire. Actuellement 22 stations d'épuration et 2 lagunes qui présentent des capacités très variables entre elles, traitent les effluents urbains de la Métropole.

Au niveau de l'aire d'étude, c'est la station d'épuration EMERAUDE située à Grand Quevilly qui assure le traitement des eaux usées. Les données présentées ci-dessous sont tirées du portail d'information sur l'assainissement communal (développé par le ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie) et des informations communiquées par la Métropole Rouen Normandie.

Au regard de ces données, on constate que la station EMERAUDE présente d'ores et déjà des situations récurrentes de dépassement de sa capacité de traitement. Les périodes de fonctionnement en situation de pointe ou de dépassement peuvent avoir pour conséquences une diminution de la qualité des rejets dans le milieu naturel voire des rejets directs par des déversoirs d'orage lors de forts épisodes pluvieux.

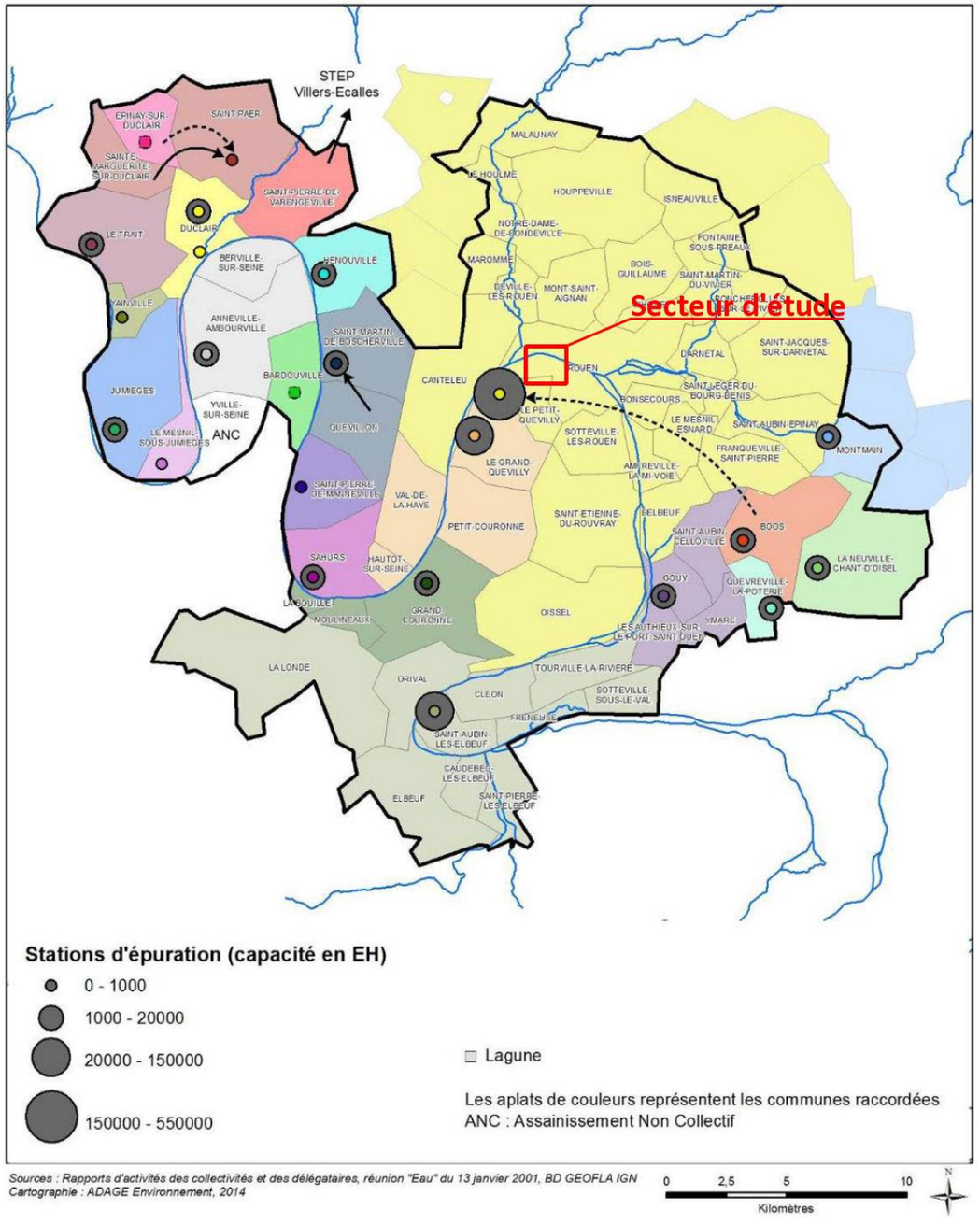
Face à cette situation, la gestion des eaux pluviales à la parcelle a été privilégiée par la Métropole Rouen Normandie pour les nouvelles zones aménagées, et la déconnexion de surfaces imperméabilisées existantes du réseau d'eau usées est effectuée sur certains secteurs (7 000 m² déconnectés en 2010, objectif de 5 000 m² par an sur le territoire de la Métropole).

Les évolutions prospectives de la Métropole Rouen Normandie sont essentiellement axées sur l'augmentation de la capacité de traitement pour atteindre 150 000 m³/j à l'horizon 2017.

Tableau 27 : Station d'épuration EMERAUDE à Grand Quevilly

		Données
Date de mise en service		1997
Date de réhabilitation		2009
Capacité de traitement		550 000 EH
Capacité de traitement journalière		85 000 m³/j
2013	**Débit entrant moyen**	98 707 m³/j
	Charge maximale en entrée	405 000 EH
2012	**Débit entrant moyen**	88 456 m³/j
	Charge maximale en entrée	492 800 EH
2011	**Débit entrant moyen**	87 275 m³/j
	Charge maximale en entrée	534 500 EH

Schéma 103 : Installations et organisation générale de l'assainissement collectif sur le territoire de la Métropole Rouen Normandie (SCOT de la Métropole Rouen Normandie)



Sources : Rapports d'activités des collectivités et des délégataires, réunion "Eau" du 13 janvier 2001, BD GEOFLA IGN
Cartographie : ADAGE Environnement, 2014

6.2.7.3 Réseau d'eaux pluviales

Schéma 104 : Tracé des réseaux d'assainissement – Eaux pluviales (EGIS)

Constitution générale du réseau

Le réseau d'eaux pluviales est constitué de canalisations en béton pour la quasi-totalité des linéaires. Une partie des réseaux est plus récente, car liée à la construction du pont Flaubert et aux voiries d'accès entre ce dernier et la voie SUDIII (rue de Madagascar), tandis que les réseaux des rues alentour (Poincaré, Bourbaki) sont plus anciens.

Les rejets d'eaux pluviales de la zone comprise entre la voie SUDIII et les quais de Seine se font de manière générale dans cette dernière, par le biais de génératrices perpendiculaires aux quais, pour le secteur proche de la Seine (Bords de Seine), et via la rue Bourbaki vers le Bassin aux Bois. Le collecteur de la rue Bourbaki est un collecteur type cadre béton 3.00x1.80 m. Les eaux issues de Petit Quevilly passant sous les voies SNCF, de la rue de Madagascar partie Est et de la rue Holker ainsi qu'une partie du Quai de France se rejettent dans ce collecteur. Parallèlement à ce collecteur, une canalisation de diamètre 500 mm reprenant les avaloirs disposés dans les bordures de voirie finit par se rejeter dans le cadre béton 3.00x1.80 m juste avant le carrefour Bourbaki/Quai de France.

Les rejets du secteur de la rue de la Motte Ouest se déversent dans des réseaux unitaires vers Petit Quevilly via les perpendiculaires : rue Alsace Lorraine, rue Poincaré et rue de la Motte. La rue de la Motte Est est située sur un plan altimétrique plus haut de quelques mètres que les rues précédemment citées, et est raccordée au réseau unitaire de l'Avenue J. Rondeaux par des canalisations de diamètre 200 à 600 mm. De ce fait, le tronçon de réseaux eaux pluviales de la rue de la Motte se trouve isolé par rapport à l'ensemble des réseaux du périmètre étudié, et fonctionne indépendamment (tout en étant tout de même lié aux réseaux situés sur un même plan).

La rue de Madagascar et la voie d'accès au pont Flaubert disposent d'un réseau créé lors des aménagements de voiries liés à la construction du pont. Ce réseau est constitué de canalisations de diamètres allant de 300 à 1000 mm, finissant par se raccorder au collecteur de la rue Bourbaki. Par ailleurs, ce raccordement est précédé de dispositifs de décantation et de rétention disposés en point bas du réseau, afin de traiter avant rejet l'ensemble des eaux de ruissellement des rues collectées.

Plan Directeur d'Aménagement et de Développement

Selon la phase 3 « Finalisation PDAD » (15.02.2005) et les contacts avec le concessionnaire, les prescriptions sont les suivantes : un réseau d'assainissement EP/EU de type séparatif est créé sur toutes les voies nouvelles et sur certaines voies existantes pour permettre les différents raccordements à l'existant.

Etat du réseau

Après contact auprès du concessionnaire (Rendez-vous le 20/11/2012), celui-ci a indiqué les éléments suivants :

- Nature du réseau : très majoritairement en béton.
- Etat du réseau : bon état général pas de renouvellement prévu ou prioritaire.

6.2.7.4 Réseaux de desserte énergétique, de télécommunication et d'éclairage public

Réseau d'alimentation et de transport d'électricité

Le réseau HTA/BT au sein de la future emprise de l'éco-quartier est composé de 12 postes transformateurs. Par ailleurs, il faut noter que :

- Les postes de livraison situés allée Jean de Béthencourt, Quai presqu'île, rue de Madagascar sont hors service.
- D'autres postes sont des postes de distribution privés : rue de Bourbaki, Hangar 106, carrefour Rondeaux, pont Flaubert.

Les réseaux HTA cheminent sous le boulevard Béthencourt, la rue Bourbaki Nord, la rue Malétra, la rue de Madagascar et le boulevard Rondeaux. Rue de la Motte Est et Ouest deux réseaux distincts alimentent le secteur avec une liaison via le pont Pinel vers le réseau de la rue Léon Malétra Nord.

Concernant le réseau BT, des branchements aériens alimentent les hangars au Sud du Boulevard Béthencourt. Sur les bords de Seine, les hangars sont alimentés par les postes positionnés boulevard Béthencourt et allée Béthencourt.

Dans le cadre de l'aménagement des Bords de Seine, les réseaux HTA de desserte du Poste Flaubert (localisé au pied de l'escalier Est d'accès au pont Flaubert) ont été dévoyés afin de laisser l'emprise libre pour le futur creusement des bassins en eau de l'axe vert et bleu et un poste a été créé au droit du Hangar 107 (Pignon Ouest) alimenté par le réseau Béthencourt.

Par ailleurs, sur le secteur de l'éco-quartier, il est à noter la présence d'un poste source du réseau RTE situé à l'intersection de la rue de Bourbaki et de la rue Madagascar. Ce poste fonctionne à l'heure actuelle en antenne. Les postes source de RTE (Réseau Transport Electricité) « LESSARD » (rue de Lessard) et « BOURBAKI » (rue de Bourbaki) sont actuellement alimentés en antennes par des lignes souterraines à 90 kV.

Selon la phase 3 « Finalisation PDAD » (15.02.2005) et les contacts avec le concessionnaire (Rendez-vous le 17/10/2012), ERDF confirme la disponibilité des puissances nécessaires pour assurer les besoins en énergie électrique liés aux programmes futurs. Aucun renforcement n'est donc à prévoir. Par ailleurs, il doit être prévu l'enfouissement des réseaux EDF aériens situés sur les voies à requalifier.

Enfin, pour ce qui concerne l'état du réseau d'alimentation :

- Le concessionnaire a indiqué l'absence de poste au Pyralène ;
- Les câbles sont des câbles en aluminium en bon état général.

Le réseau actuel de transport d'électricité ne nécessite pas d'intervention. Toutefois, dans le cadre du développement du réseau RTE sur l'agglomération rouennaise, l'éventualité d'une nouvelle liaison 90kV entre les postes LESSARD et BOURBAKI est en cours d'étude mais non décidé. Le tracé de cette éventuelle liaison impactera le foncier de l'éco-quartier.

Réseau de distribution de gaz

Le réseau gaz sur le secteur de l'éco-quartier est maillé sur les voies boulevard Béthencourt, avenue Rondeaux, rue Bourbaki et rue de la Motte.

Un poste de distribution gaz existant est localisé au droit du carrefour Rondeaux – Béthencourt. Ce poste, nommé « Béthencourt » a une puissance de 10 000 m^3/h et alimente le réseau local qui est composé :

- Du réseau de distribution dont la pression normale de service est comprise entre 4 et 20 bars, exceptionnellement 25 bars, dit réseau MPC ;
- Du réseau de distribution dont la pression normale de service est comprise entre 0,4 bar et 4 bars, dit réseau MPB.

Réseau de téléphonie

La téléphonie est actuellement distribuée par voie aérienne et souterraine, selon la localisation. Le réseau structurant de la rive gauche de Rouen est alimenté depuis les bâtiments France Telecom situés au Sud-Est de la rue de la Motte. Le réseau structurant difficilement modifiable de par son importance est composé de :

- Un réseau alimentant le pont Pinel et la fibre optique de la SUDIII (7Ø42/45 et chambre L4T) ;
- Un réseau principal sous le pont Pinel (4Ø42/45 + 6Ø56/60) pour une desserte en partie des emprises SNCF ;
- Un réseau principal vers le Boulevard de l'Europe (B15 + 5Ø42/45) ;
- Un réseau principal vers l'avenue Rondeaux Sud (3Ø75/80 + 5Ø42/45) avec un passage à plat au-dessus de la trémie du carrefour de l'Europe ;
- Un réseau sous buse vers l'avenue Rondeaux Nord puis le boulevard d'Orléans (16Ø100 + 70Ø75/80).

Au Nord de l'éco-quartier, un réseau positionné sous l'accotement Sud du boulevard Béthencourt se prolonge vers le quai de France (4Ø100). Des antennes alimentent la rue Malétra et les bâtiments en exploitation au Sud des faisceaux Clamagéran et du boulevard.

A l'Ouest dans la rue Bourbaki, un réseau (5Ø56/60) issu du quai de France dessert le Sud-Ouest de l'éco-quartier vers l'avenue de Stalingrad avec un croisement au niveau de la rue de Madagascar. Dans la rue de Madagascar, le réseau (6Ø56/60 + 4Ø42/45) assure une alimentation vers le giratoire du pont Flaubert puis le long de la voie de liaison entre le giratoire SUDIII et le giratoire Flaubert.

Enfin, une antenne télécom est positionnée le long de la voie privée à l'Ouest de la rue Malétra.

Réseau de fibre optique

Le réseau Fibre Optique de la Métropole distribue l'éco-quartier depuis le boulevard Béthencourt, l'avenue Rondeaux et la rue de la Motte.

Des chambres sont positionnées sous accotement à intervalle régulier.

Un réseau spécifique pour la SUDIII est alimenté par le génie civil France Telecom (cf. point précédent).

Réseau d'éclairage public

Le réseau d'éclairage public est constitué de câbles disposés en aériens ou enterrés, desservant des candélabres épars, sur des supports parfois communs avec EDF ou France Telecom.

Les réseaux existants sont :

- Boulevard Béthencourt : luminaire routier de grande hauteur double crosse positionnés sur ilot central ;
- Rue Malétra : crosse et luminaire routiers fixés unilatéralement sur mâts ERDF et Telecom
- Rue Bourbaki : aucun éclairage ;
- Voie de liaison giratoires SUDIII – Flaubert : luminaire routier de grande hauteur simple crosse positionnés bilatéralement ;
- Avenue Rondeau : luminaire routier de grande hauteur simple crosse positionnés bilatéralement ;
- Rue de la Motte: luminaire qualitatif de moyenne hauteur simple crosse positionnés unilatéralement.

Ces réseaux appartiennent en partie au Port de Rouen et aux villes de Rouen et Petit Quevilly.

6.2.7.5 Servitudes d'Utilité Publique

Les servitudes d'utilité publique sont des limites administratives du droit de propriété, mises en place dans un but d'utilité publique au bénéfice de personnes publiques, de concessionnaires de service publics et de personnes privées exerçant une activité d'intérêt général.

Les servitudes recensées intéressant le site d'étude sont les suivantes :

Servitude AC1 : Monuments historiques

Un périmètre de protection de 500 m (soumis à avis des Architectes des Bâtiments de France) est indiqué autour des bâtiments classés. Plusieurs périmètres impactent le secteur d'étude :

- Marégraphe Quai de Boisguilbert à Rouen ;
- Marégraphe Quai Ferdinand de Lesseps à Rouen ;
- 5 façades d'immeubles Quai du Havre.

Servitude EL3 : Halage et marche à pied

Cette servitude s'applique dans le périmètre d'étude tout le long de la Seine. Elle implique des prescriptions de distances de plantations d'arbres, de haies sur les bords du fleuve.

Servitude PT2 : Protection des transmissions radioélectriques contre les obstacles

Ces servitudes concernent les obstacles des centres d'émission et de réception exploités par l'Etat. Le site est concerné par plusieurs faisceaux :

- Faisceau de Rouen – Canteleu (de 150 à 30 m NGF) ;
- Faisceau de Rouen – Maromme (de 90 à 30 m NGF) ;
- Faisceau de Lillebonne – Mesnil-Esnard (185 m NGF).

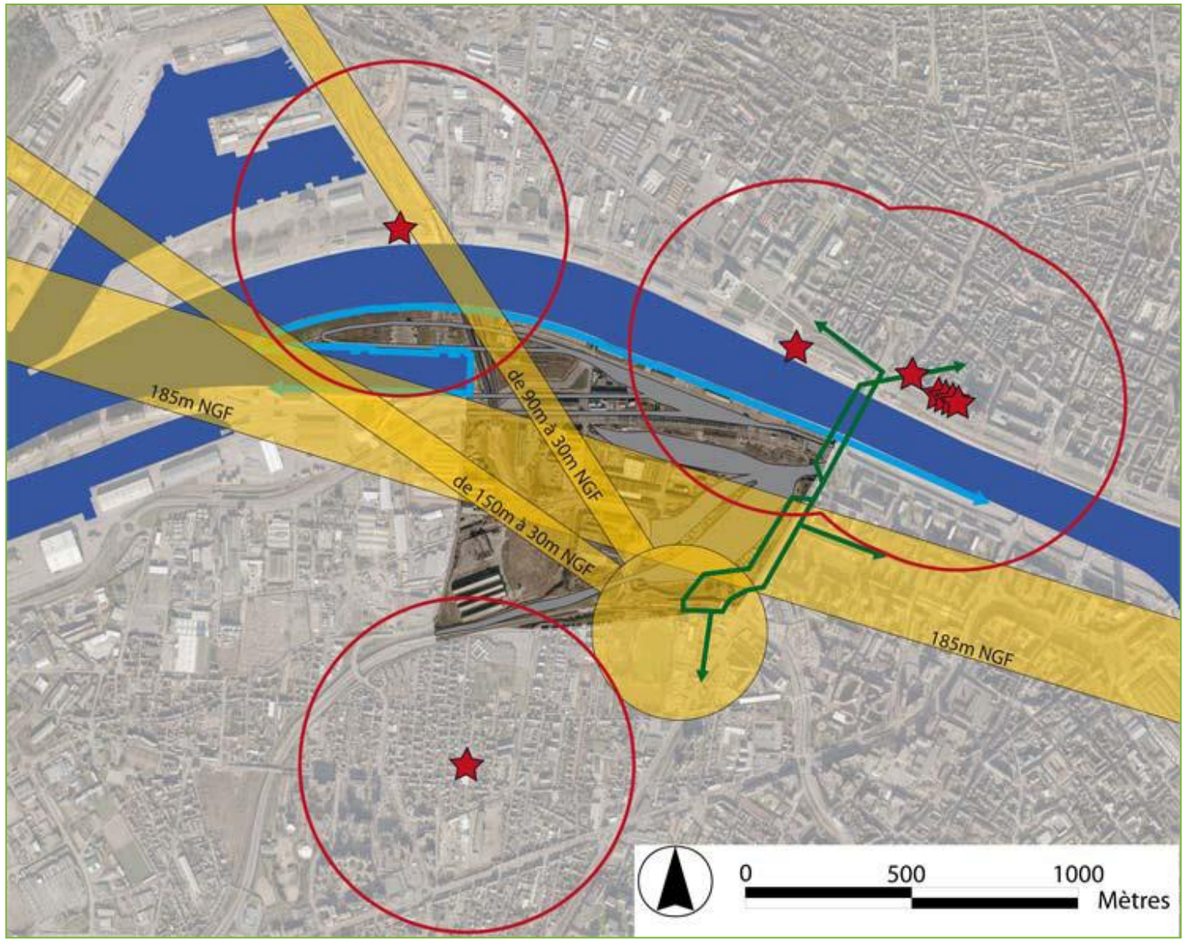
Servitude PT3-PT4 : Communications téléphoniques et télégraphiques

Ces servitudes concernent l'établissement et le fonctionnement des lignes et installations de télécommunications et servitudes d'élagage relatives aux lignes de télécommunication empruntant le domaine public. Le site est concernée sur sa partie est par cette servitude.

Servitude T1 : Voies ferrées

Elle conduit à l'interdiction pour les riverains des voies ferrées de procéder à l'édification de constructions autres qu'un mur de clôture, dans une distance de 2m du chemin de fer et de planter des arbres à moins de 6m, des haies vives à moins de 2m de la limite de la voie ferrée constatée par un arrêté d'alignement.

Schéma 105 : Servitudes d'Utilité Publique (ATTICA)



Servitudes d'utilité publique

- AC1 - Protection des monuments historiques
- EL3 - Halage et marche à pied
- PT2 - Protection des transmissions radioélé--ctriques contre les obstables
- PT3 - Communications téléphoniques et PT4 Télégraphiques
- T1 - Voies ferrées

Source : PLU des communes de ROUEN et PETIT QUEVILLY - SDAP 76

6.3 Incidences du projet en phase travaux et mesures

6.3.1 Incidences sur les eaux superficielles et mesures

6.3.1.1 Evaluation des incidences de la phase travaux sur les eaux de ruissellement

Dans le cadre de la réalisation des travaux d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert, les incidences potentielles sur les eaux superficielles peuvent être scindés en deux catégories :

- *Les incidences quantitatives :*
    - Sur le fonctionnement du réseau existant : Compte tenu de la création du futur éco-quartier et des nécessaires transformations qu'il va induire en terme d'occupation du sol, le schéma d'assainissement actuel et le principe de circulation des eaux pluviales à l'échelle du site vont être profondément modifiés. La réalisation des travaux peut donc avoir une incidence sur le bon fonctionnement des ouvrages existants.
    - Sur les conditions d'écoulements superficiels : Durant les travaux, l'impact hydraulique potentiel est lié au risque de perturbation des conditions d'écoulement des eaux précipitées. Ce risque serait notamment sensible dans le cas d'un événement ruisselant de première importance. Les perturbations d'écoulements peuvent être liées à la constitution de nouveaux obstacles représentés par des stockages ou à la constitution de zones décaissées susceptibles de constituer des zones de stagnation des eaux pluviales.
- *Les incidences qualitatives :*
    - Les risques de pollutions chroniques :
        - Les sols décapés lors des terrassements sont très sensibles à l'érosion. Les eaux de pluie peuvent entraîner de grandes quantités de MES dans les eaux souterraines et superficielles ;
        - Les engins de chantier peuvent être à l'origine de rejets d'huile de vidange et d'hydrocarbures ;
        - La mobilisation des terres impactées par le biais des travaux de terrassement et de dépollution peut entrainer des relargages de polluants vers les eaux précipités ;
        - La dissémination de déchets dangereux dans l'environnement.
    - Les risques de pollutions accidentelles : Ils sont liés au déversement accidentel de substances polluantes sur les sols qui peuvent être entrainées par les eaux précipitées.

6.3.1.2 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences de la phase travaux sur les eaux de ruissellement

En reprenant le même fractionnement que celui qui a été utilisé pour lister les incidences potentielles de la phase travaux sur les eaux superficielles, on indiquera que les mesures envisagées par la SPL dans le cadre de la phase travaux visent à :

- *Eviter les incidences quantitatives*
    - Sur le fonctionnement du réseau existant : Lors de la réalisation des travaux, toutes les précautions nécessaires à la pérennisation du réseau de collecte situé à proximité du projet, et notamment les ouvrages qui doivent être maintenus en service, seront mises en œuvre. De la même manière, le plus grand soin sera porté à la suppression des éventuelles sections devant être déposées afin d'éviter les dysfonctionnements à l'amont ou à l'aval de celle-ci et également pour limiter les risques de pollution.
    - Sur les conditions d'écoulements superficiels :

      Afin d'éviter toute problématique quantitative ou fonctionnelle liée à la gestion des eaux pluviales, les travaux d'assainissement définitifs ou provisoires seront réalisés en priorité. Ce mode opératoire permettra d'éviter les effets potentiels du chantier sur les activités environnantes sous l'effet de conditions météorologiques défavorables et notamment les phénomènes de ruissellements non canalisés, coulées de boue, etc. Ainsi, l'ensemble des aménagements nécessaires à la réalisation des travaux (plateforme de chantier, base vie, zone de stockage de matériaux, pistes de circulation, …) sera associé à la mise en œuvre d'un dispositif (provisoire ou définitif) de collecte, de tamponnement et de traitement des eaux pluviales afin de limiter l'apparition de dysfonctionnement hydraulique à l'amont ou à l'aval du projet.
- *Eviter les incidences qualitatives*

  Dans l'ensemble, les ouvrages d'assainissement seront réalisés en priorité lorsque cela est techniquement possible. Dans le cas contraire, des ouvrages provisoires seront mis en œuvre afin de garantir une gestion qualitative et quantitative conforme aux prescriptions réglementaires applicables.

  Aussi, comme nous l'avons précisé ci-avant, les eaux ruisselant au niveau des emprises du chantier seront systématiquement collectées, tamponnées et traitées par le biais d'ouvrages existants ou créés à cet effet qu'ils soient définitifs ou provisoires.

  Les mesures retenues pour limiter les effets potentiels du chantier sur la qualité des eaux de ruissellement relèvent principalement de l'organisation des travaux et du respect de règles de bonnes pratiques qui seront intégrées à la charte « Chantier Vert » encadrant les principes de management environnemental du chantier :
    - Mettre en place des systèmes de rétention au niveau des zones de stockage des produits potentiellement dangereux pour l'environnement, y compris des terres impactées qui seraient stockées sur le site ;
    - Assurer la collecte et le traitement des eaux pluviales ou usées potentiellement polluées par le biais d'ouvrages existants ou créés à cet effet qu'ils soient définitifs ou provisoires ;
    - Prévoir du matériel d'intervention rapide en cas de pollution accidentelle (kit antipollution, absorbants,…) ;
    - Assurer la collecte et le traitement des déchets dans les règles de l'art ;
    - Interdire les rejets directs dans les eaux souterraines et superficielles sans autorisation préalable.

Compte tenu des mesures envisagées par la SPL pour réduire voire éviter les incidences quantitatives et qualitatives liées à la gestion des eaux de ruissellement, les effets résiduels associés à la réalisation des travaux seront faibles.

La mise en œuvre de ces mesures s'appuiera sur :

- La Charte Chantier Vert, qui détaillera l'ensemble des prescriptions pour la mise en œuvre d'un chantier respectueux de l'environnement et qui comprendra, notamment, les prérogatives techniques et organisationnelles permettant d'assurer la gestion qualitative et quantitative des eaux pluviales ;
- La mise en place d'un schéma d'assainissement pluvial pour les installations de chantier (à la charge des entreprises retenues).

Par ailleurs, les modalités de suivi des mesures retenues par la SPL Rouen Normandie Aménagement dans le cadre des travaux feront l'objet d'une mission d'assistance environnementale spécifique.

Enfin, en complément des mesures correctives présentées ci-dessus, on pourra également se référer au chapitre 7.1 qui présente les principales mesures de précautions qui devront être développées durant toutes les phases de travaux.

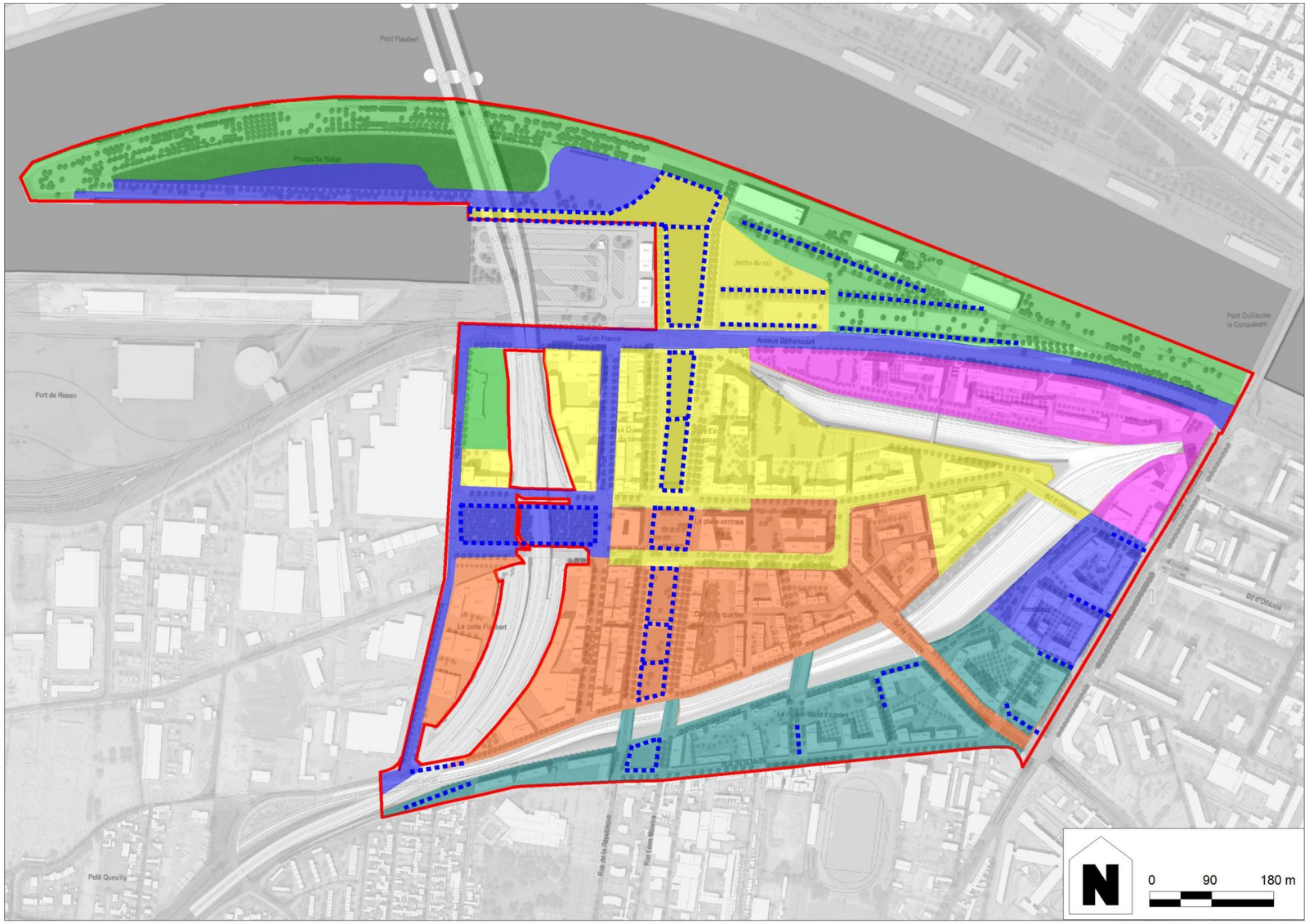
Comme cela a été précisé page précédente, les ouvrages de gestion des eaux pluviales doivent être réalisés dès le début de chaque séquence d'aménagement pour assurer une bonne gestion des ruissellements pendant toute la durée des travaux.

Ainsi, dans le cadre de la réflexion portée sur la conception du projet, il a entre autre été décidé de mettre en place un système d'assainissement pluvial capable de se développer au fur et à mesure de l'avancement du projet d'éco-quartier tout en assurant à chaque fois, une gestion totale des eaux pluviales ruisselées sur les nouveaux secteurs aménagés.

On notera par ailleurs qu'en matière de mesure corrective, pour les ouvrages de rétention du canal bleu et vert, le maître d'ouvrage prévoit la mise en place de régulateurs de débit à ouverture variable permettant de répondre au phasage de l'aménagement. La régulation de ce débit « provisoire » sera décidée en concertation avec le service Assainissement de la Métropole.

Le schéma ci-dessous met en avant le séquençage associé à l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert ainsi que les ouvrages devant être réalisés au démarrage de chaque phase de travaux.

Schéma 106 : Séquençage de l'opération d'aménagement et localisation des ouvrages de rétention



Séquences	Ouvrages de rétention publics créés
Temps 0	*Noues du parking de la SMAC*
Temps 1	*Boisement humide de la Peupleraie* *+ Tubosider T1* *+ Ouvrages enterrés OE1-OE2*
Temps 2 et 3	*Canal Bleu (Bassins F-G-H-I)* *+ Prolongement des noues du parking de la SMAC*
Temps 4	*Canal Vert (Bassins B-C-D-E)* *+ Tubosider T5*
Temps 5	*Bassin A* *+ Tubosider T2-T3-T4* *+ Ouvrages enterrés OE3-OE4* *+ Noues de rétention N1-N2-N3*
Temps 6	

Ouvrages de rétention publics du projet

6.3.1.3 Evaluation des incidences de la phase travaux sur le cours d'eau de la Seine

Les incidences potentielles du chantier d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert sur le réseau hydrographique local concernent la Seine.

Elles peuvent être scindées en deux catégories :

- *Les incidences quantitatives ou fonctionnelles*

  Les incidences quantitatives ou fonctionnelles potentielles de la phase travaux sur la Seine concernent principalement des modifications temporaires du régime d'écoulement du fleuve sous l'effet :

  - Des phénomènes de soutien de la nappe alluviale par le fleuve lors des pompages éventuellement nécessaires à la réalisation des bassins de l'axe vert et bleu qui sont localisés au plus près de la Seine et d'éventuelles superstructures enterrées de type parking souterrain.

    A ce stade du dossier Loi sur l'Eau, si la mise en place de pompages des eaux souterraines est nécessaire pour la réalisation de travaux à sec et peut entrainer localement et temporairement la création de cône de rabattement au niveau de la nappe alluviale, on peut estimer que les effets potentiels indirect sur la Seine, du fait de son soutien vis-à-vis de la nappe d'accompagnement, devraient être relativement faibles au regard de la taille de l'aquifère et du régime d'écoulement général du fleuve.

  - Des rejets autorisés dans la Seine durant la réalisation des travaux qui concerneront :

    - Les rejets d'eau de ruissellement après traitement à un débit régulé à 225 L/s dans le bassin aux Bois (< 10 L/s/ha), conformément aux conclusions des échanges avec les services exploitants de la Métropole et les services instructeurs de la DDTM ;
    - Si des pompages sont nécessaires pour la réalisation de travaux à sec, les rejets des eaux souterraines après analyse de leur qualité et traitement préalable si nécessaire.

      L'étude hydrogéologique d'ABROTEC qui est fournie en annexe 4 du présent dossier Loi sur l'Eau, précise que le débit d'exhaure maximal calculé pour la mise à sec globale du bassin I (ouvrage le plus proche du cours d'eau), est estimé à environ 91 m^3/h, soit globalement 25 L/s. Ce débit reste donc relativement négligeable comparativement au débit moyen de la Seine (574 m^3/s).

- *Les incidences qualitatives*

  D'un point de vue qualitatif, les opérations susceptibles d'entrainer des dégradations de la qualité de la Seine concernent :

  - Les travaux réalisés au niveau du bassin aux Bois dans le cadre du réaménagement des berges (finalisation de la presqu'île Rollet) mais également dans le cadre de la réalisation du bras de décharge (bassin I) : ces travaux peuvent être à l'origine d'une dégradation temporaire de la qualité des eaux sous l'effet de la mobilisation des sédiments ou d'une pollution accidentelle ;
  - Les travaux d'aménagement de l'ensemble du secteur qui peuvent engendrer :
    - Des rejets d'eaux contaminées, qu'ils soient canalisées ou non ;
    - Une dissémination de déchets dangereux dans l'environnement ;
    - Une pollution accidentelle.

6.3.1.4 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences de la phase travaux sur le cours d'eau de la Seine

Tout d'abord, il faut préciser que la Seine étant l'un des atouts sur lequel repose le projet, sa protection durant la phase de réalisation des travaux constitue un enjeu important pour le maître d'ouvrage.

Aussi, afin de prendre en compte les incidences potentiellement engendrées dans le cadre de la réalisation des travaux, il est prévu de mettre en place deux types de mesures :

- *Mesures visant à éviter, limiter ou compenser les effets de la phase chantier sur le fonctionnement de la Seine*

  Comme cela a été évoqué précédemment, si l'on compare le débit de la Seine au droit du projet aux débits rejetés durant la phase travaux dans le cadre du rabattement de nappe, on constate que les incidences seront finalement négligeables.

  Le débit d'exhaure qui a été calculé dans le cas le plus défavorable s'élève en effet à hauteur de 91 m^3/h pour la mise à sec du bassin I (bras de décharge), ce qui représente environ 0,004 % du débit moyen de la Seine.

- *Mesures visant à éviter les effets qualitatifs de la phase chantier sur la Seine*

  Du point de vue qualitatif, un certain nombre de mesures est déjà envisagé par la SPL Rouen Normandie Aménagement afin d'éviter toute dégradation du cours d'eau :

  - Pour les travaux d'aménagement du projet :
    - Respecter les mesures de protection des sols et de gestion des eaux (cf. partie 6.3.1.2) ;
    - Prévoir du matériel d'intervention rapide en cas de pollution accidentelle (kit antipollution, absorbants, …) ;
    - Interdire les rejets directs dans les eaux souterraines et superficielles, y compris la Seine, sans autorisation préalable.
  - Pour les travaux réalisés à proximité de la Seine, aux règles précédentes, viendront s'ajouter les deux prescriptions suivantes :
    - Limiter les travaux au sein du bassin aux Bois aux strictes opérations nécessaires à l'aménagement des berges du bassin aux Bois et à la réalisation du bras de décharge de l'axe vert et bleu réalisé pour les besoins en termes de gestion des eaux pluviales au sein du futur éco-quartier.
    - Interdire le stockage de matières dangereuses dans le secteur des bords de Seine.
    - Si des opérations de constructions devaient nécessiter une intervention depuis le bassin, les procédés mis en œuvre seront déterminés de manière à limiter la mobilisation des sédiments et à éviter toute pollution (utilisation d'engins appropriés).

Les modalités de mise en œuvre des dispositions visant à limiter les incidences du chantier sur le fonctionnement et la qualité de la Seine sont assurées par le biais :

- Des principes de conceptions qui seront établis par l'équipe de maîtrise d'œuvre urbaine et qui seront intégrés au dossier de consultation des entreprises de travaux. Ces principes reprendront notamment les prescriptions de réalisation des travaux nécessitant des pompages et des travaux localisés à proximité de la Seine.
- Des engagements établis par la SPL en termes de chantier respectueux de l'environnement qui se traduiront par la mise en œuvre d'une Charte Chantier Vert reprenant notamment les différents aspects visant à limiter les incidences qualitatives du chantier sur la Seine.

Durant la phase de réalisation des travaux, le suivi de la mise en œuvre des mesures visant à limiter les incidences du chantier sur la Seine sera assuré via des missions spécifiques de suivi des travaux par le maître d'œuvre et d'assistance environnementale.

6.3.2 Incidences sur l'aléa inondation et mesures

6.3.2.1 Evaluation des incidences de la phase travaux sur l'aléa inondation

Les principaux effets qui pourraient être engendrés par la réalisation des travaux au regard de la sensibilité locale vis-à-vis des risques d'inondation par remontée de nappe ou par débordement de la Seine concernent :

- Une augmentation de la sensibilité aux inondations du site ou des secteurs localisés à l'amont ou à l'aval. Ce phénomène pourrait être engendré par :
  - Une consommation des zones d'expansion de crue, qu'elles soient située au niveau du terrain naturel (cas du risque par débordement de la Seine) ou dans le sous-sol, où elle correspond à la zone non saturée (cas du risque par remontée de nappe) ;
  - Une modification des conditions d'écoulements superficielles ou souterraines des eaux.

  A titre d'exemples, les causes d'une modification de l'aléa inondation peuvent être :
  - La mise en œuvre de remblais définitifs en zone inondable sans compensation (consommation d'une zone d'expansion de crue dédiée à réguler les inondations par débordement de la Seine) ;
  - La réalisation d'une superstructure enterrée du type parking souterrain insubmersible (consommation d'une zone d'expansion de crue dédiée à réguler les inondations par remontée de nappe : diminution du volume de la ZNS) ;
  - La mise en œuvre de remblais provisoires ou d'installations de chantier ne présentant pas de transparence hydraulique en zone inondable sans compensation ou de remblais entravant les écoulements naturels des eaux superficielles (modification des conditions d'écoulements superficielles) ;
  - La réalisation de pompages de la nappe pour effectuer des travaux à sec (modification des conditions d'écoulements souterrains).
- L'influence des phénomènes d'inondation sur la pérennité des constructions ;
- Un risque de pollution des milieux du fait, par exemple de la submersion d'un stock de terres impactées ou d'un dépôt de matériaux présentant des dangers pour l'environnement.

6.3.2.2 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences de la phase travaux sur l'aléa inondation

Dans le cadre de la phase travaux, le maître d'ouvrage prévoit de mettre en place les mesures correctives suivantes dans le but d'éviter, réduire ou de compenser les incidences sur l'aléa inondation :

- *Mesures visant à éviter, réduire ou compenser les incidences des travaux sur l'aléa inondation par remontée de nappe :*

  On indiquera en premier lieu que l'influence des travaux sur le risque d'inondation par remontée de nappe va principalement dépendre des modalités de réalisation des travaux (modes opératoires retenus) et des prescriptions constructives qui seront retenues en fonction de la localisation des constructions vis-à-vis du contexte géologique et hydrogéologique local.

  De ce fait et compte tenu du stade d'avancement du projet, les effets de la phase chantier sur le phénomène de remontée de nappe seront précisément définis par le biais d'une étude spécifique sur la base d'un plan d'aménagement détaillé. Les résultats qui en découleront et les éventuelles mesures correctives à envisager seront mises en œuvre dans les phases ultérieures de conception du projet.

  Au stade du présent dossier Loi sur l'Eau, on peut toutefois estimer que les effets temporaires potentiels devraient être relativement faibles au regard de la taille de la nappe d'accompagnement de la Seine et de son fonctionnement général en lien avec le fleuve.

- *Dispositions visant à éviter les incidences des travaux sur l'aléa inondation par débordement de la Seine :*

  Durant la réalisation du chantier, les modifications de la sensibilité locale vis-à-vis du risque d'inondation seront évitées en interdisant la création d'obstacles à l'écoulement des eaux superficielles, dans les secteurs concernés par le risque d'inondation tels qu'ils ont été identifiés à l'aide de l'analyse topographique. Ainsi, les stockages de matériaux (notamment les matériaux polluants) et les plateformes chantiers seront interdits sur les zones reportées en bleu sur le schéma en page suivante à moins qu'elles n'aient été remblayées et mises hors d'eau (en ayant été compensées au préalable).

  Par ailleurs, afin de ne pas entrainer une augmentation de la sensibilité du secteur et des biens environnants vis-à-vis du risque d'inondation, il conviendra également qu'à tout moment des travaux que le bilan des volumes d'expansion de crue soit positif. C'est-à-dire que les remblais qui seront effectués à titre provisoire ou définitif devront obligatoirement être accompagnés de déblais compensatoires pour un volume équivalent en termes de capacité d'expansion de crue. A défaut, les remblais devront être stockés de manière provisoire dans une zone non inondable.

- *Dispositions visant à éviter les incidences des aléas inondation sur la pérennité des constructions :*

  Compte tenu de la sensibilité locale en terme, notamment, d'inondation par remontée de nappe, certaines précautions constructives devront probablement être envisagées pour assurer la pérennité des constructions envisagées dans les secteurs du projet les plus impactés. A titre d'exemple, on peut citer : le lestage des cuves enterrées, le cuvelage de certains parkings souterrains si cette disposition d'aménagement du stationnement est retenue, l'adaptation de certaines fondations, …

- *Dispositions visant à éviter les risques de pollution des milieux :*

  Le stockage de matière dangereuses pour l'environnement ou de terres contaminées sera interdit au niveau des zones inondables repérées en bleu sur le schéma page suivante à moins qu'elles n'aient été remblayées et mises hors d'eau (en ayant été compensées au préalable).

Compte tenu des mesures envisagées par la SPL Rouen Normandie Aménagement, qui seront complétées au regard des études géotechniques ultérieures, les effets résiduels de la phase travaux devraient être faibles.

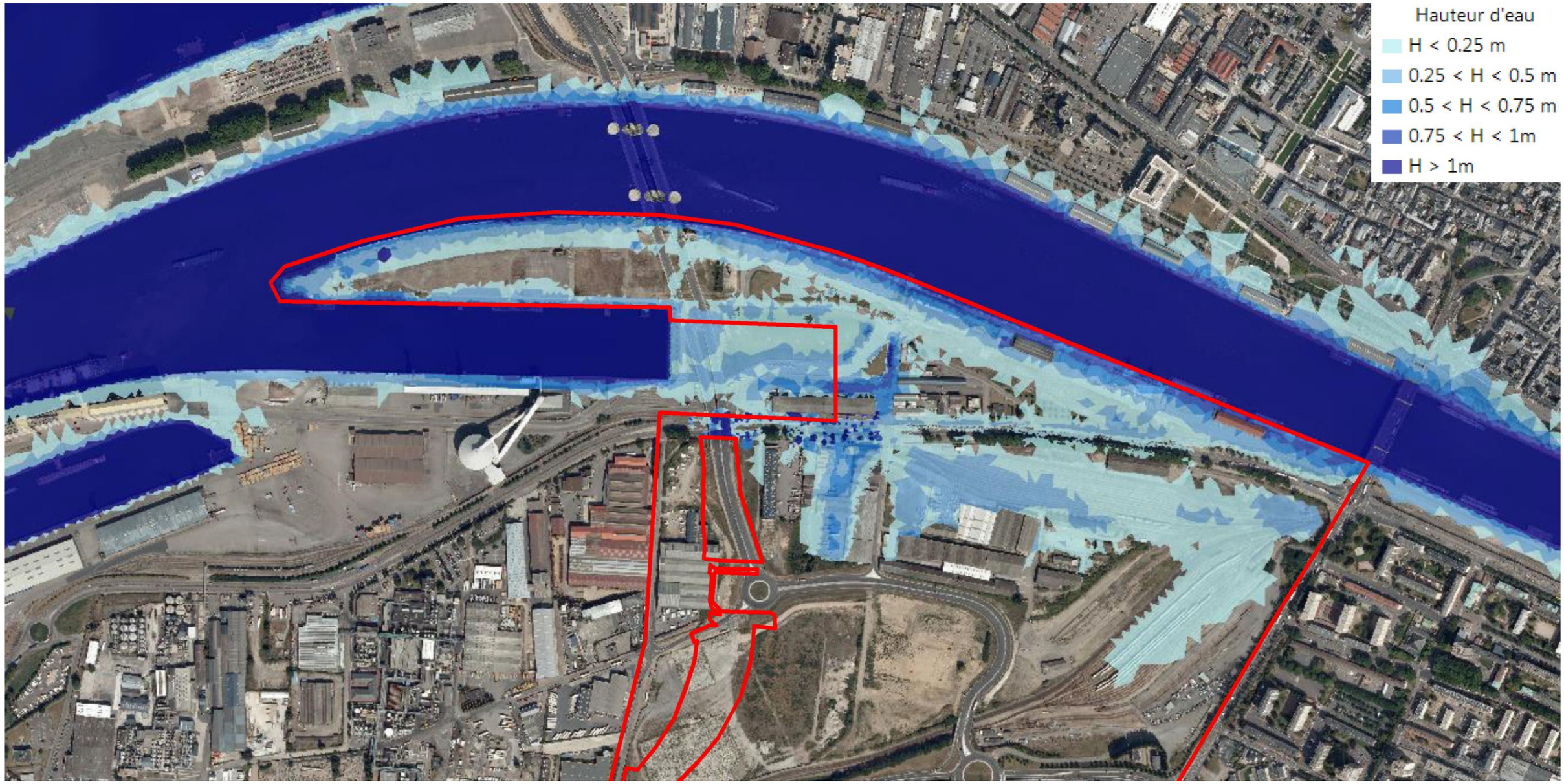
La mise en œuvre des mesures retenues s'appuiera sur :

- La Charte Chantier Vert, qui détaillera l'ensemble des prescriptions pour la mise en œuvre d'un chantier respectueux de l'environnement et qui comprendra, notamment, les prérogatives techniques et organisationnelles permettant d'éviter les incidences potentielles sur les aléas d'inondation identifiés dans le secteur d'étude : interdiction de stocker des substances dangereuses pour l'environnement dans les secteurs sensibles, prise en compte des axes d'écoulement des eaux superficielles, … ;
- Inscription des prescriptions géotechniques dans l'ensemble des cahiers des charges relatifs aux travaux de terrassement, d'infrastructures et de bâtiments.

Par ailleurs, durant la réalisation du chantier, le suivi de la mise en œuvre des mesures retenues par la SPL sera assuré par le biais :

- D'une mission spécifique de maîtrise d'œuvre en suivi de l'exécution des travaux ;
- D'une mission d'assistance environnementale spécifique.

Schéma 107 : Résultats de la simulation en état de référence intégrant l'ouvrage du pont Flaubert et l'ensemble des aménagements des Bords de Seine et de la Presqu'île Rollet exprimés en hauteur d'eau (DHI)



6.3.3 Incidences sur les eaux souterraines et mesures

6.3.3.1 Evaluation des incidences quantitatives de la phase travaux sur les eaux souterraines

Comme cela a été décrit précédemment, le bureau d'études ABROTEC a été missionné par la SPL afin de définir les procédés qui seront mis en œuvre en phase travaux pour réaliser les 4 compartiments hydrauliques qui forment le canal bleu. Le rapport relatif à cette étude est fourni en annexe 4 du présent dossier Loi sur l'Eau.

Annexe 5 : Etude géotechnique de type G2 PRO (ABROTEC – Décembre 2014)

D'après les suivis piézométriques réalisés depuis 2013, les niveaux de la nappe au droit du projet varie de l'ordre de 0,2 à 4,0 m NGF avec des variations quotidiennes relativement importantes et rapides du fait de la proximité avec la Seine. Les dimensionnements réalisés par ABROTEC dans le cadre de sa mission, ont donc été réalisés pour le niveau de nappe maximal enregistré qui correspond à la crue de la Seine de février 2013, soit 4,0 m NGF. Pour rappel, deux scénarios d'abattement de nappe ont été étudiés :

- Scénario 1 : Pointes filtrantes qui permettent d'intervenir par tronçon de bassin (30 à 50 ml) ;
- Scénario 2 : Puisards de drainage qui permettent d'intervenir sur l'ensemble de la surface d'un bassin.

Si au stade de la rédaction du dossier Loi sur l'Eau, on ne peut préciser quel sera le scénario retenu dans le cadre des phases de conception ultérieures, on peut néanmoins apporter des précisions au sujet des incidences potentiellement engendrées par ce rabattement de nappe. Au-delà des débits prélevés, quel que soit le scénario retenu les incidences du pompage sur la nappe alluviale de la Seine resteront en effet globalement de même nature et du même ordre de grandeur.

Ainsi, d'après l'étude hydrogéologique d'ABROTEC et compte tenu du contexte lithologique local (matériaux très fins), la réalisation d'un pompage prolongé en phase travaux risque de créer des départs de fines importantes autour des ouvrages de rabattement et peut donc provoquer la formation de cavités localisées autour de ces ouvrages.

6.3.3.2 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences quantitatives de la phase travaux sur les eaux souterraines

Comme cela a été évoqué précédemment, la création des bassins du canal bleu (bassins F, G, H, I) intègre des contraintes hydrogéologiques importantes qui peuvent avoir un impact quantitatif sur les eaux souterraines durant la phase travaux. L'assèchement de ces 4 bassins autant pour la réalisation des murs que pour la pose de l'étanchéité nécessite en effet la mise en place de puits de rabattement de nappe à l'extérieur des fouilles pour une mise à sec en phase travaux.

Le rapport d'Abrotec que l'on retrouve en annexe 4, a donc dimensionné sur la base de l'AVP, les débits de pompage, le nombre de puits de rabattement et leur position. La modélisation montre que dans le cas le plus défavorable (scénario 2), à savoir la mise à sec de l'ensemble des bassins, la distance impactée est relativement localisée autour des ouvrages. On se référera aux schémas ci-contre, issus de la modélisation hydrogéologique d'Abrotec, qui permettent de suivre l'évolution de la charge hydraulique dans le temps et aux différents points d'observation.

Aussi, lorsque l'on superpose le plan du projet aux ouvrages de prélèvements existants, on constate que le rabattement de nappe ne remet pas en cause l'exploitation des forages aux alentours. Le plus proche est en effet situé à plus de 200 m du bassin F, et sera supprimé en situation future dans le cadre du projet des accès définitifs au pont Flaubert.

Le rapport précise par ailleurs que pour limiter la migration des particules fines derrière le mur, il est préconisé de mettre en place un géotextile empêchant ce phénomène. Ces éléments ont donc été intégrés au programme des travaux (AVP).

De plus, afin de réduire les incidences temporaires sur la nappe, le maître d'ouvrage prévoit de s'orienter vers le scénario 1 et donc de réduire les débits de pompage de rabattement de nappe en réalisant des tronçons de mur de longueur limitée (30 à 50 ml) à l'avancement plutôt que des grandes fouilles sur l'ensemble du bassin.

La phase de rabattement de nappe n'aura donc pas d'incidences quantitatives significatives sur les eaux souterraines.

Schéma 108 : Modélisation de la piézométrie en rabattement par puisards (Abrotec – RN12 0034-2)

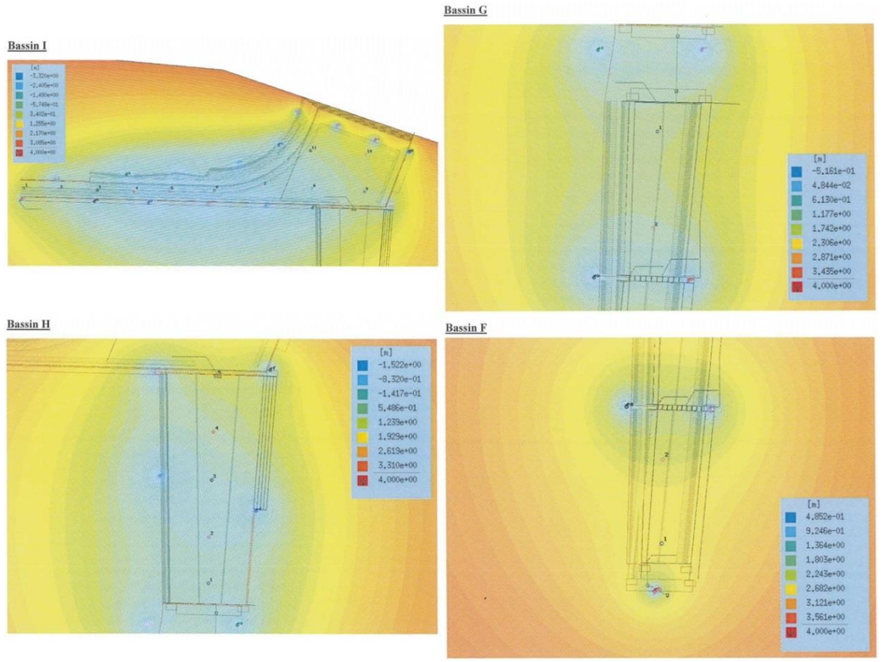
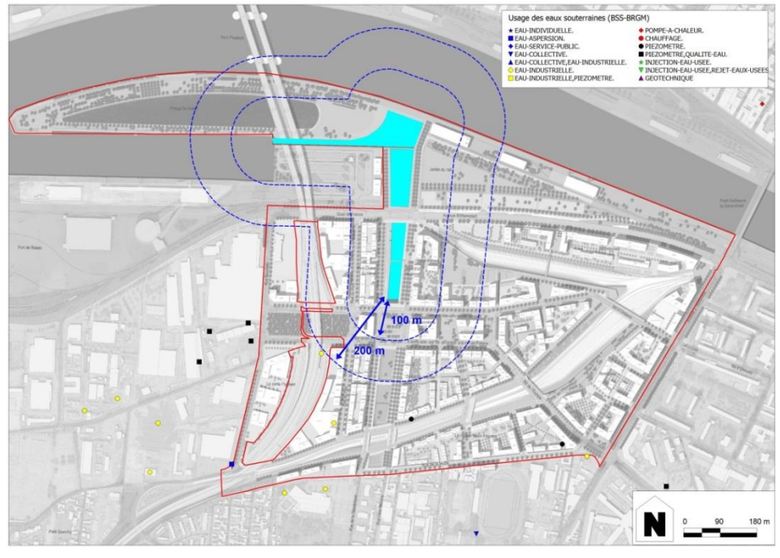


Schéma 109 : Localisation des ouvrages d'exploitation d'eau souterraine à proximité du projet



6.3.3.3 *Evaluation des incidences qualitatives de la phase travaux sur les eaux souterraines*

D'un point de vue qualitatif, deux types de pollution peuvent entrainer des effets sur les eaux souterraines au droit du site. Il s'agit :

- De pollutions chroniques :
  - Les engins de chantier peuvent être à l'origine de rejets d'huile de vidange et d'hydrocarbures qui après s'être épanchés sur les sols peuvent migrer vers la nappe alluviale. Ce risque est d'autant plus important que les terrains superficiels sont constitués de matériaux alluvionnaires particulièrement perméables ;
  - La mobilisation des terres impactées par le biais des travaux de terrassement et de dépollution peut entrainer des relargages de polluants vers la nappe alluviale ;
  - La dissémination de déchets dangereux dans l'environnement.
- De pollutions accidentelles : elles sont liées au déversement accidentel de substances polluantes sur les sols qui peuvent potentiellement atteindre directement ou indirectement la nappe alluviale en fonction de la nature des travaux réalisés.

6.3.3.4 *Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences qualitatives de la phase travaux sur les eaux souterraines*

Lors de la phase de travaux, les mesures envisagées pour éviter les risques de pollution des eaux souterraines consisteront à :

- Mettre en œuvre une plateforme spécifique pour le stationnement et la circulation des engins de chantier et d'interdire les opérations d'entretien telles que des vidanges sur l'emprise du projet et en dehors des aires définies à cet effet ;
- Mettre en place des systèmes de rétention au niveau des zones de stockage des produits potentiellement dangereux pour l'environnement ;
- Assurer la collecte et le traitement des eaux pluviales ou usées potentiellement polluées : eaux pluviales ruisselant sur les aires de maintenance, eaux usées de la base vie, … ;
- Prévoir du matériel d'intervention rapide en cas de pollution accidentelle (kit antipollution, absorbants, …) ;
- Assurer la collecte et le traitement des déchets dans les règles de l'art.
- Interdire les rejets directs dans les eaux souterraines et superficielles sans autorisation préalable ;
- Interdire la réalisation des opérations présentant des risques de pollution durant les éventuelles phases de pompage de la nappe.

Concernant la prise en compte de la qualité de la nappe alluviale au droit du périmètre étudié (synthèse de l'état des milieux réalisée par BURGEAP), qui a été complétée dans le cadre de l'étude géotechnique préalable réalisée par ABROTEC, des analyses complémentaires seront effectuées au niveau des secteurs présentant une pollution avérée (notamment zone avec acidité importante) de manière à définir précisément les contraintes en fonction de la nature exacte des travaux d'aménagement ou les méthodes de dépollution.

Cette expertise complémentaire permettra d'assurer la pérennité des ouvrages projetés au niveau de ce secteur et d'éviter tout risque pour les usagers et les biens qui y seront implantés. Par ailleurs, elle permettra de définir les modes opératoires spécifiques à retenir pour les travaux qui nécessite un contact avec les eaux souterraines (travaux de dépollution, réalisation de superstructures ou de fondations, …) et visant à limiter les risques de contamination de la nappe alluviale et à assurer la protection des ouvriers.

Par ailleurs, il conviendra également de prendre en compte les caractéristiques qualitatives de la nappe. En effet, dans une certaine mesure, la qualité médiocre de cette ressource peut entrainer des contraintes en termes d'aménagement et des risques d'exposition des travailleurs.

A ce titre, l'étude géotechnique préalable réalisée par ABROTEC montre que la nappe présente des taux d'agressivité variables suivant les profondeurs et les secteurs. Au regard des recommandations d'ABROTEC au sujet de l'agressivité de la nappe vis-à-vis des bétons, ce sera à minima la classe d'agressivité XA2 qui sera retenue dans la formulation des bétons qui constitueront l'ensemble des ouvrages génie-civil.

Compte tenu des mesures envisagées par la SPL pour éviter les risques de contamination des sols et des eaux souterraines en phase travaux et dans la mesure où le projet s'accompagne d'un plan de gestion des terres impactées comprenant également des dispositions afin de prendre en considération les contraintes ponctuelles associées à la qualité de la nappe alluviale, la réalisation des travaux aura un effet bénéfique sur la qualité des eaux souterraines permettant de protéger les enjeux environnementaux et sanitaires du site.

La mise en œuvre des mesures retenues s'appuiera sur :

- La Charte Chantier Vert, qui détaillera l'ensemble des prescriptions pour la mise en œuvre d'un chantier respectueux de l'environnement et qui comprendra, notamment, les prérogatives techniques et organisationnelles permettant d'éviter une contamination des sols ;
- Le plan de gestion des terres impactées qui intègrera des dispositions spécifiques relatives à la prise en compte des contraintes ponctuelles associées à la qualité de la nappe alluviale.

Par ailleurs, les modalités de suivi des mesures retenues par la SPL dans le cadre des travaux de gestion des terres contaminées feront l'objet d'une mission d'assistance environnementale spécifique comprenant notamment :

- La protection des terres impactées excavées pour éviter tout transfert de pollution vers les milieux environnants : terrains sous-jacents, eaux souterraines et superficielles ;
- Le suivi scrupuleux des travaux de dépollution qui seront potentiellement réalisés sur site ou in situ de manière à éviter tout transfert de pollution vers les milieux environnants et à vérifier que les objectifs de dépollution fixés de manière à garantir une protection de l'environnement et des futurs usagers sont atteints ;
- Le suivi de la qualité des eaux souterraines qui sera réalisé préalablement à la création des ouvrages hydrauliques du canal bleu pour évaluer la qualité des eaux rejetées dans la Seine en phase travaux. Ces éléments seront à fournir au service de la Police de l'Eau pour ainsi déterminer le seuil déclenché au titre de la rubrique 2.2.3.0.

Enfin, l'un des principes retenus pour la gestion des terres impactées repose sur la réutilisation des déblais issus de l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert pour la constitution d'une butte paysagère sur la Presqu'île Rollet.

Le plan de gestion relatif à cet aménagement de la seconde phase du projet des Bords de Seine sera établi dans le cadre de la tranche 2 conformément à la méthodologie employée pour la tranche 1.

A ce titre, le suivi de la qualité des eaux souterraines mis en œuvre afin de contrôler l'absence d'impact sur les eaux souterraines sera prolongé sur l'ensemble de la durée des travaux.

6.4 Incidences du projet en phase aménagée et mesures

6.4.1 Incidences sur la climatologie et mesures

Les principales incidences sur l'eau et les milieux aquatiques pour ce qui concerne la climatologie, sont liées aux précipitations et elles sont étudiées dans la partie relative aux incidences sur les eaux superficielles. Même si l'aménagement de plusieurs zones en eau sous la forme de noues ou bassins de rétention (canal vert et bleu, Peupleraie) au sein de l'éco-quartier Flaubert, pourrait potentiellement être de nature à créer de faibles bancs de brouillards (appelés brouillards d'évaporation), le risque de propagation de ces nappes, si elles existent, reste toutefois relativement faible, voire quasiment nul.

Dans ce contexte, les incidences du projet sur la climatologie locale peuvent être considérées comme peu significatives.

6.4.2 Incidences sur les sols et mesures

La réalisation du présent projet d'aménagement urbain va obligatoirement avoir un impact sur les sols actuellement en place. Cet impact peut potentiellement être lié à des modifications ponctuelles de la topographie du site, aux mouvements de terres (déblais/remblais), ou encore à la pollution des sols.

Indirectement, ces impacts potentiels sont donc susceptibles d'avoir des incidences sur l'écoulement superficiel des eaux pluviales au droit du site aménagé, sur l'infiltration dans le sous-sol, mais aussi sur la qualité des eaux souterraines et superficielles.

Il convient donc d'évaluer dans un premier temps les incidences du projet sur les sols pour ensuite comprendre et analyser leurs répercussions sur l'eau et les milieux aquatiques. Les paragraphes qui suivent sont donc indirectement à associés aux sous-parties 6.4.3 et 6.4.4 qui concernent respectivement sur les incidences sur les eaux superficielles et souterraines.

6.4.2.1 Evaluation des incidences du projet sur la topographie

A l'horizon de la réalisation du futur éco-quartier Flaubert, la topographie actuelle du site aura été totalement modifiée.

Même si cette modification s'effectuera dans des proportions non perceptibles à l'échelle de la topographie générale du territoire, certaines modifications à l'échelle de certains macro-lots vont toutefois venir impacter localement le fonctionnement hydraulique de manière plus significative et donc indirectement modifier le découpage des bassins versants hydrauliques de l'éco-quartier.

Si l'on se réfère à l'état initial qui décrit le fonctionnement hydraulique actuel du site, on constate globalement que les eaux pluviales ont soit tendance à s'infiltrer à même le sol, soit à ruisseler vers les réseaux d'eau pluviale actuellement en place au niveau des principaux axes de circulation qui encadrent le site :

- Rue Bourbaki à l'Ouest ;
- Boulevard Jean de Béthencourt au Nord ;
- Avenue Jean Rondeaux.

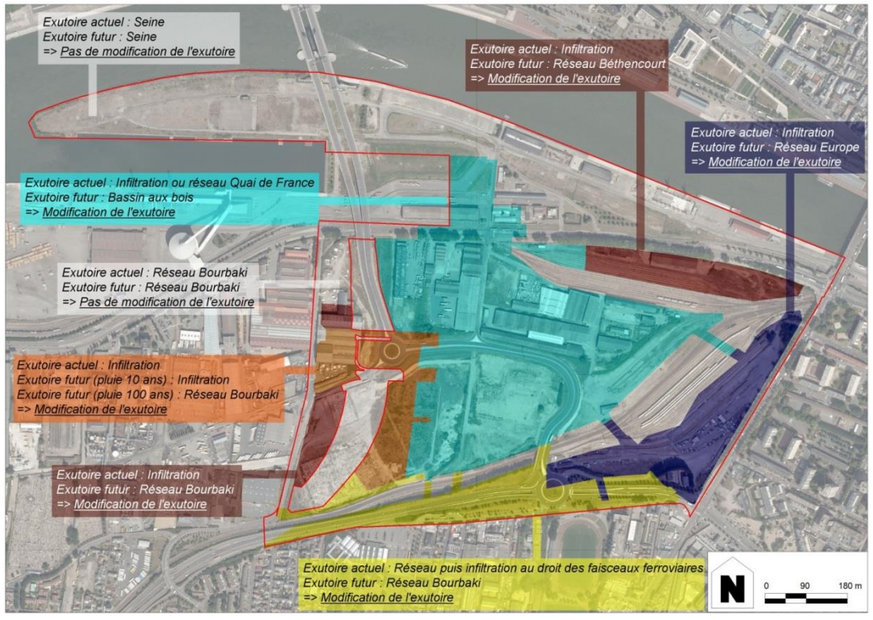
On rappellera à ce sujet que les canalisations situées à l'intérieur du site seront entièrement déposés pour laisser place à un nouveau système de collecte composé de noues et de canalisations sous voirie.

En situation future, le bassin versant hydraulique des Bords de Seine (secteur localisé au Nord du boulevard Jean de Béthencourt) ne subira pas de modification topographique significative. Globalement les ruissellements rejoindront toujours la Seine soit directement de manière diffuse en surface soit indirectement via les réseaux en place sur ce secteur.

De la même manière, la requalification des espaces publics réalisée au droit de la rue Bourbaki et du boulevard Béthencourt ne viendra pas modifier le fonctionnement hydraulique. Les modifications topographiques mineures apportées à ces voies de circulation veilleront en effet à maintenir un écoulement gravitaire des eaux pluviales vers le réseau existant.

En revanche au cœur de l'éco-quartier, où les eaux pluviales ont actuellement plutôt tendance à s'infiltrer à même les terrains en friche et les faisceaux ferroviaires, les évolutions apportées à la topographie vont venir modifier l'exutoire des ruissellements. L'analyse des modifications apportées à la topographie du site présentée sur le schéma ci-dessous.

Schéma 110 : Modifications apportées au découpage des bassins versants hydrauliques du site



Au travers de cette analyse topographique, on constate finalement que sur plus de la moitié du projet les aménagements réalisés vont avoir une incidence sur l'exutoire final des ruissellements pluviaux.

D'un point de vue hydraulique, la modification des bassins versants risque en effet d'engendrer une augmentation des débits de pointe rejetés vers les réseaux existants et donc potentiellement provoquer une saturation des canalisations en cas d'orage ou d'épisode pluvieux exceptionnel.

Enfin il ne faut pas oublier qu'en matière d'inondabilité, les déblais/remblais réalisés sur site (espaces publics et îlots privés) auront un impact sur le champ d'expansion de crue de la Seine qu'il convient de prendre en compte.

6.4.2.2 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences du projet sur la topographie

Les mesures correctives mises en œuvre dans le cadre de la définition du projet pour compenser les incidences des aménagements sur la topographie sont détaillées dans la partie 6.4.3.3 relative aux incidences sur les eaux superficielles.

6.4.2.3 *Evaluation des incidences du projet sur la qualité des sols*

Afin de définir les conditions techniques de gestion des terres impactées et de caractériser les risques résiduels pour les futurs usagers du site, des études environnementales adaptées ont accompagné la réalisation des études de maîtrise d'œuvre, avec la réalisation notamment, de diagnostics de la qualité des milieux et l'élaboration de plusieurs plans de gestion global et à l'échelle de certaines parcelles à enjeux.

Après réalisation d'une étude historique, documentaire permettant de répertorier les activités passées et actuelles potentiellement préjudiciables à l'environnement, des investigations de terrain (sondages et prélèvements de sols, d'eau souterraine, ou d'air des sols) ont permis de dimensionner les zones sources de pollution et de caractériser la qualité des milieux au droit des usages les plus sensibles définis dans le projet d'aménagement.

Dans l'état de connaissance actuelle une cartographie de l'état environnemental des différents milieux a pu être réalisée. Cette carte que l'on retrouve dans l'état initial, présente la synthèse des contraintes liées à la présence ou non de sols impactés au droit des parcelles de l'éco-quartier Flaubert. Cette notion de contrainte prend en compte :

- Les composés polluants présents dans les différents milieux, leurs niveaux de concentration et leur caractère volatil ou non ;
- La surface des zones impactées (notion de ponctualité d'une zone source) ;
- L'usage futur envisagé ;
- La topographie du site et le nivellement final envisagé (savoir si les terrains en place seront recouverts ou au contraire décaissés).

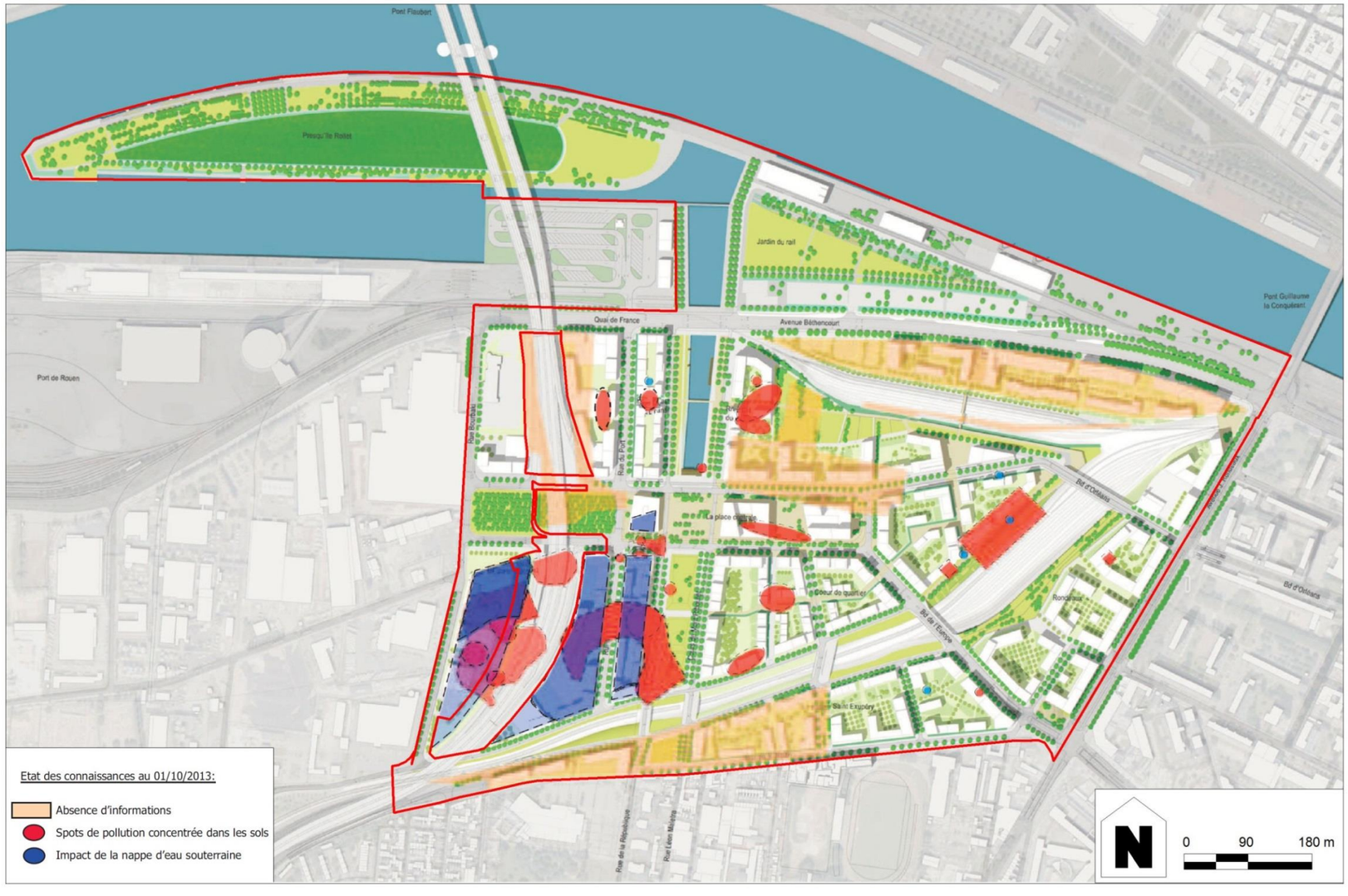
Le plan de gestion vérifie ensuite, via des modélisations de risques sanitaires, la compatibilité des milieux avec les usages prévus dans l'esquisse et définis les mesures de gestion nécessaires à mettre en place. Ces mesures de gestion sont détaillées et chiffrées dans le cadre d'un bilan cout/avantages de façon à faciliter les choix de la maîtrise d'ouvrage en adéquation avec le projet.

Sur la base de l'état des connaissances de la qualité du sous-sol au droit de l'éco-quartier à ce jour, des zones présentant un impact sur la nappe d'eau souterraine et plusieurs « spots » de pollution concentrée (notamment en hydrocarbures) dans les sols ont été identifiés pour un volume global estimé à 70 000 m³ de terres à ce jour. Ils sont localisés sur le schéma ci-contre.

Les composés retrouvés le plus fréquemment sont de type hydrocarbures (HCT, HAP et BTEX). Des teneurs importantes en PCB, en COHV (composés volatils) et en composés inorganique (ammoniac par exemple) sont également détectées ponctuellement.

Un impact diffus et généralisé en composés non volatils (métaux,…) a été mis en évidence dans les sols de l'ensemble de l'éco-quartier. Cet impact diffus est notamment dû à la mauvaise qualité des remblais en place et pourrait être traité par la mise en œuvre d'un simple recouvrement.

Schéma 111 : Superposition du plan masse de l'éco-quartier Flaubert avec la synthèse des connaissances relatives à la qualité des sols



6.4.2.4 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences du projet sur la qualité des sols

Au regard des études relatives à la pollution des sols, la stratégie de gestion des terres impactées repose sur la volonté d'une gestion globale de la problématique pollution des milieux à l'échelle de l'éco-quartier, en profitant des atouts du territoire pour ce sujet à savoir l'espace et le temps, favorables au traitement des terres sur site.

Ainsi les grands principes mis en œuvre par le maître d'ouvrage pour la gestion des terres polluées, sont les suivants :

- **Principe 1- Confinement des terres polluées au niveau de la butte forestière**

  Ce premier principe retenu sur l'opération est, la réutilisation des déblais issus de la création des aménagements, composés de terres impactées et non inertes, pour la constitution d'une butte paysagère sur la presqu'ile Rollet.

  Cet axe majeur de la gestion des terres impactées de l'éco-quartier permet de confiner les terres les plus pollués (notamment par des hydrocarbures issus de l'activité de charbonnage historique) localisées dans les sols d'origine de la presqu'ile Rollet. Le confinement est assuré par un géotextile anti-contaminant, plusieurs mètres de terres non inertes – classées des plus impactées en profondeur au moins impactées en surface – surplombés d'une couche de terre végétale et d'une végétation plantée dense.

  La première phase de création de la butte paysagère est terminée, la deuxième phase sera réalisée selon les mêmes modalités et regroupera les terres en provenance notamment des terrassements mis en œuvre pour la création du canal bleu/vert.

- **Principe 2 – Concertation forte entre les différents acteurs du projet et les industriels**

  Ce second principe fondamental du projet est la volonté de concertation forte entre la maîtrise d'ouvrage, son équipe de maîtrise d'œuvre et les industriels ICPE encore exploitants des sites concernés par la création de l'éco-quartier - notamment GPN, SNCF et RRF-, afin d'assurer la compatibilité de la qualité des terrains réaménagés avec les usages définis.

- **Principe 3 – Traitement de la pollution directement sur site**

  Le troisième principe retenu sur l'opération est de favoriser, pour le traitement des pollutions fortement concentrées, les techniques dites sur site (décaissement puis traitement sur place de type Biotertre) et in situ (dans le sol en place directement de type Venting) pour un meilleur bilan environnemental et économique du projet.

  Ainsi les deux axes forts de gestion des terres impactées sont donc les suivants :

  - Regrouper les volumes de terres impactées devant faire l'objet d'éventuelles dépollution sur site, de façon à pouvoir mutualiser leur traitement en cohérence avec le projet et son planning ;
  - Favoriser ensuite la gestion des terres non inertes sur site par du confinement, en privilégiant les jeux de déblais/remblais nécessaires à l'aménagement.

  Cette stratégie de gestion permettra de :

  - Garantir l'absence de risque sanitaire pour les futurs usagers ;
  - Limiter les coûts de gestion des terres (pas d'évacuation en filières spécifiques) ;
  - Limiter les émissions de gaz à effet de serre (moins de transports hors site) ;
  - Garantir une traçabilité des opérations (assurer l'avenir).
  - Permettre la reconversion d'un espace pollué initialement en un site compatible avec les usages envisagés.

  Cette méthode qui permettra de minimiser l'évacuation de déblais hors site, garantira ainsi un bilan environnemental et économique performant, renforcé par la nécessité d'apports de matériaux considérables pour la remise à niveau de la partie Sud de l'éco-quartier.

  La création d'une plateforme de traitement et de valorisation des terres semble donc être une solution adéquate et pertinente pour un bilan environnementale et économique optimisé :

  - Les matériaux issus des démolitions des fondations et bâtiments existants seront triés, les bétons concassés et criblés pour venir constituer les couches de formes des futures voiries ou constructions ;
  - Les terres inertes générées par les travaux d'aménagement successifs sont mises en stock sur le site pour réemploi ultérieur ;
  - Les terres polluées aux hydrocarbures et/ou aux solvants chlorés sont traitées sur biotertre plusieurs mois pour laisser le temps aux bactéries de dégrader les polluants ;
  - Les terres inertes ne nécessitant pas de traitement particulier seront stockées sur site en vue d'un réemploi (sous voirie, sous bâtiment ou sous de la terre végétale inerte) ;
  - Les terres pourront également subir des traitements (comme un chaulage, ou un tamisage) pour améliorer leurs qualités mécaniques avant remblaiement sur site.

Compte tenu des mesures envisagées par la SPL pour éviter les risques de contamination des sols en phase travaux et dans la mesure ou le projet s'accompagne d'un plan de gestion des terres impactées, la réalisation des travaux aura un effet favorable sur la qualité des sols en place permettant de protéger les enjeux environnementaux et sanitaires du site.

La mise en œuvre des mesures retenues s'appuiera sur :

- La Charte Chantier Vert, qui détaillera l'ensemble des prescriptions pour la mise en œuvre d'un chantier respectueux de l'environnement et qui comprendra, notamment, les prérogatives techniques et organisationnelles permettant d'éviter une contamination des sols ;
- Le plan de gestion des terres impactées.

Par ailleurs, les modalités de suivi des mesures retenues par la SPL dans le cadre des travaux de gestion des terres contaminées feront l'objet d'une mission d'assistance environnementale spécifique confiée à une société spécialisée dans ce domaine et comprenant notamment :

- Le piquetage des secteurs contaminés ;
- Les informations, formations et protection des ouvriers ;
- La protection des terres impactées excavées pour éviter tout transfert de pollution vers les milieux environnants : terrains sous-jacents, eaux souterraines et superficielles ;
- Le suivi scrupuleux des travaux de dépollution qui seront potentiellement réalisés sur site ou in situ de manière à éviter tout transfert de pollution vers les milieux environnants et à vérifier que les objectifs de dépollution fixés de manière à garantir une protection de l'environnement et des futurs usagers sont atteints ;
- Le suivi scrupuleux des mouvements de terres impactées qu'elles soient destinées à être évacuées et éliminées dans des filières agréées en dehors du site ou réutilisées sur le site ;
- Le suivi de la qualité des eaux souterraines.

Enfin, l'un des principes retenus pour la gestion des terres impactées repose sur la réutilisation des déblais issus de l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert pour la constitution d'une butte paysagère sur la Presqu'île Rollet.

Le plan de gestion relatif à cet aménagement de la seconde phase du projet des Bords de Seine sera établi dans le cadre de la tranche 2 conformément à la méthodologie employée pour la tranche 1.

6.4.3 Incidences sur les eaux superficielles et mesures

6.4.3.1 Synthèse des données de l'état initial

Fonctionnement hydraulique au droit du site

Le bassin versant du projet faisant l'objet de la présente notice d'incidences représente au total 83 hectares. Actuellement, la gestion des eaux pluviales au doit de ce bassin versant hydraulique dépend de l'aménagement des terrains :

- Pour les terrains aménagés et les voiries, les eaux pluviales sont principalement collectées dans un réseau spécifique (séparément des eaux usées) permettant leur évacuation vers la Seine ;
- Pour les terrains en friches ou les faisceaux ferroviaires, les eaux précipitées sont :
  - Soit infiltrées dans les sols ;
  - Soit ruisselées et auquel cas, elles peuvent être collectées par le réseau en place, infiltrées dans les sols ou rejetées vers la Seine.

Définition du caractère inondable du projet

Compte tenu la proximité immédiate avec la Seine, le secteur d'implantation du projet d'éco-quartier Flaubert présente une sensibilité importante vis-à-vis du risque de débordement de la Seine. Ce phénomène est en effet généralement occasionné lorsque le niveau d'étiage et les précipitations présentent des niveaux inhabituellement élevés.

C'est principalement en raison de cette proximité immédiate avec la Seine que le secteur est aujourd'hui concerné par le zonage du Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) Vallée de la Seine - Boucle de Rouen qui a été approuvé le 20 avril 2009.

A ce titre, les études préalables réalisées à partir du relevé topographique réel du site ont permis de démontrer que les emprises réellement concernées par ce phénomène sont plus limitées que celles qui sont reportées dans le PPRI.

Sur la base de ce constat, la Préfecture de Seine Maritime a prescrit la modification du PPRI dans ce secteur par arrêté préfectoral en date du 10 décembre 2012. Le PPRI a par la suite été modifié en date du 3 avril 2013.

L'analyse des effets du projet sur le risque d'inondation par débordement de la Seine repose donc sur le PPRI d'avril 2013 mais également sur les résultats de l'étude de modélisation du cours d'eau réalisée par DHI sur la base du projet d'aménagement établi dans le cadre de l'AVP.

Données quantitatives et qualitatives de la Seine

Même si une partie des eaux pluviales ruisselées au droit du secteur d'étude est actuellement collectée par le réseau EP, l'exutoire final sur l'intégralité du projet correspond à la Seine.

A ce titre, on peut préciser que ses principales caractéristiques sont :

- Un débit moyen de 574 m³/s et un débit mensuel sec de récurrence sur 5 ans de 200 m³/s.
- Des crues moyennes de l'ordre de 1600 à 2200 m³ /s ont été observées environ tous les 2 à 5 ans. Dans le secteur d'étude, les débordements du fleuve résultent le plus souvent de la conjonction de plusieurs phénomènes : des débits importants du fleuve résultant des précipitations hivernales et/ou de la fonte des neiges en mars, grandes marées et conditions atmosphériques de début d'année.
- Un mauvais état écologique et chimique résultants principalement des pressions de l'agglomération rouennaise (urbanisation, industries, Port) et de l'agglomération parisienne. Les objectifs d'amélioration de la qualité de la Seine fixés dans le SDAGE du bassin Seine-Normandie sont d'atteindre un bon état chimique et écologique du fleuve en 2027.

6.4.3.2 Evaluation des incidences quantitatives du projet sur les eaux superficielles

L'aménagement de l'éco-quartier Flaubert implique une transformation de l'occupation du sol au niveau du secteur d'implantation du projet qui se traduit par une modification du schéma d'assainissement actuel et notamment des conditions d'écoulements des eaux de ruissellement, dont les conséquences peuvent être :

- L'apparition de dysfonctionnements hydrauliques à l'amont, au droit ou à l'aval du projet qui peuvent se traduire par une augmentation des risques d'inondation ;
- Une augmentation des débits rejetés qui peut entrainer :
  - Une saturation du réseau récepteur ;
  - Une modification du fonctionnement de la Seine.

Conscient des atteintes potentielles du projet aux eaux superficielles, le maître d'ouvrage a intégré dans la définition de son programme d'aménagement, des mesures préventives et correctives qui permettront de limiter ces risques voire de les éviter. Ces mesures sont présentées dans les paragraphes qui suivent.

6.4.3.3 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences quantitatives du projet sur les eaux superficielles

Préambule

Les mesures retenues par la SPL pour éviter, réduire ou compenser les incidences quantitatives du projet d'éco-quartier Flaubert sur les eaux de ruissellement découlent de la mise en œuvre de dispositions spécifiques dans le cadre de l'aménagement du site. Ces dispositions sont détaillées dans la partie 5.4.4.1 relative aux principes de gestion des eaux pluviales et dans les plans et annexes techniques fournis en annexe 3 du dossier. Les mesures envisagées par la SPL Rouen Normandie Aménagement en phase de fonctionnement du projet visent donc d'une manière générale à réduire les incidences quantitatives sur le cours d'eau de la Seine ou les réseaux d'assainissement présents à l'aval.

Compte tenu de l'envergure du projet d'éco-quartier et des enjeux hydrauliques propres au secteur d'implantation, le maître d'ouvrage a préféré entretenir le plus en amont possible une concertation forte avec les services de l'Etat (Police de l'Eau) et le service Assainissement de la Métropole (gestionnaire du réseau), afin de valider ensemble des principes d'assainissement pluvial cohérents, techniquement réalisables et garantissant la pérennité du fonctionnement au fil des années. Dans le cadre de ces échanges, ce sont finalement les données d'entrée suivantes qui ont été retenues pour la mise en place du schéma d'assainissement pluvial de l'éco-quartier Flaubert :

- **Gestion des eaux pour une pluie d'occurrence centennale** : cette prescription sur le retour de pluie à prendre en compte dans le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales, est aujourd'hui une donnée d'entrée qui est globalement applicable à tout projet d'aménagement porté sur le département de Seine-Maritime ;
- **Autorisation de rejet en Seine porté à 10 L/s/ha** : étant donné que le projet se rejette directement dans la Seine et que le cours d'eau est à même de recevoir ce débit sans être influencé de manière significative, il a été retenu d'appliquer un ratio qui soit proportionnellement plus adapté aux enjeux du secteur ;
- **Vidange des ouvrages de rétention inférieure à 48 h** : compte tenu de la probabilité que plusieurs épisodes orageux se cumulent en moins de 2 jours, il est recommandé de mettre en place des ouvrages de rétention qui puissent être en mesure de se vidanger à minima en moins de 48 heures.
- **Réalisation d'une modélisation hydraulique du réseau** : au regard de la dynamique de fonctionnement des ouvrages hydraulique de l'éco-quartier, le service Assainissement de la Métropole a demandé qu'une modélisation hydraulique soit réalisée pour dimensionner les ouvrages.
- **Privilégier la règle du temps de vidange < 48 h à celle du débit de fuite de 2 L/s/ha** : pour les ouvrages de rétention se rejetant dans le réseau pluvial existant qui présentent un temps de vidange supérieur à 48 h lorsqu'on leur applique le ratio de 2 L/s/ha, il a été convenu d'augmenter légèrement le débit de fuite afin de tendre vers un temps de vidange de l'ouvrage en moins de 2 jours.

Fonctionnement du système d'assainissement pluvial de l'éco-quartier Flaubert

En préambule, on précisera que dans le cadre de sa mission relative au dimensionnement du système d'assainissement pluvial de l'éco-quartier, DHI a vérifié par le biais d'une modélisation hydraulique le comportement du réseau pluvial en situation projeté pour différentes situation prenant en compte la concomitance entre une pluie exceptionnelle et plusieurs niveaux de marée. Les résultats de cette modélisation basée sur le plan AVP d'EGIS, ont permis de confirmer le bon dimensionnement du réseau en révélant toutefois quelques insuffisances ponctuelles qui seront intégrées dans le cadre des phases de conception ultérieures (renforcement d'une partie du réseau boulevard Béthencourt en raison de la montée en charge en période de marées et renforcement de la canalisation boulevard de l'Europe qui se situe en tête de réseau).

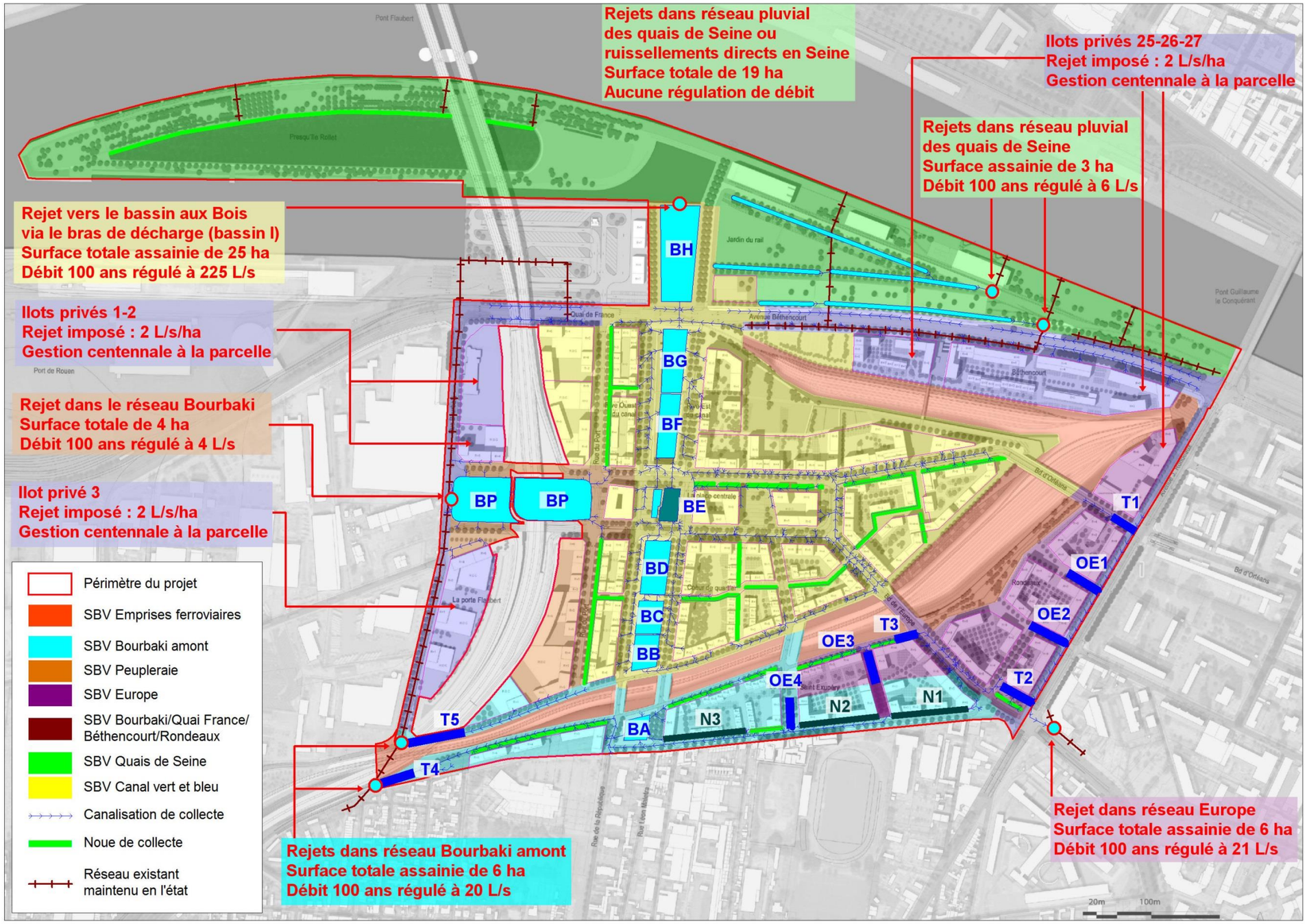
Le tableau et le schéma de synthèse rappellent les principales caractéristiques des ouvrages développés dans le cadre du présent projet d'aménagement pour tamponner les volumes d'eau collectés avant rejet vers l'aval.

On rappellera que pour le SBV « Bourbaki-Quai France-Béthencourt-Rondeaux » (11ha) et le SBV « Emprises ferroviaires » (9 ha), les principes d'assainissement seront maintenus tel qu'existants compte tenu de l'absence de modifications majeures de l'occupation des sols à l'intérieur de ces emprises.

Tableau 28 : Tableau de synthèse du système d'assainissement pluvial de l'éco-quartier Flaubert

Sous-bassin versant de l'éco-quartier	Ouvrage de rétention créé	Surface assainie par l'ouvrage	Volume de stockage centennal	Débit de fuite en sortie d'ouvrage	Temps de vidange de l'ouvrage
SBV Europe : • **Surface totale = 6 ha** • **Débit de fuite total rejeté = 21 L/s (3,5 L/s/ha)** • **Temps de vidange < 48 h** • **Volume de stockage cumulé = 1 027 m³** • **Exutoire = réseau pluvial boulevard de l'Europe**	Tubosider T1 (rejet réseau Europe)	0,60 ha	147 m³	2 L/s	23 h
	Tubosider T2 (rejet réseau Europe)	3,10 ha	354 m³	12 L/s	38 h
	Tubosider T3 (rejet vers T2)	1,19 ha	80 m³	4 L/s	34 h
	Ouvrage enterré OE1 (rejet réseau Europe)	0,91 ha	217 m³	4 L/s	34 h
	Ouvrage enterré OE2 (rejet réseau Europe)	0,60 ha	149 m³	2 L/s	16 h
	Ouvrage enterré OE3 (rejet vers T3)	0,16 ha	80 m³	2 L/s	30 h
	Ouvrages privatifs	*4,13 ha*	*A déterminer par l'aménageur*	*Obligation de réguler à 2 L/s/ha*	*Temps de vidange < 48 h*
SBV Bourbaki amont : • **Surface totale = 6 ha** • **Débit de fuite total rejeté = 20 L/s** • **Temps de vidange < 48 h** • **Volume de stockage cumulé = 1 624 m³** • **Exutoire = réseau pluvial rue Bourbaki**	Noue N1 (rejet vers T4)	0,36 ha	112 m³	2 L/s	22
	Noue N2 (rejet vers T4)	0,25 ha	73 m³	2 L/s	17
	Noue N3 (rejet vers BA)	0,37 ha	100 m³	2 L/s	19
	Ouvrage enterré OE4 (rejet vers T4)	0,21 ha	64 m³	2 L/s	17
	Bassin BA (rejet vers T4)	1,39 ha	416 m³	6 L/s	45
	Tubosider T4 (rejet réseau Bourbaki)	5,51 ha	650 m³	18 L/s	46
	Tubosider T5 (rejet réseau Bourbaki)	0,72 ha	209 m³	2 L/s	48
	Ouvrages privatifs	*2,76 ha*	*A déterminer par l'aménageur*	*Obligation de réguler à 2 L/s/ha*	*Temps de vidange < 48 h*
SBV Peupleraie : • **Surface totale = 4 ha** • **Débit de fuite total rejeté = 4 L/s** • **Volume de stockage = 1 800 m³** • **Exutoire = réseau pluvial rue Bourbaki**	Bassins de la Peupleraie BP (rejet réseau Bourbaki)	4,26 ha	1 800 m³	4 L/s	Peupleraie 1 : 83 h Peupleraie 2 : 18 h
SBV Canal vert et bleu : • **Surface totale = 25 ha** • **Débit de fuite total rejeté = 225 L/s** • **Volume de stockage cumulé = 8 650 m³** • **Exutoire = bassin aux Bois**	Bassin BB (rejet vers BC)	0,65 ha	180 m³	6 L/s	17 h
	Bassin BC (rejet vers BD)	0,67 ha	185 m³	14 L/s	10 h
	Bassin BD (rejet vers BE)	0,84 ha	285 m³	18 L/s	48 h
	Bassin BE (rejet vers BF)	5,40 ha	975 m³	520 L/s	21 h
	Bassin BF (rejet vers BG)	7,99 ha	4 845 m³	161 L/s	33 h
	Bassin BG (rejet vers BH)	4,65 ha	740 m³	296 L/s	39 h
	Bassin BH (rejet vers bassin aux Bois)	4,89 ha	1 440 m³	225 L/s	39 h
SBV Quais de Seine : • **Surface totale = 22 ha** • **Débit de fuite total rejeté = 6 L/s** • **Volume de stockage cumulé = 1 210 m³** • **Exutoire = réseau pluvial existant + Seine**	Noues N4 (rejet vers N5)	3 ha	223 m³	2 L/s	31 h
	Noues N5 (rejet réseau pluvial existant)		537 m³	4 L/s	74 h
	Noues N6 (rejet réseau pluvial existant)		448 m³	2 L/s	62 h
	Surface non tamponnée (rejet vers la Seine)	19 ha	-	-	-

Schéma 112 : Schéma de synthèse du système d'assainissement pluvial de l'éco-quartier Flaubert



Incidences quantitatives du système d'assainissement pluvial sur les eaux superficielles

L'objectif des paragraphes qui suivent est finalement de mettre en évidence, par le biais d'une analyse synthétique, les incidences quantitatives du projet sur les eaux superficielles après mise en œuvre des mesures correctives.

Afin de faciliter la lecture de cette synthèse, il a été choisi de repartir sur une description par sous-bassin versant.

- ***SBV Europe***

Ce sous-bassin versant d'environ 6 ha se situe entre l'avenue Jean Rondeaux et le faisceau ferroviaire et se rejettera dans le réseau pluvial existant au niveau du boulevard de l'Europe.

En situation future, ce sous-bassin sera occupé par 4 ha d'îlots privatifs et environ 2 ha d'espaces publics. Compte tenu de son emplacement le long de l'avenue J. Rondeaux, l'îlot 25 ne pourra être raccordé aux ouvrages de rétention public du sous-bassin et devra donc se réguler à 2 L/s/ha dans le réseau pluvial créé le long de l'avenue jusqu'au réseau Europe.

Le reste des emprises sera tamponné dans les ouvrages de rétention publics/privés et régulé au cumul à hauteur de 21 L/s dans le réseau pluvial Europe.

Compte tenu du débit de fuite cumulé des ouvrages de rétention à l'exutoire de ce sous-bassin versant de 6 ha (21 L/s + rejets de l'îlot 25 régulé à 2 L/s/ha) et au regard du ratio que cela représente au final (~4 L/s/ha), les incidences quantitatives sur le réseau à l'aval seront finalement relativement limitées.

- ***SBV Bourbaki amont***

Ce sous-bassin versant d'environ 6 ha se situe de part et d'autre du faisceau ferroviaire au Sud de l'éco-quartier. Il se rejettera dans le réseau pluvial existant au niveau de la rue Bourbaki.

En situation future, ce sous-bassin sera occupé par 3 ha d'îlots privatifs et environ 3 ha d'espaces publics. L'ensemble des ruissellements sera tamponné dans les ouvrages de rétention publics/privé puis régulé à hauteur de 18 L/s dans le réseau pluvial existant au niveau de Bourbaki amont 1 et 2 L/s au niveau de Bourbaki amont 2.

Compte tenu des débits de fuite rejetés dans le réseau de la rue Bourbaki (18 et 2 L/s) et au regard du ratio que cela représente au final (environ 3 L/s/ha), les incidences sur le réseau à l'aval de ce sous-bassin versant seront finalement relativement limitées.

- ***SBV Peupleraie***

Ce sous-bassin versant d'environ 4 ha se situe au niveau de l'ouvrage d'art des futurs accès définitifs du pont Flaubert. Il se rejettera dans le réseau pluvial existant au niveau de la rue Bourbaki.

En situation actuelle, lors d'une pluie centennale cumulée à une marée de 4.12 m NGF, la capacité résiduelle du réseau pluvial Bourbaki au niveau de la Peupleraie est de 4 L/s.

En situation future, ce sous-bassin sera occupé par 1 ha d'îlot privatif et environ 3 ha d'espaces publics. L'ensemble des ruissellements sera tamponné dans les bassins de la Peupleraie et dans les ouvrages de rétention privatifs jusqu'à la pluie décennale. La Peupleraie fonctionnera par infiltration jusqu'à la pluie décennale puis régulera le débit de fuite à hauteur de 4 L/s dans le réseau pluvial de la rue Bourbaki jusqu'à la pluie centennale.

Compte tenu du débit de fuite rejeté dans le réseau de la rue Bourbaki au niveau de la Peupleraie (4 L/s), et au regard du ratio que cela représente au final (1 L/s/ha), les incidences seront finalement relativement limitées.

- ***SBV Canal vert et Bleu***

Ce sous-bassin versant d'environ 25 ha occupe la partie centrale du projet d'éco-quartier Flaubert. Il se rejettera dans le bassin aux Bois via le bras de décharge (bassin I).

En situation future, ce sous-bassin sera occupé par 10 ha d'îlots privatifs et environ 15 ha d'espaces publics. L'ensemble des ruissellements sera tamponné dans les bassins du canal vert et bleu. Le débit de fuite en sortie du compartiment aval (bassin H) sera régulé à hauteur de 225 L/s.

Compte tenu du débit de la Seine au niveau du Rouen, on peut considérer que le débit de fuite rejeté par ce sous-bassin versant du projet sera négligeable.

- ***SBV Quais de Seine***

Ce sous-bassin versant d'environ 22 ha se situe sur la partie Nord de l'éco-quartier au niveau des Bords de Seine et de la presqu'île Rollet.

En situation actuelle, aucun ouvrage d'assainissement n'assure de tamponnement des eaux pluviales sur ce sous-bassin versant.

En situation future, le projet n'aura pas d'impact sur l'occupation des sols de ce sous-bassin et n'aura donc pas d'incidences significatives sur le débit de pointe généré vers le réseau des quais de Seine ou directement vers la Seine. Les incidences pourront même être potentiellement positives grâce à l'aménagement du jardin du Rail en lieu et place de zones actuellement imperméabilisée.

On notera toutefois qu'il est prévu de créer un parking dans la continuité de celui de la SMAC. Cette imperméabilisation sera toutefois prise en compte avec la création de noues de stockage régulant le débit à hauteur de 6 L/s vers le réseau pluvial existant au droit des quais de Seine.

Au regard des aménagements réalisés sur ce sous-bassin versant des quais de Seine avec entre autre la création de noues de rétention capable de gérer une pluie centennale et de réguler le débit à 2 L/s/ha vers la Seine, les incidences seront finalement peu significatives.

- ***SBV Bourbaki-Quai France-Béthencourt-Rondeaux***

Ce sous-bassin versant d'environ 11 ha concernent les 4 principales voies de circulation qui entourent le projet ainsi que les 5 îlots privatifs qui les longent (îlots 1-2-3-26-27).

En situation actuelle, les eaux ruisselées sur ces voies de circulation sont gérées par un réseau d'assainissement pluvial. La capacité résiduelle du réseau pluvial lors d'une pluie centennale cumulée à une marée de 4.12 m NGF est de 95 L/s au niveau de l'îlot 2, 235 L/s au niveau de l'îlot 3, 290 L/s au niveau de l'îlot 26 et 85 L/s au niveau de l'îlot 27. On rappellera que l'îlot 1 est d'ores et déjà aménagé et occupé par la DIR Nord-Ouest.

En situation future, le projet prévoit une requalification de certaines de ces emprises publiques sans modification majeure de l'occupation des sols. Il n'aura donc pas d'incidences sur les débits de pointe générés vers le réseau pluvial existant. Les îlots privatifs se raccordant sur le réseau existant réguleront quant à eux leur débit à raison de 2 L/s/ha.

Compte tenu de la nature des travaux réalisés sur les emprises publiques de ce sous-bassin versant, de la capacité résiduelle du réseau existant et de la mise en application du ratio de 2 L/s/ha pour les îlots privés 2-3-26-27, les incidences quantitatives de ce sous-bassin versant sur le réseau seront finalement peu significatives.

6.4.3.4 *Evaluation des incidences qualitatives du projet sur les eaux superficielles*

En situation future, au sein de l'éco-quartier Flaubert, deux types de pollution pourront entrainer des incidences qualitatives sur les eaux superficielles. Il s'agit :

- **Des pollutions chroniques** qui correspondent aux eaux ayant lessivé les plateformes routières et parkings après les épisodes pluvieux. Elles sont directement liées au trafic avec l'usure des véhicules, l'émission des gaz d'échappement (poussière à l'origine de la turbidité des eaux, plomb, zinc, hydrocarbures, graisses, phénols, benzopyrènes) ;
- **Des pollutions accidentelles** qui sont liées au déversement accidentel de produits potentiellement dangereux sur la chaussée avec risque potentiel de rejet vers le milieu naturel.

Aussi, en l'absence de mesures spécifiques, il s'agit d'incidences négatives et permanentes qui sont, par ailleurs, susceptibles d'entrainer des conséquences sur le milieu récepteur : la Seine.

6.4.3.5 *Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences qualitatives du projet sur les eaux superficielles*

De la même manière que pour l'aspect quantitatif, les mesures retenues par la SPL pour éviter, réduire ou compenser les incidences qualitatives du projet d'éco-quartier Flaubert sur les eaux de ruissellement découlent de la mise en œuvre de dispositions spécifiques dans le cadre de l'aménagement du site. Ces dispositions sont détaillées dans la partie 5.4.4.4 relative aux principes de gestion des eaux pluviales et dans les plans et annexes techniques fournis en annexe 3 du dossier.

Les principes d'assainissement pluvial développés dans la partie 5.4.4.4 de la présente étude sont réalisés conformément aux règles de l'art et répondent à une approche technique et environnementale appropriée et exemplaire[7] visant à :

- Limiter les incidences associées aux risques de pollution des eaux ;
- Eviter leurs effets potentiels sur le milieu récepteur : la Seine.

Ces aménagements sont détaillés dans les tableaux et photos qui suivent.

Photo 9 : Exemples de noues projetées et d'espaces végétalisés ayant une vocation hydraulique pour l'épuration des eaux pluviales (Equipe : OSTY - ATTICA - EGIS – BURGEAP)

Noue paysagère

Noue urbaine

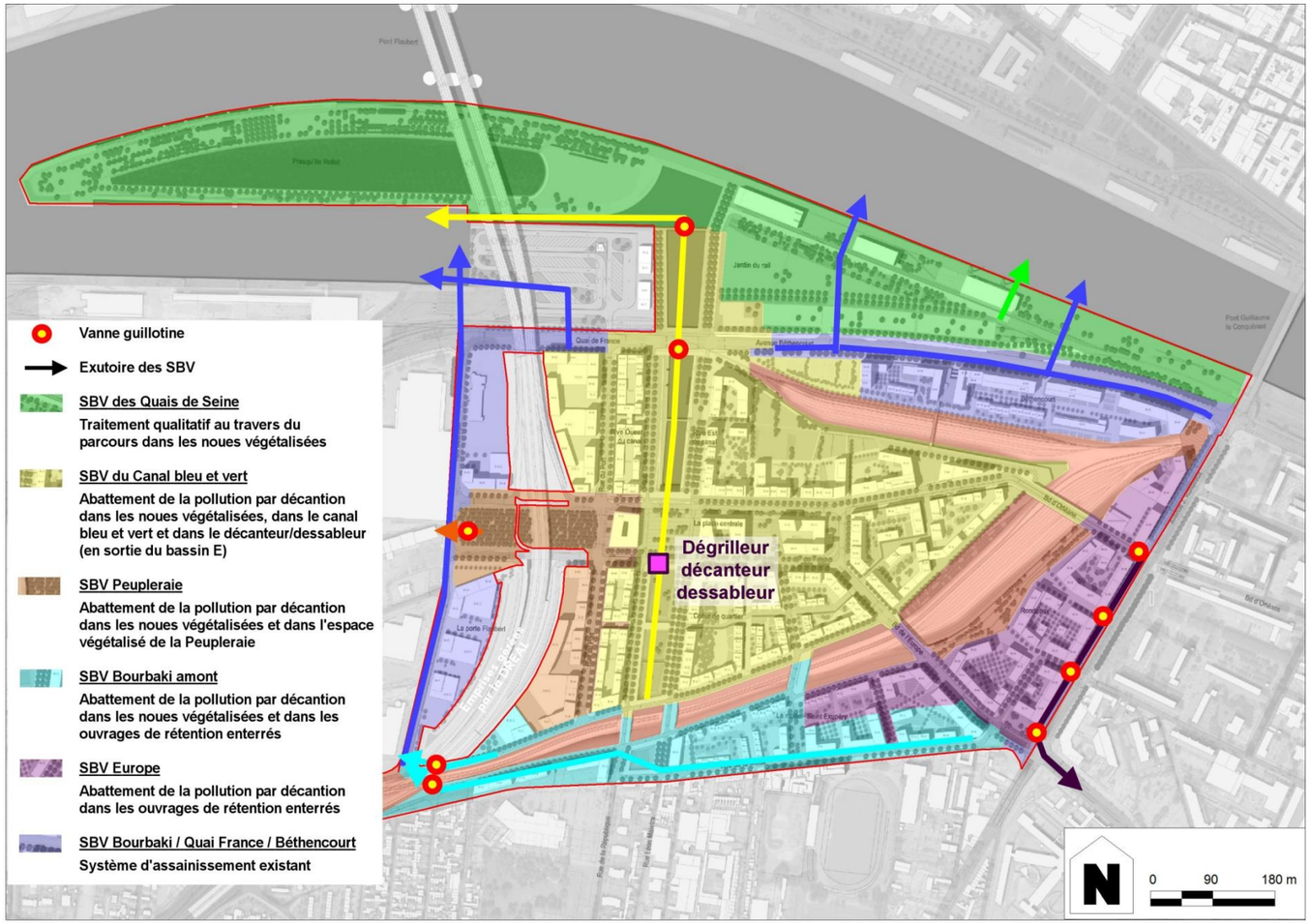
Parc Diagonal Mar à Barcelone / Mirales Tagliabue

Tableau 29 : Description des dispositifs de traitement de la pollution des eaux pluviales

Type de traitement	Description
Traitement à la source des eaux de voiries	Collecte classique : Les eaux de voirie seront collectées soit par des avaloirs avec grilles en fil d'eau soit par des grilles plates ou concaves suivant emplacement. Les ouvrages de collecte seront installés sur des regards décantés et siphonnés avec dégrillage en respect du règlement d'assainissement de la Métropole et permettant un abattement des matières en suspension (MES) et des hydrocarbures (HYC). Ce réseau sera équipé de regards de visite décantés et siphonnés.
	Collecte alternative : Au cœur du projet, les eaux pluviales de voirie pourront être collectées par le biais de techniques alternatives du type noues. Ces ouvrages de collecte permettent également un traitement qualitatif des eaux : décantation des MES et piégeage des HYC sous l'effet des vitesses lentes d'écoulement combinée à la végétation ornant ces ouvrages.
Traitement à la source des eaux des espaces publics et privés localisés à l'Est de la rue du Port	Au cœur du projet, les eaux pluviales ruisselant au niveau des espaces publics et privés pourront être collectées par le biais de techniques alternatives types noues. Ces ouvrages, permettant d'acheminer les eaux collectées vers l'axe vert et bleu ou les réseaux existants, permettent également un traitement qualitatif des eaux : décantation des MES et piégeage des HYC sous l'effet des vitesses lentes d'écoulement combinée à la végétation ornant ces ouvrages.
Ouvrage de traitement des eaux collectées dans le SBV du Canal Bleu et Vert	Les eaux collectées dans les secteurs 1 et 2 seront acheminées vers les bassins de l'axe vert et bleu. Cet ouvrage est composé d'une succession de bassins paysagers et de bassins en eau permettant le traitement des eaux, notamment par le biais : Entre les bassins paysagers, le système est constitué d'un ensemble de régulation comprenant notamment une grille permettant de piéger les objets, matériaux ou déchets de taille moyenne à grosse (branche, bouteille en plastique, …). Au sein des prairies constituant l'axe vert, les eaux seront par ailleurs traitées par décantation des MES et piégeage des HYC sous l'effet des vitesses lentes d'écoulement combinée aux surfaces enherbées ; • Entre les bassins paysagers et les bassins en eau (entre les bassins D et E), le système est constitué d'un décanteur/dessableur assurant une retenue des fines avant rejet dans le bassin en eaux permanentes et d'un dégrilleur pour piéger les flottants ; • Entre les bassins G et H (boulevard de Béthencourt), le système est constitué d'une vanne à guillotine permettant le confinement d'une éventuelle pollution accidentelle provenant de l'amont ; • Enfin, une vanne guillotine est également installée avec le rejet du dernier bassin H dans le bras de déchargement I pour offrir une ultime capacité de confinement en cas de pollution accidentelle. On notera que le traitement des eaux au sein des bassins en eau de l'axe vert et bleu sera principalement assuré par décantation. A ce titre, il faut rappeler que les eaux de voirie collectées dans ces bassins auront fait l'objet d'un traitement à la source (cf. points ci-avant).
Ouvrage de traitement des eaux collectées dans SBV de la Peupleraie	Les eaux collectées dans le secteur 4 seront acheminées vers les bassins de rétention de la Peupleraie. Ce boisement humide sera aménagé pour la décantation et la filtration par l'intermédiaire d'une végétation adéquate.

[7] *Parmi les axes stratégiques de la politique de Développement Durable portée par la Métropole, la préservation de la ressource en eau constitue un objectif majeur, la gestion qualitative des eaux pluviales et souterraines fait partie des objectifs prioritaires.*

Schéma 113 : Principes de gestion qualitatif des eaux pluviales par sous-bassin versant



Dans le cadre des modalités de mise en œuvre des aménagements, pour la partie composée d'une succession de bassins en eau, il est prévu l'intervention d'un partenaire spécialisé pour définir les meilleures solutions afin de limiter et de gérer les décantations dans les bassins, de limiter voire supprimer les phénomènes d'eutrophisation et de favoriser le développement de la faune et de la flore aquatique.

Enfin, pour assurer le suivi de l'efficacité des mesures envisagées pour limiter les effets du projet, la SPL prévoit la mise en œuvre :

- D'un contrôle des aménagements privés afin de vérifier leur conformité avec le règlement d'assainissement ;
- D'un suivi des paramètres physico-chimiques ou écologiques en sortie de l'axe vert et bleu et en aval de l'espace public végétalisé situé autour de l'ouvrage de raccordement définitif du pont Flaubert à la Sud III.

Gestion qualitative des eaux pluviales au droit du boisement humide de la Peupleraie

Le boisement humide de la Peupleraie se situe dans un secteur où l'enjeu qualitatif associé à la gestion des ruissellements de voirie est prédominant, puisque l'on y retrouve notamment la future voie qui permettra d'accéder au pont Flaubert.

Au niveau de cet ouvrage, le principe retenu consiste à assurer une gestion des volumes décennaux sans rejet, les pertes étant assurées par l'infiltration et l'évapotranspiration permettent un temps de séjour dans l'ouvrage compris entre 6 j et 13 j en fonction des conditions climatologiques.

Le rendement attendu sur l'abattement des MES et de la pollution particulaire associée sera donc supérieur à l'objectif de 95 %.

Le fonctionnement hydraulique s'opère comme suit :

- Les eaux de voiries seront acheminées directement vers la zone de décantation. Des avaloirs à grille décantés et siphonnés assureront la récupération des eaux. A l'intérieur de ces avaloirs seront mis en œuvre des systèmes de dégrillage pour piéger les flottants.
- A l'exutoire des collecteurs, des zones de sédimentation seront aménagées. Ces zones seront étanchées par une géomembrane avec pour double objectif de gestion de la sédimentation et de confinement d'une pollution accidentelle. Elles seront réalisées en matelas gabions végétalisés entourées de murs gabions permettant une surverse. Elles concentreront la sédimentation en des points localisés pour faciliter l'exploitation.
- La surverse se déversera dans une zone inondable plantée de deux rangées successives de fascines permettant une filtration avant rejet. Entre ces deux rangées sera aménagée une voirie d'entretien en terre pierre pour l'entretien.

Le passage successif des ruissellements dans les zones de sédimentation plantées et les filtres de fascines assurera le traitement des ETM et la dégradation des HAP.

Concernant le traitement des ETM par les plantes, il a été mis en évidence que la dégradation de ces composants est essentiellement liée dans un premier temps à la capacité de sédimentation et de filtration puis dans un second temps la dégradation par la synergie macrophytes/micro-organismes bactériens et fongiques. Ce sont dans les organes souterrains et en particulier les racines où les concentrations en ETM sont les plus fortes. L'action de la plante dans la dégradation des ETM est essentiellement indirecte : l'oxygénation du milieu (et donc des conditions physico-chimique) permet les processus de précipitation d'oxy-hydroxydes ferriques autour des racines pour former la plaque ferrique, ce qui permet de fixer des quantités importantes d'éléments métalliques.

Concernant les hydrocarbures et plus particulièrement les HAP, leur dégradation peut être réalisée par la présence de micro-organismes sous condition aérobie. Ainsi, « la dégradation des HAP peut être favorisée par les apports en oxygènes apportés par les roseaux qui créent un environnement propice au développement des bactéries aérobies ».

Gestion qualitative des eaux pluviales au droit des îlots privés

Les eaux collectées sur les espaces privés devront être traitées si nécessaire avant rejet dans réseau existant. Des objectifs qualitatifs seront fixés aux futurs acquéreurs dans les fiches de lot.

Les boîtes de branchement seront composées d'un regard décanté et siphonné avec un dispositif permettant l'isolement du branchement en cas de désordre constaté.

Compte tenu des dispositions d'aménagement retenues par la SPL et de leurs capacités à limiter les incidences qualitatives du projet sur les eaux de ruissellement, les effets résiduels du projet sont globalement positifs.

Aussi, au regard des dispositions retenues pour éviter les effets liés au risque de pollution accidentelle et réduire les effets liés aux pollutions chroniques, les effets résiduels attendus sont relativement faibles et seront conformes aux prescriptions réglementaires en vigueur.

6.4.4 Incidences sur les eaux souterraines et mesures

6.4.4.1 Evaluation des incidences quantitatives du projet sur les eaux souterraines

Au niveau du secteur d'étude, le sous-sol est constitué d'alluvions qui accueillent les eaux de la nappe d'accompagnement de la Seine.

Cet aquifère, en lien avec le fleuve, est localisée à une faible profondeur (de l'ordre de 1 à 5 m sous les terrains superficiels en se basant sur les résultats des suivis piézométriques réalisés sur le site) et son niveau évolue avec celui de la Seine en fonction de la marée.

Cet aquifère est alimenté par les précipitations locales et par les écoulements souterrains diffus en provenance de la nappe de la craie, localisée en dessous des alluvions, du fait de l'absence de couche imperméable entre les alluvions et la craie. Les eaux qu'il contient sont ensuite entrainées par la Seine.

Aussi, compte tenu du contexte hydrogéologique, le projet d'éco-quartier Flaubert de par sa nature et sa taille, ne sera pas à même de modifier significativement le fonctionnement actuel de la nappe alluviale de la Seine.

On précisera, en parallèle, que pour tout ce qui concerne l'aspect technique associé à la réalisation des ouvrages enterrés, le maître d'ouvrage prévoit de mettre en œuvre les mesures adaptées permettant de prendre en compte les risques associés à la faible profondeur de la nappe. Pour les ouvrages de rétention enterrés, cela nécessite par exemple par pose de canalisations lestées par une dalle de béton armé.

En dehors des mesures de précaution techniques qui devront être intégrées à la conception pour assurer la durabilité des ouvrages d'assainissement dans le temps, aucune mesure corrective ne devra nécessairement mise en œuvre.

6.4.4.2 Evaluation des incidences qualitatives du projet sur les eaux souterraines

Compte tenu de sa faible profondeur et de la perméabilité des alluvions, la nappe d'accompagnement de la Seine apparait relativement vulnérable vis-à-vis d'une pollution de surface. Cette spécificité a pu être confirmée par les études de pollution des milieux qui ont démontré que dans certains secteurs de la zone d'étude, les eaux souterraines pouvaient être dégradées sous l'influence des activités industrielles passées. C'est notamment le cas du site GPN où les eaux souterraines présentent une agressivité liée à leur acidité.

D'un point de vue qualitatif, en situation aménagée, deux types de pollution peuvent entrainer des effets sur les eaux souterraines au droit du site. Il s'agit :

- Des pollutions chroniques qui correspondent :
    - Aux eaux ayant lessivé les plateformes routières et parkings après les épisodes pluvieux. Elles sont directement liées au trafic avec l'usure des véhicules, l'émission des gaz d'échappement (poussière à l'origine de la turbidité des eaux, plomb, zinc, hydrocarbures, graisses, phénols, benzopyrènes) ;
    - Aux eaux de ruissellement qui, après infiltration, percoleraient un horizon de terrain pollué.
- Des pollutions accidentelles qui sont liées au déversement accidentel de produits potentiellement dangereux sur la chaussée.

Les effets prévisibles sont donc négatifs et permanents mais restent néanmoins relativement modérés eut égard à la nature du projet et des activités projetées sur le site qui restent relativement peu polluantes en comparaison a des activités industrielles par exemple.

6.4.4.3 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences qualitatives du projet sur les eaux souterraines

En situation aménagée, on constate que les principales sources de pollution susceptibles d'affecter les eaux souterraines d'un point de vue qualitatif proviennent principalement de l'infiltration d'eaux pluviales dans les sols ou d'un évènement accidentel (phénomène présentant une occurrence relativement faible).

Les principes d'assainissement pluvial et de gestion des terrains pollués développés dans le cadre de la mise en œuvre du projet sont réalisés conformément aux règles de l'art et répondent à une approche technique et environnementale appropriée qui permet notamment d'éviter ou de limiter considérablement les risques de transfert de polluants vers les eaux souterraines.

Ces principes reposent sur :

- La mise en place d'un plan de gestion des terres impactées visant à éviter ou réduire les effets potentiels des terrains pollués sur la santé humaine et l'environnement.
- La mise en place d'un réseau de collecte séparative des eaux pluviales permettant d'assurer la collecte, le tamponnement et le traitement des eaux de ruissellement de voiries. Ce réseau est présenté plus précisément dans la partie précédente relative aux eaux superficielles.

  A ce stade de conception du projet, on rappellera que les principes de conception du réseau d'assainissement permettront de garantir :
    - Une collecte quantitative des eaux pluviales pour un évènement centennal (évènement le plus défavorable) ;
    - Un traitement qualitatif des eaux collectées par le biais d'ouvrage de dépollution efficaces basée sur :
        - Le piégeage des principaux polluants à la source (bouches siphonnées décantées) ;
        - Un dispositif d'abattement de la charge de pollution basé soit sur de l'infiltration ou de la phytoremédiation au niveau de surfaces paysagères, soit sur de la décantation ;
        - Un dispositif de confinement d'une éventuelle pollution accidentelle au niveau des bassins eau qui constituent l'axe vert et bleu.

En complément de ce dernier point, on rappellera que le projet prévoit d'étanchéifier les bassins F, G et H du canal bleu. La pose d'une géomembrane sur les parois et en fond d'ouvrage, répondra en effet à deux objectifs :

- Maintenir une zone en eau permanente ;
- Confiner une pollution accidentelle.

Compte tenu des mesures envisagées par la SPL pour gérer les eaux de ruissellement et ainsi éviter les risques de transferts de pollution vers la nappe alluviale, le projet est susceptible d'entrainer une amélioration de la qualité des eaux souterraines.

6.4.5 Incidences sur l'aléa inondation et mesures

6.4.5.1 Evaluation des incidences du projet sur l'aléa inondation

En situation aménagée, les incidences prévisibles du projet d'éco-quartier vis-à-vis de la prise en compte des aléas d'inondation du secteur peuvent concerner :

- <u>*Pour le risque d'inondation par remontée de nappe :*</u>
  - Une modification du fonctionnement hydrogéologique local : compte tenu de la taille du projet et du contexte hydrogéologique au droit du site (nappe d'accompagnement de la Seine), les incidences en situation aménagée seront relativement limitées.
  - Des problèmes d'insalubrité ou de sécurité vis-à-vis des aménagements de l'éco-quartier : pour tout ce qui concerne les contraintes techniques associées à la faible profondeur de la nappe, on notera que des mesures adéquates seront mises en œuvre sur la base des études géotechniques menées dans le cadre des phases de conception ultérieures.

- <u>*Pour le risque d'inondation par débordement de la Seine :*</u>
  - Une modification de l'emprise actuelle de la zone d'expansion de crue (sous l'effet des remblais et des constructions) qui peut se traduire par l'apparition de dysfonctionnements ou une augmentation de la sensibilité vis-à-vis de l'aléa inondation par débordement de la Seine au droit, à l'aval et/ou à l'amont du projet.
  - Des risques pour la sécurité des usagers, notamment au niveau des sous-sols ou des rez-de-chaussée concernés par le zonage des inondations par débordement de la Seine.

Au regard de ces éléments, il ressort une sensibilité importante du projet vis-à-vis des risques d'inondation par débordement de la Seine.

6.4.5.2 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences du projet sur l'aléa inondation

Dans le cadre du projet d'éco-quartier Flaubert, la SPL Rouen Normandie Aménagement a souhaité mettre en œuvre un certains nombres de mesures visant à réduire l'impact du projet sur l'aléa inondation. Ces mesures ainsi que les effets résiduels après leur mise en place, sont détaillés ci-après.

<u>Mesures correctives mises en œuvre pour limiter les incidences du projet sur l'aléa inondation</u>

Cet enjeu majeur lié au risque d'inondation a été pris en compte dès la réflexion d'aménagement du projet puisqu'il s'agissait dès le marché de définition d'un critère d'évaluation des trois équipes de maîtrise d'œuvre. Ainsi, l'équipe de maîtrise d'œuvre retenue a construit le projet :

- En limitant dès que possible les remblais en zone inondable pour limiter à la source les impacts potentiels ;
- En recherchant un équilibre entre remblais et déblais sur l'ensemble du secteur de l'éco-quartier.

  Dans cette logique, les déblais prévus dans le cadre de la réalisation des bassins en eau et paysagers du canal permettaient de compenser les remblais en zone inondable réalisés sur les autres secteurs du projet d'éco-quartier Flaubert, notamment au niveau de la butte paysagère de la Presqu'île Rollet et au niveau des îlots privés.

La mise en place de cette mesure (création du canal bleu) dès les premières phases de réflexion portées sur le projet a ainsi permis de réduire les incidences des remblais effectués au sein de l'éco-quartier.

Par la suite, compte tenu de l'étendue du projet et des limites que présente la méthode de calculs rationnelle basée sur une approche déblais-remblais uniquement volumétrique, il a été retenu de réaliser une modélisation hydraulique au stade AVP de la conception permettant de prendre en compte l'aspect dynamique du cours d'eau en cas de crue exceptionnelle.

Le modèle hydraulique de cet état futur a été calé en tenant compte :

- De la finalisation des aménagements au niveau de la presqu'île Rollet (tranche 2 de la seconde phase d'aménagement des Bords de Seine) ;
- De la modification de la topographie au niveau du parking multiservices du GPMR ;
- Des futurs bassins qui composeront le canal bleu et vert (considérés comme étant totalement remplis au début de la simulation) ;
- Des futures voiries de l'éco-quartier ;
- D'une cote de constructibilité fixée à 5.97 m NGF qui permet de prendre en compte :
  - Le PPRI imposant une cote de plancher 30 cm au-dessus de la crue de référence (5.65 m NGF) ;
  - Une rehausse du niveau marin de 60 cm à l'horizon 2100 qui augmenterait le niveau de la Seine de 32 cm au droit du projet (cf. annexe 1).

Par comparaison des niveaux d'eau relevés aux points de référence retenus pour le calage du modèle initial aux conditions limites, les résultats de la modélisation en situation future incluant l'éco-quartier Flaubert montrent qu'il n'y a pas d'évolution du niveau de la Seine par rapport à la situation réelle en situation actuelle (avec le Pont Flaubert, les aménagements déjà réalisés sur les bords de Seine et la presqu'île Rollet).

En revanche, si l'on analyse l'évolution du niveau de la Seine par rapport à la situation de référence (sans Pont Flaubert ni aménagements bords de Seine), on constate une légère variation du niveau d'eau :

- Une élévation globale du niveau de la Seine de l'ordre de 2 cm à l'amont du projet ;
- Une élévation globale du niveau de la Seine de l'ordre de 3 cm au droit du projet ;
- Une diminution du niveau de la Seine de l'ordre de 1 cm à l'aval immédiat du projet.

Tableau 30 : Evolution du niveau de la Seine en période de crue (DHI – Juillet 2015)

	Point 1 (amont)		Point 2 (projet)		Point 3 (aval immédiat)		Point 4 (aval éloigné)	
PPRI initial	5,67 m		5,65 m		5,62 m		5,58 m	
Etat de référence (sans pont Flaubert)	5,677 m	+ 0,7 cm	5,653 m	+ 0,3 cm	5,621 m	+ 0,1 cm	5,570 m	- 1,0 cm
Etat initial – Situation 2011	5,709 m	+ 3,2 cm	5,685 m	+3,2 cm	5,620 m	-0,1 cm	5,570 m	=
Etat actuel – Situation 2015	5,70 m	- 0,9 cm	5,68 m	-0,5 cm	5,61 m	- 1,0 cm	5,570 m	=
Etat futur – Situation projetée	5,70 m	=	5,68 m	=	5,61 m	=	5,570 m	=

Les points sont localisés sur le schéma ci-contre.

En observant les résultats de la modélisation dans le détail, on peut constater que :

- **Les aménagements qui engendrent majoritairement le rehaussement de la ligne d'eau de la Seine sont liés à la construction des piles du pont Flaubert ;**
- **L'aménagement des Bords de Seine n'a pas eu de conséquence sur le niveau de la ligne d'eau ;**
- **L'aménagement de l'éco-quartier Flaubert n'aura pas d'incidence sur le niveau de la ligne d'eau ;**
- **L'emprise de la zone inondable reste limitée sur la zone du projet et se concentre essentiellement au droit des infrastructures où le risque d'inondation est déjà présent (parking multiservices du GPMR, voies ferrées, avenue Béthencourt) ;**
- **Le projet ne génère que des incidences locales, dues au remaniement du terrain naturel au droit du site, et qu'aucun impact n'est observé à l'extérieur de la zone de projet ;**
- **Le niveau d'eau en situation future s'établit à la cote 5.68 m NGF au droit du projet.**

Schéma 114 : Impact du projet d'éco-quartier Flaubert sur les lignes d'eau par rapport à la situation actuelle de 2015 (DHI – Juillet 2015)

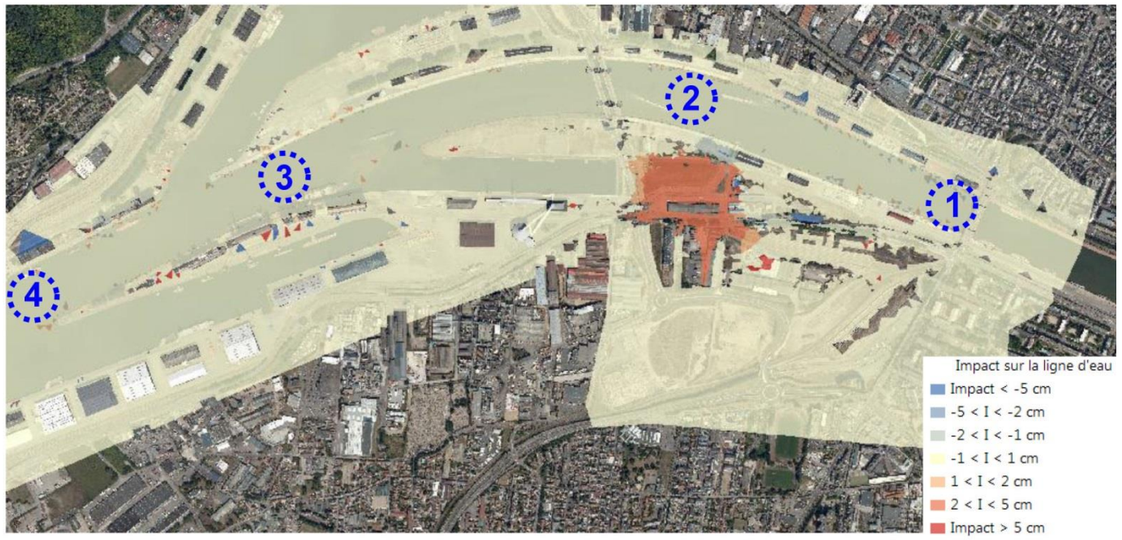
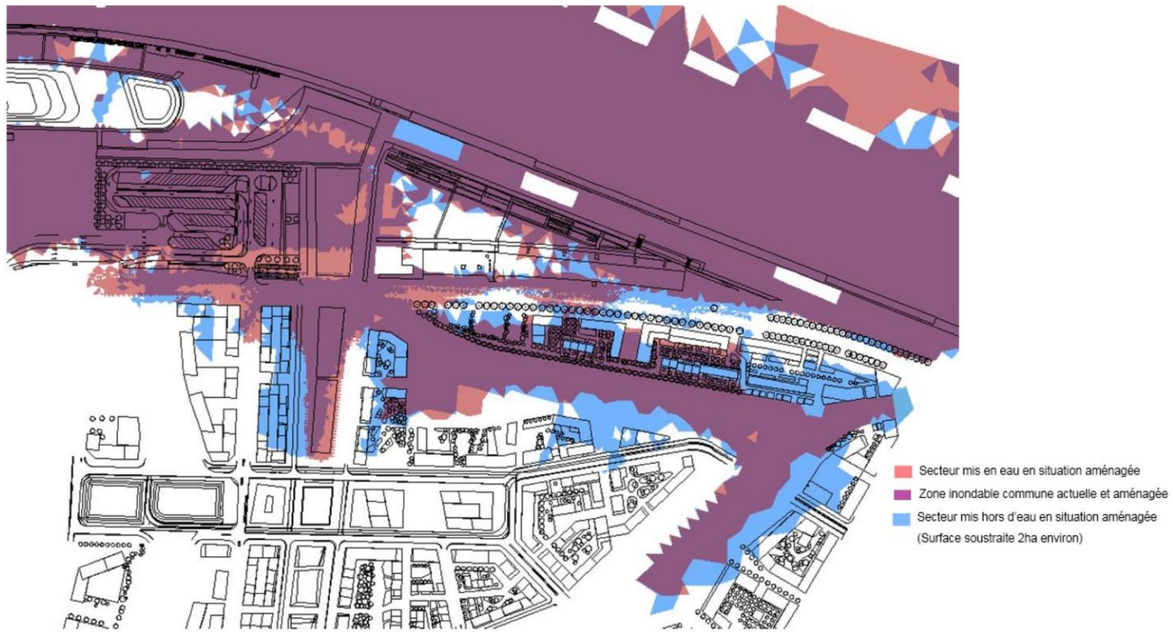


Schéma 115 : Impact du projet d'éco-quartier Flaubert sur l'emprise de la zone inondable par rapport à la situation actuelle de 2015 (DHI – Juillet 2015)



6.4.6 Incidences sur le milieu naturel et mesures

6.4.6.1 Evaluation des incidences du projet sur les milieux naturels et la biodiversité locale

Au vu du projet présenté dans le chapitre 5, les aménagements prévus vont dans le sens d'une amélioration de l'attractivité de la zone pour un plus grand nombre d'espèces (autre que les espèces ubiquistes[8]), un développement du potentiel d'accueil en termes de gîtes et une meilleure connectivité de la zone en son sein, potentiellement avec les zones boisées en rive droite (à l'Ouest du site).

- *Incidences sur la flore et les habitats naturels*

  En situation aménagée, le projet aura un effet positif permanent par le biais de la création d'une grande diversité d'espaces de nature sur d'importantes surfaces (butte boisée de la Presqu'île Rollet, espace public végétalisé avec fonction hydraulique, promenade vers la Seine constituée d'une succession de bassins paysagers et de bassins en eau, alignements d'arbres, …). Ainsi, les enjeux pour la flore et les habitats naturels concerneront le choix des espèces implantées sur le site et l'entretien des espaces verts.

- *Incidences sur la faune*

  - *Impacts par destruction d'individus ou d'habitat*

    Les diverses espèces faunistiques inféodées aux milieux présents sont susceptibles d'être impactées par la gestion conduite sur leurs habitats en phase d'exploitation. C'est notamment le cas des insectes (Oedipode turquoise notamment) qui sont susceptibles d'être touchés par une gestion trop intensive (tonte notamment) des espaces ouverts, mais également du Lézard des murailles ou des oiseaux qui peuvent être impactés par la gestion des dépendances vertes. Cet impact est néanmoins jugé faible.

  - *Impact par dérangement*

    La création d'espace public et la mise en place de nouvelles voies de circulations sont susceptibles de conduire à une augmentation notable de la fréquentation des milieux conservés. Une augmentation du dérangement est donc à prévoir, susceptible notamment de toucher les oiseaux en période de nidification. Cependant, compte tenu de leur emprise, les espaces paysagers prévus dans le cadre du projet d'aménagement de l'éco-quartier Flaubert constitueront des espaces d'accueil favorables qui permettront de limiter la pression par dérangement. Au vu des cortèges d'espèce susceptibles de fréquenter l'aire d'étude, largement implantée en contexte urbain, cet impact est jugé nul à positif.

  - *Impact par liés aux déplacements d'espèces*

    Concernant la trame verte et bleue, à ce stade de conception du projet, on peut préciser que la création de l'axe vert et bleu et de l'espace public végétalisé présentent un effet plutôt bénéfique pour le secteur d'étude, notamment du fait de la diversification des habitats qu'ils proposent mais également par le lien tissé entre ces différents éléments, la Seine et la Presqu'île Rollet transformée en parc paysager. Le lien entre ces différents aménagements est créé par les alignements d'arbres qui sont développés le long des principales voies de circulation du secteur et viennent compléter les alignements existants. Ainsi, BIOTOPE indique dans son expertise qu'au vu du projet présenté, les aménagements prévus vont dans le sens d'une meilleure connectivité de la zone en son sein et potentiellement avec les zones boisées en rive droite (à l'Ouest du site). L'impact du projet sur la trame verte et bleue sera donc positif dans le sens où les espaces de nature prévus dans le projet d'éco-quartier Flaubert permettront à la fois de renforcer le corridor écologique majeur de la Seine et, grâce à la promenade vers la Seine et à l'axe vert et bleu, de développer une pénétrante verte en direction de Petit Quevilly. On se réfèrera au schéma inséré en page suivante.

[8] *En écologie, l'ubiquité (on trouve plus souvent le qualificatif ubiquiste) est la capacité d'un être vivant (plante, animal, bactérie…) à habiter dans des biotopes variés.*

6.4.6.2 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences du projet sur les milieux naturels et la biodiversité locale

Au vu des éléments qui précèdent, les impacts du projet sur la faune, la flore et les milieux apparaissent réduits. Toutefois, la SPL a retenu deux dispositions permettant de limiter et compenser les incidences potentielles de l'éco-quartier Flaubert sur les enjeux identifiés. Il s'agit de :

- *Dispositions d'aménagement et entretien des espaces verts*

  Sur les nouveaux espaces verts créés et surtout au niveau des bassins paysagers de l'axe vert et bleu, les semis monospécifiques de type ray-grass seront évités. A la place, il peut être envisagé de travailler en faveur de l'installation de communautés végétales de type prairial, offrant des capacités d'accueil importantes pour la faune (insectes, oiseaux…) et pour la flore.

  Des mélanges de graines provenant d'espèces autochtones seront sélectionnés et implantés en fin d'été. Le choix des espèces se fera en fonction de la qualité des sols.

  L'aménagement des espaces verts pourra être complété par l'implantation d'espèces ligneuses autochtones, tout en conservant d'importantes surfaces herbacées favorables, notamment, aux insectes.

  Afin d'assurer l'intérêt des espaces verts pour la biodiversité, une gestion écologique sera mise en place. Celle-ci inclut notamment :

  - Entretien des espaces verts (ou à défaut de quelques ilots) par une fauche tardive (idéalement à la fin de l'été) ;
  - Taille des arbres hors période de nidification des oiseaux (proscrire entre mars et juillet) ;
  - Maintien des arbres à cavités et renouvellement des arbres en cas de mortalité ;
  - Préférence pour la lutte biologique par rapport aux traitements chimiques.

- *Recréation d'habitats de substitution pour le Lézard des murailles*

  En complément de la conservation des faisceaux ferroviaires qui sont localisés sur le site d'implantation du projet, la SPL propose de conforter la présence du Lézard des murailles dans le périmètre de l'éco-quartier Flaubert en proposant, dans le cadre de l'aménagement du projet, l'intégration d'éléments favorables à ce reptile.

  Le projet comprendra donc, en divers points bien ensoleillés de l'éco-quartier, l'installation de murets de pierres sèches, éléments facilement colonisés par l'espèce.

  La mise en place de ces aménagements s'accompagnera de principes de gestion écologique visant à garantir les capacités d'accueil optimales pour le Lézard des murailles. A ce titre, l'utilisation de phytosanitaires sera interdite dans le cadre de l'entretien des murets.

Ainsi, les incidences du projet vont vers une amélioration de l'état actuel du site. En effet, le projet participe à :

- La diversification de la flore locale ;
- La multiplication des typologies d'habitats ;
- L'insertion du projet en tant qu'élément de renforcement de la trame verte et bleu favorisant la fréquentation du site et le déplacement des espèces tout en offrant des zones de refuges à l'abris des dérangements occasionnés par les activités projetées (butte boisée de la Presqu'île Rollet, espace public végétalisé avec fonction hydraulique, promenade vers la Seine constituée d'une succession de bassins paysagers et de bassins en eau, alignements d'arbres, …) ;
- La préservation de la faune locale par le biais des mesures de gestion adaptée (modalité d'entretien des espaces verts) touchant l'ensemble des espèces floristiques et faunistiques et des compensations relatives au Lézard des murailles.

6.4.6.3 Evaluation des incidences du projet sur les sites Natura 2000

D'après l'article R.214-6 du Code de l'Environnement, la notice d'incidence doit comporter l'évaluation des incidences du projet sur un ou plusieurs sites Natura 2000, au regard des objectifs de conservation de ces sites.

Le contenu de l'évaluation d'incidence Natura 2000 est défini à l'article R.414-23 et peut se limiter à la présentation et à l'exposé définis au I de l'article R.414-23, dès lors que cette première analyse conclut à l'absence d'incidence significative sur tout site Natura 2000.

Au regard des paragraphes qui suivent, le projet d'aménagement ne nuira pas (directement ou indirectement) à la conservation des espèces et ne détruira pas les habitats naturels d'intérêt européen inscrit ou proposé au réseau NATURA 2000. Par ailleurs, il n'impactera en rien l'atteinte des objectifs de gestion/conservation/restauration des sites voisins.

Aussi, dans la mesure où le projet d'aménagement n'a pas d'impact (direct ou indirect) sur les sites NATURA 2000 les plus proches, il n'y a donc pas de mesures correctives à mettre en place.

Incidences directes

Le site du projet n'est concerné directement par aucun des sites NATURA 2000 identifiés dans le secteur d'étude et se situe à bonne distance de ceux-ci (> 5 km). Il n'aura donc aucun impact direct (destruction d'habitats ou dérangement des espèces) sur ces enjeux écologiques voisins.

Incidences indirectes sur les habitats des espèces exploitant les sites du réseau NATURA 2000 local

Aucun habitat naturel présent sur les sites NATURA 2000 n'a été identifié sur le site du projet. Ainsi, le projet ne détruira aucun habitat d'intérêt pour les espèces patrimoniales présentes sur les sites voisins. Au contraire, sur le plan fonctionnel, le site du projet s'insère dans le réseau écologique local en renforçant, en diversifiant et en pérennisant la trame verte le long de l'axe de la Seine dans ce secteur.

Par ailleurs, on peut également indiquer que compte tenu des aménagements prévus dans le cadre de la gestion des eaux pluviales au sein du projet, les risques de contaminations de la Seine sont réduits. Dans ces conditions, le projet ne sera pas susceptible de dégrader les habitats naturels et d'impacter les espèces présentes sur les 2 zones sensibles localisées à l'aval du projet (lien fonctionnel), à savoir :

- La ZSC : Boucles de la Seine amont - Coteau d'Orival - FR2300125 ;
- La ZPS : Estuaire et marais de la basse Seine - FR2310044.

Enfin, d'une manière plus générale, le projet d'aménagement présentera un effet indirectement bénéfique pour le patrimoine naturel local, y compris potentiellement pour les espèces exploitant les sites inscrits au réseau NATURA 2000, dans le sens où il participe à :

- La diversification de la flore locale ;
- La multiplication des typologies d'habitats ;
- L'insertion du projet en tant qu'élément de renforcement de la trame verte et bleu favorisant la fréquentation du site et le déplacement des espèces tout en offrant des zones de refuges à l'abris des dérangements occasionnés par les activités projetées (butte boisée de la Presqu'île Rollet, espace public végétalisé avec fonction hydraulique, promenade vers la Seine constituée d'une succession de bassins paysagers et de bassins en eau, alignements d'arbres, …).

Incidences indirectes sur les espèces exploitant les sites du réseau NATURA 2000 local

Indirectement, les impacts écologiques sur les espèces seront tout aussi limités :

- **Impacts sur le Faucon pèlerin :**
  - *Impacts par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase travaux :*

    L'impact sur le faucon pèlerin par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase travaux est considéré comme faible. En effet, cette espèce ne niche pas sur le site.
  - *Impact par dérangement en phase travaux :*

    Au vu du contexte local fortement urbanisé, les dérangements sont déjà existants et l'impact du chantier peut être considéré comme faible.
  - *Impacts par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase de fonctionnement de l'éco-quartier :*

    L'impact sur le faucon pèlerin par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase de fonctionnement de l'éco-quartier est considéré comme faible. En effet, cette espèce ne niche pas sur le site.
  - *Impact par dérangement en en phase de fonctionnement de l'éco-quartier :*

    Le faucon pèlerin est un oiseau de haut vol et ses proies (principalement des oiseaux de la taille de pigeons) sont capturées presque à 100 % alors qu'elles sont en vol. Au vu du contexte local fortement urbanisé, les dérangements sont déjà existants et l'impact du projet en fonctionnement peut être considéré comme faible.
- **Impacts sur les chiroptères :**

  On rappellera ici que la présence des 2 espèces visées à l'Annexe 2 de la Directive Habitats est considérée comme occasionnellement possible mais faiblement potentielle.
  - *Impacts par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase travaux :*

    L'impact sur les chiroptères par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase travaux est considéré comme faible car le projet ne prévoit pas de destruction de gîtes (principale cause de mortalité des chauves-souris en phase de travaux).
  - *Impact par dérangement en phase travaux :*

    Au vu du contexte local fortement urbanisé, et des espaces disponibles pour les chauves-souris autour du site, les individus pourront reporter leur activité.
    L'impact sur les chiroptères par dérangement en phase travaux peut être considéré comme faible.
  - *Impacts par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase de fonctionnement de l'éco-quartier :*

    Les aménagements prévus ne sont pas de nature à entrainer la destruction d'individus et/ou d'habitats en phase de fonctionnement.
    Au contraire, ils vont dans le sens d'une amélioration de l'attractivité de la zone et un développement du potentiel d'accueil en termes de gîtes. Dans ces conditions, l'impact pour les chiroptères devrait être positif.
  - *Impact par dérangement en en phase de fonctionnement de l'éco-quartier :*

    Les aménagements prévus vont dans le sens d'une amélioration de l'attractivité et une meilleure connectivité au sein et vers l'extérieur de la zone (notamment grâce à l'axe vert et bleu prévu dans le cadre de la présente opération d'aménagement et l'aménagement de la Presqu'île Rollet en cours de réalisation). Aussi, l'impact pour les chiroptères devrait être positif.

- **Impacts sur les poissons :**

  On rappellera ici que la présence des 2 espèces visées à l'Annexe 2 de la Directive Habitats relève d'une extrapolation des observations réalisées à l'amont et à l'aval du projet.

  - *Impacts par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase travaux :*

    Au vu de la taille du site, de la relative banalité des milieux et de leurs faibles capacités d'accueil, l'impact par destruction d'habitats d'espèces est jugé faible.
    L'impact sur les poissons par destruction d'individus en phase travaux est considéré comme nul.

  - *Impact par dérangement en phase travaux :*

    Au vu du contexte local fortement urbanisé, les dérangements pour les espèces de poissons sont déjà existants. L'impact sur les poissons par dérangement en phase travaux peut être considéré comme faible.

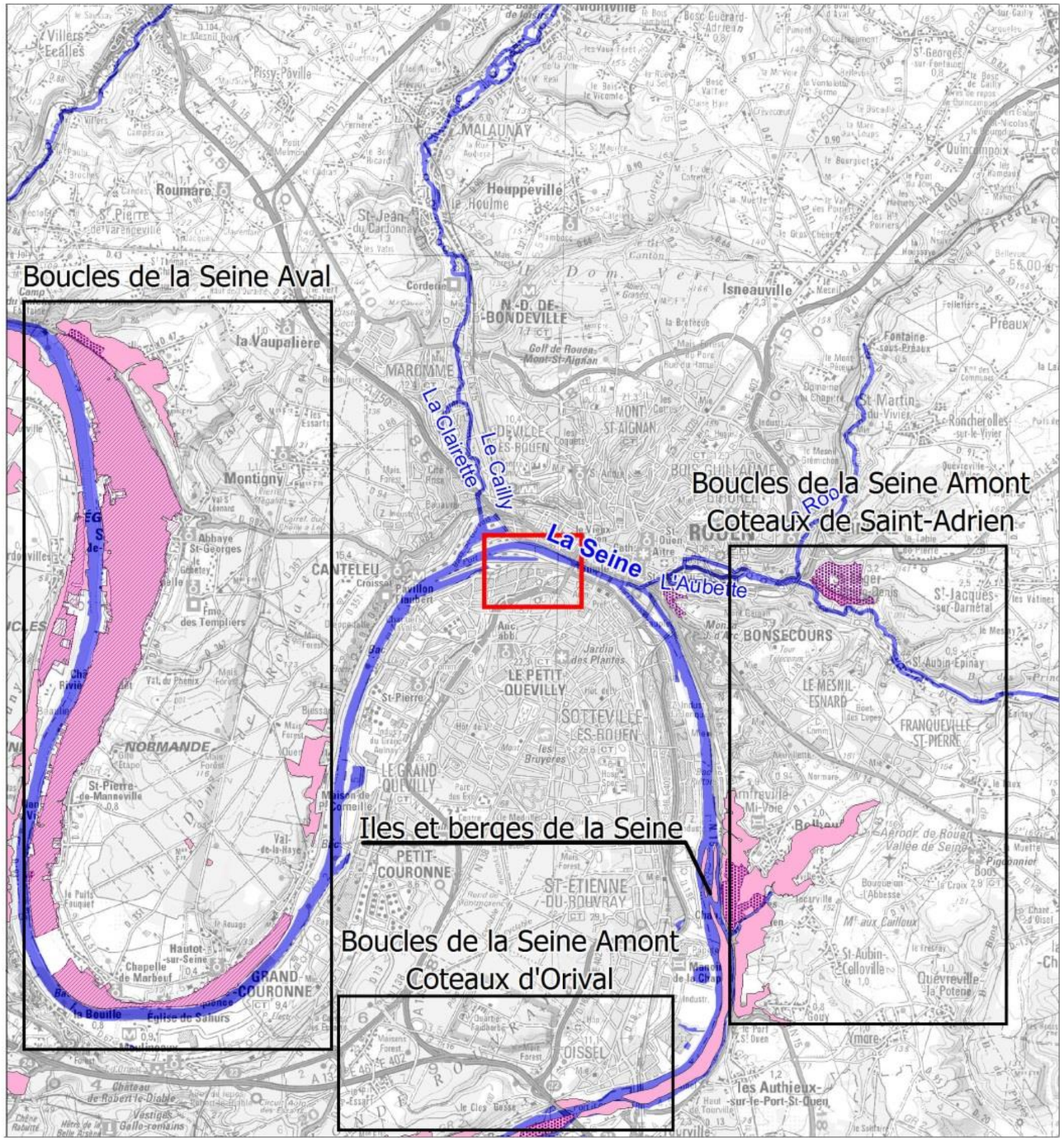
  - *Impacts par destruction d'individus et/ou d'habitat en phase de fonctionnement de l'éco-quartier :*

    Les aménagements prévus ne sont pas de nature à entrainer la destruction d'individus et/ou d'habitats en phase de fonctionnement.

  - *Impact par dérangement en en phase de fonctionnement de l'éco-quartier :*

    Les aménagements prévus ne sont pas de nature à entrainer la destruction d'individus et/ou d'habitats en phase de fonctionnement.

Schéma 116 : Localisation du secteur d'étude par rapport aux sites Natura 2000 les plus proches



6.4.7 Incidences sur les réseaux et mesures

D'après l'état initial, le secteur d'étude comprend des sites d'activités et des rues desservies par différentes natures de réseaux, comprenant notamment l'Assainissement Eaux usées et Eaux pluviales et l'Adduction d'Eau potable. Dans le cadre du dossier Loi sur l'Eau, seules les incidences et mesures liées aux réseaux d'eau potable, d'eaux usées et d'eau pluviales seront évoquées. Pour plus de détails au sujet des mesures liées aux autres réseaux divers, on se référera aux études d'impact du projet des Bords de Seine et du projet de création de ZAC, fournies en annexes.

6.4.7.1 Evaluation des incidences du projet sur les réseaux d'assainissement

L'état initial des réseaux, réalisé sur la base d'une consultation des différents gestionnaires, a permis de mettre en évidence des projets d'évolution des réseaux au niveau du secteur d'étude qui concernent plus particulièrement le réseau d'assainissement en lien avec la station d'épuration EMERAUDE.

Le concessionnaire a tenu à préciser à ce sujet que dans le cadre du Schéma Directeur de la Métropole, la solution qui a été retenue pour renforcer le réseau au droit du projet vise à réaliser un deuxième émissaire. Par ailleurs, d'après le SCOT, la station d'épuration est actuellement saturée et fait l'objet d'un projet extension destiné à augmenter sa capacité de 100 000 EH pour ainsi la faire passer à 650 000 EH à l'horizon 2017. Le Schéma directeur pour le territoire desservi par la station Emeraude évalue à 13 000 m³/j la charge supplémentaire à traiter par temps sec en prenant en compte des hypothèses de croissance de population (8,2 % à horizon de 25 ans) proches de celles du SCOT.

Néanmoins, si le projet aura un effet bénéfique compte tenu des améliorations apportées au maillage des réseaux, il pourra également avoir une incidence négative sur le bon fonctionnement local des réseaux sous l'effet d'un dysfonctionnement engendré en cas de mauvais dimensionnement des ouvrages du site. C'est pourquoi, des mesures ont été mises en œuvre à l'échelle du projet pour s'assurer du bon fonctionnement en situation projetée.

6.4.7.2 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences du projet sur les réseaux

Dans un premier temps, pour ce qui concerne les effets bénéfiques, on rappellera que le projet prévoit notamment de respecter les prescriptions du Plan Directeur d'Aménagement et de Développement qui correspondent à la création d'un réseau d'assainissement EP/EU de type séparatif sur toutes les voies nouvelles et sur certaines voies existantes pour permettre les différents raccordements à l'existant.

Les mesures correctives associées au raccordement du réseau EP à l'existant, sont détaillées dans la partie précédente relative aux eaux superficielles.

Pour ce qui concerne le réseau EU de l'éco-quartier, on rappellera que le projet prévoit la mise en place de boites de branchements en attente avec tampons fonte sur cadre scellé et joints incorporés en limite du domaine public au niveau chaque îlot privé, et des canalisations d'évacuation en fonte 150 et 200 mm. Le réseau principal sera mis en œuvre avec regards de visite, aux dérivations de réseau et tous les 50 m maximum. Les regards de visite seront préfabriqués de 1 000 mm de diamètre, à joints incorporés, avec tampons fonte sur cadre scellé mis en place tous les 50 m. Les raccordements sur réseau existant seront soit sur regard de visite existant soit par création de regard de visite sur réseau existant.

La localisation des surfaces assainies en lien avec les différents points de raccordement de l'éco-quartier au réseau existant est synthétisée sur le schéma ci-contre.

La mise en œuvre des mesures envisagées par la maîtrise d'ouvrage pour éviter les problématiques de dysfonctionnement continuera de faire l'objet, lors des phases de conception ultérieures, d'une concertation importante avec le service assainissement de la Métropole afin de prendre en compte toutes les dispositions nécessaires au bon fonctionnement futur des réseaux d'assainissement au niveau du secteur d'étude.

Schéma 117 : Réseau d'assainissement en lien avec la station d'épuration EMERAUDE (EGIS)

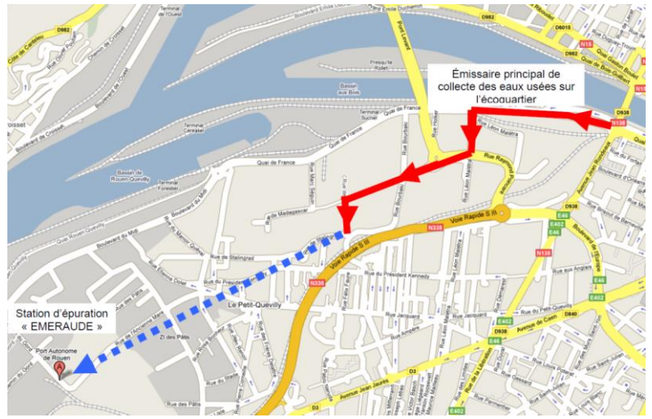
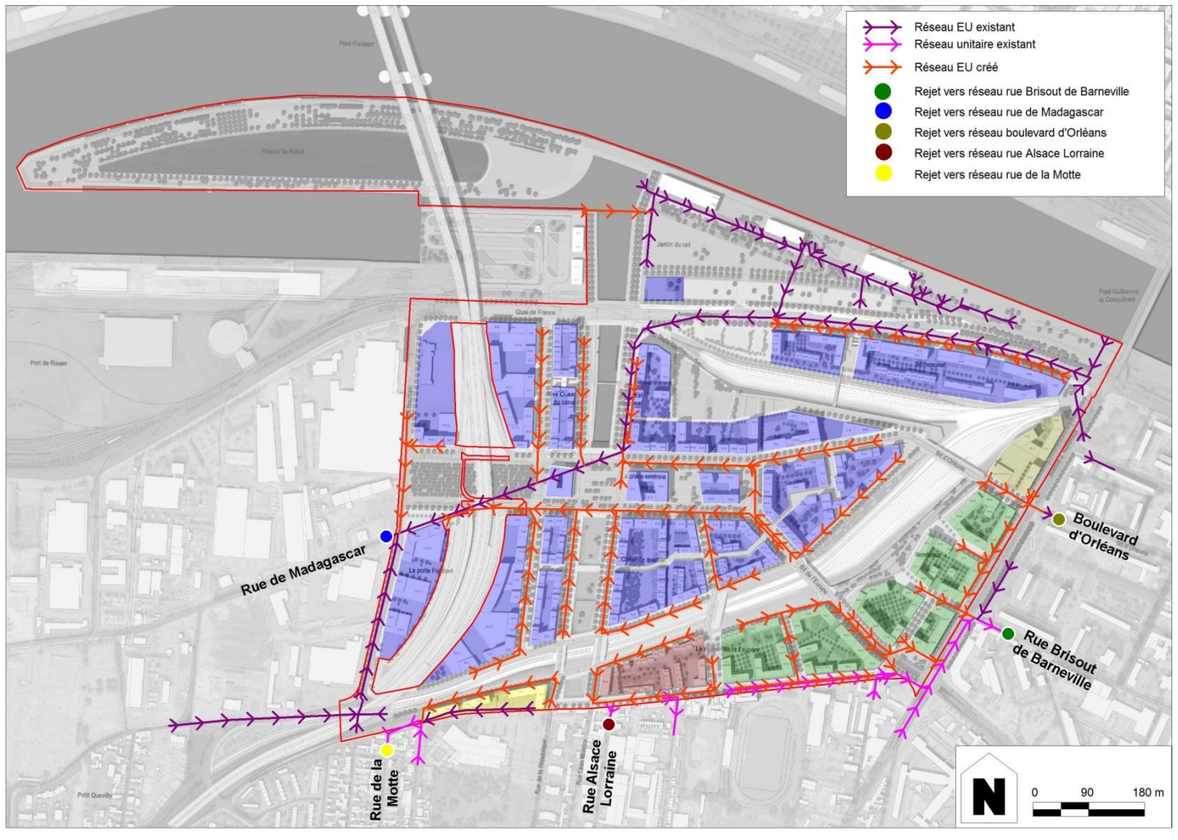


Schéma 118 : Gestion des eaux usées au sein de l'éco-quartier Flaubert



6.4.7.3 Evaluation des incidences du projet sur la ressource en eau potable

Au regard des données du Rapport sur le Prix et la Qualité du Service eau potable édité par la Métropole Rouen Normandie dans le cadre de l'exercice 2013, la zone d'étude est desservie par 4 usines de production d'eau potable.

Selon les prélèvements autorisés par les différents arrêtés de DUP, la capacité de production résiduelle s'élève en moyenne à 95 565 m³/j. Toutefois, dans l'état actuel des installations de production, les capacités résiduelles de production sont limitées à 59 065 m³/j en moyenne.

En situation future, les usages envisagés au niveau de l'éco-quartier Flaubert seront à l'origine d'une consommation d'eau potable afin de subvenir aux besoins des usagers. Les principaux usages concerneront :

- Les usages sanitaires ;
- Les usages alimentaires.

On notera que les opérations d'entretien des espaces publics (lavage des voiries, arrosage des espaces verts) ne sont pas prises en compte dans le cadre de cette approche préalable.

L'estimation des volumes d'eau potable qui seront consommés par les usagers de l'éco-quartier Flaubert est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 31 : Estimation de la consommation d'eau potable engendrée par le projet

Eco-quartier Flaubert	Estimations du nombre d'usagers	Ratio de consommation d'eau	Estimation des volumes consommés	Capacité résiduelle des installations de production d'eau potable qui desservent le secteur
Habitants	5 500 à 6 500	137 L / jour[9]	753 à 890 m³/j	
Actifs	3 000 à 4 000	50 L / jour[10]	150 à 200 m³/j	
		TOTAL	903 à 1 090 m³/j	59 065 m³/j

Au regard des capacités résiduelles de production des installations qui desservent le secteur étudié, il semble que les incidences du projet sont relativement limitées.

6.4.7.4 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences du projet sur la ressource en eau potable

Même si à ce stade du projet, les incidences sur la ressource en eau potable semble relativement limitée, la maîtrise d'ouvrage envisage néanmoins la mise en place de deux dispositions qui permettront de limiter les consommations d'eau potable engendrées par le projet d'éco-quartier Flaubert :

- La mise en œuvre de dispositifs de récupération des eaux pluviales afin d'offrir une ressource alternative à l'eau potable pour les usages qui le permettent selon la réglementation en vigueur ;
- La mise en place de limiteurs de débit au sein des bâtiments pour permettre aux usagers de maîtriser leur consommation d'eau.

Ces deux orientations seront développées dans les fiches de lots destinées aux futurs aménageurs privés.

9 *Exploitation des données du Système d'information sur l'eau (SIE) - http://www.eaufrance.fr/*

10 *Exploitation des données du Syndicat Mixte d'Etudes et de Gestion de la Ressource en Eau du département de la Gironde – Principaux ratios de consommation d'eau – 2007 – Le ratio utilisé correspond à la fourchette haute de consommation d'eau d'un employé administratif dans un bâtiment de faible capacité*

6.4.7.5 Incidences du projet sur les réseaux divers

Si le projet d'éco-quartier Flaubert peut dans une certaine mesure avoir un effet bénéfique compte tenu :

- Des améliorations du maillage des réseaux qu'il engendre dans le secteur d'étude ;
- Des éventuelles restructurations envisagées concernant les réseaux vétustes (cas du réseau téléphonique) ;
- De l'insertion des réseaux dans l'environnement du projet grâce à l'effacement des réseaux aériens ;

Il pourra également avoir une incidence négative sur le bon fonctionnement local des réseaux sous l'effet d'un dysfonctionnement engendré en cas de mauvais dimensionnement des ouvrages de desserte du site.

6.4.7.6 Mesures correctives mises en œuvre pour éviter, réduire ou compenser les incidences du projet sur les réseaux divers

Afin d'assurer la protection des réseaux présents sur le site ou faisant l'objet d'une servitude déployée sur le site, les entreprises travaillant sur le site devront adresser une DICT à chaque gestionnaire identifié préalablement à la réalisation des travaux d'aménagement.

Par ailleurs, dans le cadre de la réalisation des travaux, les préconisations inscrites à l'article L554-1 du Code l'environnement, créé par la loi Grenelle II du 12 juillet 2010, seront respectées. A cet effet, le Maître d'Ouvrage s'engage à ce que les travaux réalisés à proximité des réseaux soient effectués dans des conditions qui ne seront pas susceptibles de porter atteinte à la continuité de fonctionnement de ces réseaux, à l'environnement, à la sécurité des travailleurs et des populations situées à proximité du chantier ou à la vie économique.

Préalablement à la réalisation des travaux, des procédures seront définies en concertation avec les concessionnaires pour établir les modalités de connexion des réseaux projetés sur les réseaux existants afin d'éviter les dysfonctionnements qui pourraient découler de ces opérations.

Concernant les effets bénéfiques, le projet prévoit notamment de respecter les prescriptions du Plan Directeur d'Aménagement et de Développement qui sont détaillées dans l'état initial et qui correspondent :

- A l'enfouissement des réseaux EDF aériens situés sur les voies à requalifier ;
- A la création d'un réseau de téléphone et télédistribution sur toutes les voies nouvelles et à l'enfouissement des réseaux FT aériens situés sur les voies à requalifier.

Pour éviter les risques de dysfonctionnement des réseaux divers à l'amont, au droit ou à l'aval du projet, une étude de dimensionnement sera effectuée dans le cadre des phases de conception à venir afin d'identifier précisément :

- Les besoins liés au fonctionnement de l'éco-quartier ;
- La capacité des réseaux à répondre aux besoins identifiés ;
- La nécessité de mettre en œuvre des mesures de renforcement du réseau.

6.4.7.7 Incidences du projet sur les servitudes d'utilité publique et mesures

Les servitudes d'utilité publique sont des limites administratives du droit de propriété, mises en place dans un but d'utilité publique au bénéfice de personnes publiques, de concessionnaires de service publics et de personnes privées exerçant une activité d'intérêt général.

La prise en compte des servitudes grevant le territoire d'implantation du projet a été intégrée à la conception de l'éco-quartier Flaubert. Ces servitudes n'ont pas d'incidences directes sur l'eau et les milieux aquatiques.

6.5 Compatibilité du projet avec les documents de planification, d'orientation, de prévention et d'urbanisme

6.5.1 Compatibilité avec la directive européenne 2000/60/CE

6.5.1.1 Directive européenne 2000/60/CE

La directive 2000/60/CE établi un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. L'article premier de la présente directive a pour objet d'établir un cadre pour la protection des eaux intérieures de surface, des eaux de transition, des eaux côtières et des eaux souterraines, qui :

a. Prévienne toute dégradation supplémentaire, préserve et améliore l'état des écosystèmes aquatiques ainsi que, en ce qui concerne leurs besoins en eau, des écosystèmes terrestres et des zones humides qui en dépendent directement ;

b. Promeuve une utilisation durable de l'eau, fondée sur la protection à long terme des ressources en eau disponibles ;

c. Vise à renforcer la protection de l'environnement aquatique ainsi qu'à l'améliorer, notamment par des mesures spécifiques conçues pour réduire progressivement les rejets, émissions et pertes de substances prioritaires, et l'arrêt ou la suppression progressive des rejets, émissions et pertes de substances dangereuses prioritaires; ;

d. Assure la réduction progressive de la pollution des eaux souterraines et prévienne l'aggravation de leur pollution, et

e. Contribue à atténuer les effets des inondations et des sécheresses, et contribue ainsi :

- *à assurer un approvisionnement suffisant en eau de surface et en eau souterraine de bonne qualité pour les besoins d'une utilisation durable, équilibrée et équitable de l'eau ;*
- *à réduire sensiblement la pollution des eaux souterraines ;*
- *à protéger les eaux territoriales et marines,*
- *à réaliser les objectifs des accords internationaux pertinents, y compris ceux qui visent à prévenir et à éliminer la pollution de l'environnement marin par une action communautaire au titre de l'article 16, paragraphe 3 ;*
- *à arrêter ou supprimer progressivement les rejets, émissions et pertes de substances dangereuses prioritaires présentant un risque inacceptable pour ou via l'environnement aquatique, dans le but ultime d'obtenir, dans l'environnement marin, des concentrations qui soient proches des niveaux de fond pour les substances présentes naturellement et proches de zéro pour les substances synthétiques produites par l'homme.*

6.5.1.2 Compatibilité du projet avec la directive européenne 2000/60/CE

Le projet d'éco-quartier Flaubert est en accord avec la directive européenne 2000/60/CE, si l'ensemble des prescriptions du présent dossier est suivi.

Ainsi, considérant que le projet prévoit de gérer et notamment de tamponner les eaux pluviales ruisselées au sein de l'éco-quartier pour un évènement centennal, il aura des d'incidences, d'ordre quantitatif ou qualitatif, limitées sur les eaux superficielles.

De même, la nature du projet (principalement à vocation d'habitat), le contexte hydrogéologique au droit du site d'implantation (nappe alluviale de la Seine) et les mesures mises en œuvre pour réduire le risque de pollution (noues végétalisées, bassins enherbés pour le canal vert, bassins imperméabilisés pour le canal bleu, débourbeurs/déshuileurs, etc.) sont autant d'éléments qui limiteront les incidences sur la qualité des eaux de la nappe de la craie.

Enfin, la compensation des volumes de terres remblayés par la création d'un canal bleu et vert au cœur de l'éco-quartier permettra de limiter significativement les incidences du projet sur le champ d'expansion de crue de la Seine.

6.5.2 Contribution à la réalisation des objectifs visés à l'article L.211-1 ainsi qu'aux objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D.211-10

6.5.2.1 Article L.211-1 du Code de l'Environnement pris en application de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30-12-2006

Les dispositions des chapitres Ier à VII du titre Ier (Eau et milieux aquatiques) ont pour objet une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau.

Cette gestion prend en compte les adaptations nécessaires au changement climatique et vise à assurer :

1° La prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ; on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ;

2° La protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales ;

3° La restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération ;

4° Le développement, la mobilisation, la création et la protection de la ressource en eau ;

5° La valorisation de l'eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource ;

6° La promotion d'une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau.

Par ailleurs, la gestion équilibrée doit permettre en priorité de satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population.

Elle doit également permettre de satisfaire ou concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences :

1° De la vie biologique du milieu récepteur, et spécialement de la faune piscicole et conchylicole ;

2° De la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations ;

3° De l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, des transports, du tourisme, de la protection des sites, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées.

6.5.2.2 *Article D.211-10 Code de l'Environnement*

Dans les documents de programmation et de planification élaborés et les décisions prises par l'Etat, ses établissements publics et les autres personnes morales de droit public et en vue d'assurer une amélioration continue de l'environnement, sont pris comme référence les objectifs de qualité définis :

1° Aux tableaux I et II annexés à l'article D.211-10 en ce qui concerne la qualité des eaux conchylicoles et des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons ;

2° A l'arrêté mentionné au premier alinéa de l'article R.1321-38 du code de la santé publique en ce qui concerne la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire ;

3° A l'article D. 1332-2 du code de la santé publique en ce qui concerne les eaux des bassins de piscine et, en ce qui concerne la qualité des eaux de baignade, à la colonne I du tableau figurant au I de l'annexe au décret n° 2008-990 du 18 septembre 2008 relatif à la gestion de la qualité des eaux de baignade et des piscines puis à l'arrêté prévu à l'article D. 1332-27 du même code à partir du 1er janvier 2013.

6.5.2.3 *Contribution du projet à la réalisation des objectifs visés à l'article L.211-1 ainsi qu'aux objectifs de qualité des eaux prévus par l'article D.211-10*

Conformément aux dispositions de l'article R.214-6 du Code de l'Environnement rappelant les dispositions applicables aux opérations soumises à autorisation, le présent dossier fait état de sa contribution à l'atteinte des objectifs de qualité des eaux visés aux articles L.211-1 et D.211-10 du même code. Les pratiques et les différentes précautions qui y sont associées permettent en effet de limiter les atteintes à la qualité des eaux.

Ainsi, il apparaît que les mesures correctives intégrées au système d'assainissement pluvial mis en place dans le cadre du présent projet d'éco-quartier sont compatibles avec les objectifs définis par les articles L.211-1 et D.211-10 du Code de l'Environnement.

6.5.3 Compatibilité avec le SDAGE-Seine Normandie

En préambule, il convient de préciser que le SDAGE actuellement en vigueur concerne la période 2010-2015. Ce document est en cours d'actualisation en vue de permettre la mise en place du programme d'aménagement et de gestion des eaux sur la période 2016-2021.

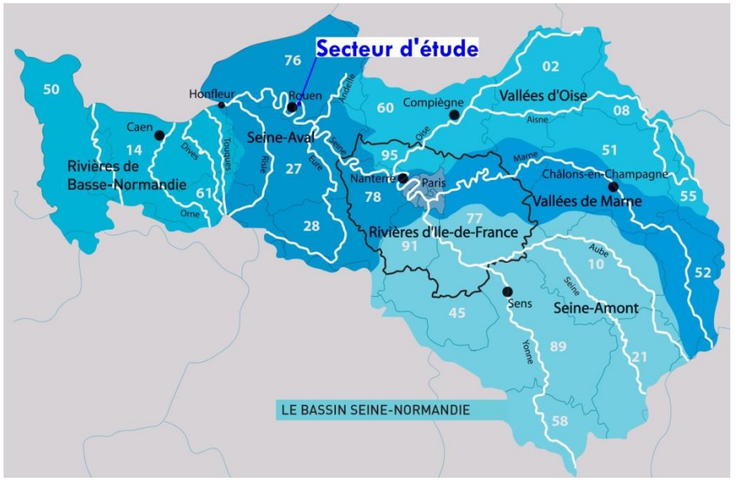
A titre d'information, le projet de SDAGE 2016-2021 a été finalisé et adopté par le comité du bassin le 8 octobre 2014. Il a fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale le 12 décembre 2014 et d'une procédure de consultation du public (du 19 décembre 2014 au 18 juin 2015). A l'issue du bilan de la concertation, en cours, le projet de SDAGE sera consolidé et fera l'objet d'une approbation définitive par arrêté du Préfet coordonnateur du bassin à la fin de l'année 2015.

En dehors de l'actualisation des données par rapport à la version actuelle, le SDAGE 2016-2021 intégrera notamment les problématiques liées au changement climatique et celles liées aux exigences de santé et de salubrité publique.

6.5.3.1 *SDAGE Seine-Normandie 2010-2015*

La mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau prévoit, pour chaque district hydrographique, la réalisation d'un plan de gestion qui précise les objectifs environnementaux visés pour l'ensemble des masses d'eaux (cours d'eau, plans d'eau, eaux souterraines, eaux côtières et eaux de transition) et les conditions de leur atteinte.

Schéma 119 : Limite du bassin versant hydrographique Seine-Normandie



En France, l'application de la DCE se fait à l'échelle des bassins. Le plan de gestion du bassin Seine et cours d'eau côtiers normands est constitué :

- Du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) ;
- Du programme de mesures, qui énonce les actions pertinentes, en nature et en ampleur, pour permettre l'atteinte des objectifs fixés.

Ce schéma directeur, révisé tous les six ans, se doit toutefois de développer des orientations visant au-delà de cette limite de temps en intégrant dans sa conception les changements majeurs et de fond qui touchent la planète et son climat, mais également la structure même des sociétés humaines : démographie, risques sanitaires émergents, modèles économiques.

Le programme de mesures est un document de synthèse à l'échelle du bassin qui accompagne le SDAGE (arrêté ministériel du 17 mars 2006 relatif au contenu des SDAGE). Il est arrêté par le préfet coordonnateur de bassin en même temps que le SDAGE est adopté. Il identifie les mesures à prendre sur la période 2010-2015 en application des orientations fondamentales du SDAGE pour atteindre les objectifs inscrits dans celui-ci.

Le SDAGE 2010-2015 s'articule ainsi autour de10 défis :

- Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques ;
- Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques ;
- Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses ;
- Réduire les pollutions microbiologiques des milieux ;
- Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future ;
- Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides ;
- Gérer la rareté de la ressource en eau ;
- Limiter et prévenir le risque d'inondation ;

Les moyens pour atteindre les objectifs contenus dans ces défis ont été définis de la façon suivante :

- Acquérir et partager les connaissances ;
- Développer la gouvernance et l'analyse économique.

Les paragraphes suivant reprennent les prescriptions retenues pour chaque défi hormis les défis 9 et 10 qui concernent des thématiques de coordination et de mutualisation qui n'entrent pas dans le cadre d'un projet comme celui de l'aménagement de l'éco-quartier Flaubert.

Défi 1 : Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques

La pollution par les matières polluantes classiques, essentiellement composées de matières organiques et en suspension, est provoquée par les rejets urbains, les industries et les élevages. En se dégradant, ces matières entraînent une consommation de l'oxygène dissous dans l'eau et porte atteinte à la qualité des écosystèmes aquatiques.

L'atteinte du bon état nécessite donc de réduire ces rejets.

- ***Orientation 1 - Continuer la réduction des apports ponctuels de matières polluantes classiques dans les milieux :***
  - Disposition 1 : Adapter les rejets issus des collectivités, des industriels et des exploitations agricoles au milieu récepteur ;
  - Disposition 2 : Prescrire des mesures compensatoires en hydromorphologie pour limiter les pollutions classique ;
  - Disposition 3 : Traiter et valoriser les boues de stations d'épuration ;
  - Disposition 4 : Améliorer les réseaux collectifs d'assainissement.

- ***Orientation 2 - Maîtriser les rejets par temps de pluie en milieu urbain par des voies préventives (règles d'urbanisme notamment pour les constructions nouvelles) et palliatives (maîtrise de la collecte et des rejets) :***
  - Disposition 5 : Renforcer la prise en compte des eaux pluviales par les collectivités ;
  - Disposition 6 : Réduire les volumes collectés et déversés sans traitement par temps de pluie ;
  - Disposition 7 : Privilégier les mesures alternatives et le recyclage des eaux pluviales.

Défi 2 : Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques

Le niveau minimum de bonnes pratiques à respecter par chaque utilisateur de fertilisants doit être défini de manière à assurer la non dégradation des masses d'eaux souterraines et superficielles, ainsi que l'inversion des tendances en cas de pollution croissante.

Ces bonnes pratiques doivent donc, au minimum, conduire à limiter les apports d'intrants au strict besoin des plantes, et à supprimer les apports excédentaires susceptibles de générer des transferts de nitrates vers la ressource en eau.

Défi 3 : Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses

Les objectifs de réduction des émissions par substance et à l'échelle du bassin, définis au chapitre 2.8 et dans le tableau de l'annexe 5 du SDAGE tiennent compte :

- D'une répartition la plus efficace et la plus efficiente de l'effort de réduction, entre les rejets ponctuels localisés et les rejets diffus ;
- Du respect des normes de qualité, fixées pour chacune des masses d'eau en fonction de son objectif d'état chimique ou de son usage (cas particulier de l'eau potable).
- Ces objectifs doivent donc être déclinés par sous-bassin et donner lieu à l'identification des sources de pollution ponctuelles ou diffuses par grandes catégories d'acteurs, afin d'adapter à chaque catégorie les objectifs de réduction. La réalisation des objectifs concernant ces substances nécessite la mise en œuvre de dispositions complémentaires à celles définies pour lutter contre les pollutions classiques. Il s'agit d'une approche spécifique qui repose :
- Sur une amélioration des connaissances des sources de pollutions et du comportement des polluants dans les milieux ;
- Sur des actions de réduction à la source pour garantir une meilleure efficacité à la lutte contre ces pollutions.

Ce sont sur ces bases que des actions déterminées devront être conduites pour atteindre les objectifs fixés. Ces actions concernent aussi bien l'autorité administrative que les usagers émetteurs par une responsabilisation, une sensibilisation et une aide aux actions individuelles ou collectives.

- ***Orientation 6 - Identifier les sources et parts respectives des émetteurs, et améliorer la connaissance des substances dangereuses :***
  - Disposition 20 : Identifier les principaux émetteurs de substances dangereuses concernés ;
  - Disposition 21 : Rechercher les substances dangereuses dans les milieux et les rejets.

- ***Orientation 7 - Adapter les mesures administratives pour mettre en œuvre des moyens permettant d'atteindre les objectifs de suppression et de réduction des substances dangereuses :***
  - Disposition 22 : Adapter les autorisations de rejet des substances dangereuses ;
  - Disposition 23 : Intégrer dans les documents administratifs dans le domaine de l'eau les objectifs de réduction des substances dangereuses ainsi que les objectifs spécifiques des bassins d'alimentation de captage (BAC) et du littoral ;
  - Disposition 24 : Intégrer dans les documents professionnels les objectifs de réduction des substances dangereuses ainsi que les objectifs spécifiques des bassins d'alimentation de captage (BAC) et du littoral.

- ***Orientation 8 - Promouvoir les actions à la source de réduction ou de suppression des rejets de substances dangereuses :***
  - Disposition 25 : Responsabiliser les utilisateurs de substances dangereuses (activités économiques, agriculture, collectivités, associations, groupements et particuliers…);
  - Disposition26 : Mettre en œuvre prioritairement la réduction à la source des rejets de substances dangereuses par les acteurs économiques ;
  - Disposition 27 : Renforcer les actions vis-à-vis des déchets dangereux produits en petites quantités par des sources dispersées et favoriser le recyclage ;
  - Disposition 28 : Réduire le recours aux pesticides en agissant sur les pratiques ;
  - Disposition 29 : Usage des substances dangereuses dans les bassins d'alimentation des captages ;
  - Disposition 30 : Prendre en compte la pollution des milieux aquatiques par les retombées atmosphériques (hydrocarbures, aromatiques polycycliques…), notamment dans les domaines de l'énergie et des transports.

- ***Orientation 9 - Substances dangereuses : soutenir les actions palliatives de réduction, en cas d'impossibilité d'action à la source :***
  - Disposition 31 : Soutenir les actions palliatives contribuant à la réduction des flux de substances dangereuses vers les milieux aquatiques.

Défi 4 : Réduire les pollutions microbiologiques des milieux

La pollution microbiologique est une forme de pollution organique. Les déchets organiques, en particulier les excréments, contiennent des germes pathogènes (virus, bactéries ou parasites) véhiculés par l'eau. La pollution microbiologique a pour source des eaux usées improprement traitées ou des eaux de ruissellement contaminées se déversant dans les cours d'eaux, les plans d'eau et les eaux littorales.

En outre, le milieu marin est le réceptacle ultime des pollutions émises en amont. Ces germes ont des conséquences différentes sur la qualité de l'eau et les usages. Ils peuvent provoquer des maladies graves lorsqu'ils sont présents dans l'eau destinée à la consommation humaine. Ils remettent en cause les usages baignade, conchyliculture et pêche à pied.

Or, l'objectif est d'assurer, en toutes circonstances, outre l'atteinte du bon état, des conditions de salubrité pour permettre le maintien des usages.

Défi 5 : Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future

Les orientations de ce thème visent à répondre spécifiquement à l'enjeu de protection de la santé humaine en respectant les objectifs spécifiques décrits dans la partie 2.9 du SDAGE. Elles sont articulées en deux orientations. La première traite de la protection de la ressource en eaux souterraines, la seconde de la protection des eaux de surface.

Défi 6 : Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides

L'atteinte du bon état écologique ou du bon potentiel, ainsi que la non dégradation des masses d'eau nécessitent la mise en œuvre des sept orientations suivantes :

- Préserver, restaurer la fonctionnalité des milieux aquatiques continentaux et littoraux et la biodiversité ;
- Assurer la continuité écologique ;
- Gérer les ressources vivantes en assurant la sauvegarde des espèces au sein de leur milieu ;
- Mettre fin à la disparition, la dégradation des zones humides et préserver, maintenir et protéger leur fonctionnalité ;
- Lutter contre la faune et la flore invasives et exotiques ;
- Réduire l'incidence de l'extraction des granulats sur l'eau et les milieux aquatiques, continentaux et marins ;
- Limiter la création de nouveaux plans d'eau et encadrer la gestion des plans d'eau existants.

Ces orientations s'appuient sur le PLAn de GEstion des POissons MIgrateurs (PLAGEPOMI), les Plans Départementaux pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG) ou les Schémas Départementaux de Vocation Piscicole (SDVP).

- ***Orientation 15 - Préserver, restaurer la fonctionnalité des milieux aquatiques continentaux et littoraux et la biodiversité ;***
  - Disposition 46 : Modalité d'examen des projets soumis à autorisation ou à déclaration ayant un impact sur les milieux aquatiques continentaux et humides ;
  - Disposition 47 : Modalité d'examen des projets soumis à autorisation ou à déclaration ayant un impact sur le milieu marin ;
  - Disposition 48 : Entretenir les milieux de façon à favoriser les habitats et la biodiversité ;
  - Disposition 49 : Restaurer, renaturer et aménager les milieux dégradés ou artificiels ;
  - Disposition 50 : Protéger le trait de côte ;
  - Disposition 51 : Instaurer un plan de restauration des milieux aquatiques dans les SAGE ;
  - Disposition 52 : Délimiter et cartographier les espaces de mobilité des cours d'eau ;
  - Disposition 53 : Préserver et restaurer les espaces de mobilité des cours d'eau ;
  - Disposition 54 : Maintenir et développer la fonctionnalité des milieux aquatiques particulièrement dans les zones de frayères ;
  - Disposition 55 : Limiter le colmatage du lit des cours d'eau dans les zones de frayères à migrateurs ;
  - Disposition 56 : Préserver les espaces à haute valeur patrimoniale et environnementale ;
  - Disposition 57 : Gérer durablement les milieux et les usages des espaces littoraux ;
  - Disposition 58 : Réduire l'impact morphosédimentaire des aménagements et des activités littoraux ;
  - Disposition 59 : Identifier et protéger les forêts alluviales.
- ***Orientation 16 - Assurer la continuité écologique pour atteindre les objectifs environnementaux des masses d'eau :***
  - Disposition 60 : Décloisonner les cours d'eau pour améliorer la continuité écologique ;
  - Disposition 61 : Dimensionner les dispositifs de franchissement des ouvrages en évaluant les conditions de libre circulation et leurs effets ;
  - Disposition 62 : Supprimer ou aménager les buses estuariennes des cours d'eau côtiers pour améliorer la continuité écologique ;
  - Disposition 63 : Aménager les prises d'eau des turbines hydroélectriques pour assurer la dévalaison et limiter les dommages sur les espèces migratrices ;
  - Disposition 64 : Diagnostiquer et établir un programme de libre circulation des espèces dans les SAGE ;
  - Disposition 65 : Favoriser la diversité des habitats par des connexions transversales ;
  - Disposition 66 : Identifier les cours d'eau jouant le rôle de réservoirs biologiques ;
  - Disposition 67 : Adapter les ouvrages qui constituent un obstacle à la continuité écologique sur les axes migrateurs d'intérêt majeur.
- ***Orientation 17 - Gérer les ressources vivantes en assurant la sauvegarde des espèces au sein de leur milieu :***
  - Disposition 68 : Etablir et mettre en œuvre des plans de gestion piscicole à une échelle pertinente (hors migrateurs amphihalins) ;
  - Disposition 69 : Promouvoir une gestion patrimoniale naturelle basée sur les milieux et non pas sur les peuplements (hors migrateurs amphihalins) ;
  - Disposition 70 : Gérer les ressources marines (hors migrateurs amphihalins) ;
  - Disposition 71 : Réviser les catégories piscicoles des cours d'eau selon leur état fonctionnel (hors migrateurs amphihalins) ;
  - Disposition 72 : Assurer la libre circulation des migrateurs amphihalins entre les milieux marins et aquatiques continentaux ;
  - Disposition 73 : Gérer les stocks des migrateurs amphihalins ;
  - Disposition 74 : Contrôler, conformément à la réglementation, la pêche maritime de loisirs et professionnelle des poissons migrateurs amphihalins près des côtes ;
  - Disposition 75 : Intégrer les prescriptions du plan de gestion des poissons migrateurs dans les SAGE.
- ***Orientation 18 - Mettre fin à la disparition, la dégradation des zones humides et préserver, maintenir et protéger leur fonctionnalité :***
  - Disposition 76 : Modalité d'examen des projets soumis à déclaration ou à autorisation en zones humides ;
  - Disposition 77 : Veiller à la cohérence des aides publiques en zones humides ;
  - Disposition 78 : Délimiter les zones humides et définir les programmes de gestion des Zones Humides présentant un Intérêt Environnemental Particulier (ZHIEP) ;
  - Disposition 79 : Délimiter les zones humides dites stratégiques pour la gestion en eau (ZHSGE) ;
  - Disposition 80 : Classer les zones humides en zone naturelle dans les documents d'urbanisme ;
  - Disposition 81 : Préserver la fonctionnalité des zones humides ;
  - Disposition 82 : Limiter et justifier les prélèvements dans les nappes sous-jacentes à une zone humide ;
  - Disposition 83 : Etablir un plan de reconquête des zones humides ;
  - Disposition 83 : Etablir un plan de reconquête des zones humides.
- ***Orientation 19 - Lutter contre la faune et la flore invasives et exotiques :***
  - Disposition 85 : Mettre en place un dispositif de surveillance des espèces invasives et exotiques ;
  - Disposition 86 : Définir et mettre en œuvre une stratégie d'intervention pour limiter les espèces invasives et exotiques ;
  - Disposition 87 : Eviter la propagation des espèces exotiques par les activités humaines ;
  - Disposition 88 : Intégrer la problématique des espèces invasives et exotiques dans les SAGE, contrats et autres documents de programmation.
- ***Orientation 20 - Réduire l'incidence de l'extraction des granulats sur l'eau et les milieux aquatiques :***
  - Disposition 89: Zoner les contraintes liées à l'exploitation des granulats ;
  - Disposition 90 : Evaluer l'incidence des projets d'exploitation de granulats dans les ZNIEFF et les zones Natura 2000 ;
  - Disposition 91 : Définir les zonages, les conditions d'implantation de carrières compatibles avec tous les usages dans les SAGE et les Schémas Départementaux des Carrières ;
  - Disposition 92 : Evaluer l'impact de l'ouverture des carrières vis-à-vis des inondations et de l'alimentation en eau potable ;
  - Disposition 93 : Elaborer un plan de réaménagement des carrières par vallée ;
  - Disposition 94 : Réaménager les carrières ;
  - Disposition 95 : Gérer dans le temps les carrières réaménagées ;
  - Disposition 96 : Assurer la cohérence des schémas départementaux des carrières et développer les voies alternatives à l'extraction de granulats alluvionnaires ;
  - Disposition 97 : Les schémas départementaux des carrières doivent tenir compte des ressources globales de granulats alluvionnaires a minima au niveau régional, des possibilités locales de recyclage et des disponibilités en autres matériaux ;
  - Disposition 98 : Prendre en compte la provenance des matériaux dans l'étude d'impact des grands aménagements ;
  - Disposition 99 : Exploiter les granulats marins en compatibilité avec les objectifs du SDAGE et les autres usages de la mer ;
  - Disposition 100 : Améliorer la concertation.

- ***Orientation 21 - Limiter la création de nouveaux plans d'eau et encadrer la gestion des plans d'eau existants :***
  - Disposition 101 : Limitation spécifique de création de plans d'eau ;
  - Disposition 102 : Autoriser sous réserves la création de plans d'eau ;
  - Disposition 103 : Sensibiliser les propriétaires sur l'entretien de plans d'eau ;
  - Disposition 104 : Etablir un plan de gestion des plans d'eau ;
  - Disposition 105 : Le devenir des plans d'eau hors d'usage.

Défi 7 : Gérer la rareté de la ressource en eau

Cette gestion vise à assurer l'atteinte de niveaux suffisants dans les nappes ou de débits dans les rivières afin de garantir la survie des espèces aquatiques et le maintien d'usages prioritaires, notamment l'AEP ainsi qu'un usage partagé et durable de la ressource.

Défi 8 : Limiter et prévenir le risque d'inondation

Les priorités données à ce thème sont, d'une part, de limiter les dégâts liés aux inondations, c'est-à-dire de lutter contre les dommages directs et indirects des inondations, et, d'autre part, de ne pas aggraver l'aléa.

- ***Orientation 28 - Améliorer la sensibilisation, l'information préventive et les connaissances sur le risque d'inondation :***
  - Disposition 124 : Sensibiliser et informer la population au risque d'inondation ;
  - Disposition 125 : Compléter la cartographie des zones à risque d'inondation (aléas et enjeux).
- ***Orientation 29 - Réduire la vulnérabilité des personnes et des biens exposés au risque d'inondation :***
  - Disposition 126 : Elaborer des diagnostics de vulnérabilité dans les zones à risque d'inondation ;
  - Disposition 127 : Développer la prise en compte du risque d'inondation pour les projets situés en zone inondable ;
  - Disposition 128 : Gérer les digues existantes (sécurité, entretien, effacement) pour limiter le risque d'inondation ;
  - Disposition 129 : Prendre en compte les zones inondables dans les documents d'urbanisme ;
- ***Orientation 30 - Préserver et reconquérir les zones naturelles d'expansion des crues :***
  - Disposition 130 : Identifier et cartographier les zones d'expansion des crues les plus fonctionnelles :
  - Disposition 131 : Prendre en compte les zones d'expansion des crues dans les documents d'urbanisme ;
  - Disposition 132 : Compenser les remblais autorisés permettant de conserver les conditions d'expansion des crues.
- ***Orientation 31 - Limiter les impacts des ouvrages de protection contre les inondations qui ne doivent pas accroître le risque à l'aval :***
  - Disposition 133 : Privilégier le ralentissement dynamique des crues ;
  - Disposition 134 : Evaluer les impacts des mesures de protection sur l'aggravation du risque d'inondation et adapter les règles d'urbanisme en conséquence ;
  - Disposition 135 : Accompagner les mesures de protection par une sensibilisation systématique au risque d'inondation ;
  - Disposition 136 : Conditionner les financements des ouvrages de protection contre les inondations.
- ***Orientation 32 - Limiter le ruissellement en zones urbaines et en zones rurales pour réduire les risques d'inondation :***
  - Disposition 137 : Etudier les incidences environnementales des documents d'urbanisme et des projets d'aménagement sur le risque inondation ;
  - Disposition 138 : Maîtriser l'imperméabilisation et les débits de fuite en zones urbaines, en distinguant les zones nouvelles et anciennes, pour limiter l'aléa au risque d'inondation à l'aval.

6.5.3.2 Compatibilité du projet avec le SDAGE Seine-Normandie

Les points suivants reprennent les prescriptions retenues pour les 8 défis précédemment décrits :

Défi 1 - Diminuer les pollutions ponctuelles des milieux par les polluants classiques :
Le Maître d'Ouvrage prévoit ponctuellement la mise en place d'ouvrages de gestion des eaux de ruissellement sur un site urbain qui en était dépourvu. Le projet entre ainsi pleinement dans le cadre d'application de l'orientation 2.

Défi 2 - Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques :
Le défi 2 concerne les pollutions d'origine agricole ou domestique et ne prend ainsi pas en compte le type de rejets concerné par le projet.

Défi 3 - Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses :
Indirectement, le projet de par sa nature participera à la réduction à la source des rejets polluants vers les milieux récepteurs. On notera en effet que le système d'assainissement mis en place dans le cadre de l'aménagement de l'éco-quartier, permettre de gérer toute pollution accidentelle et d'assurer un traitement de la charge polluante contenue dans les eaux avant rejet dans la Seine ou dans le réseau pluvial de la Métropole.

Défi 4 - Réduire les pollutions microbiologiques des milieux :
Les eaux usées produites au niveau du projet seront entièrement collectées au sein du réseau d'assainissement séparatif développé dans le cadre du projet de manière à les acheminer jusqu'à la station d'épuration communautaire.

Défi 5 - Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future :
Le projet est installé au droit de la nappe alluviale de la Seine qui ne fait pas l'objet d'exploitation pour l'alimentation en eau potable, la ressource régionale étant représentée par la nappe de la craie.

Défi 6 - Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides :
Le projet entre parfaitement dans le cadre d'application de ce défi puisqu'il permettra la renaturation d'un site actuellement en friche. Il favorisera notamment la biodiversité en milieu urbain et l'éradication des plantes invasives exotiques.

Défi 7 - Gérer la rareté de la ressource en eau :
Le projet n'entre pas dans le cadre concerné par la problématique énoncée par le Défi 7.

Défi 8 - Limiter et prévenir le risque d'inondation :
Les remblais réalisés dans la zone inondable seront systématiquement compensés par des déblais recréant de nouvelles zones inondables à proximité immédiate. A ce titre, la création du canal bleu et vert au cœur de l'éco-quartier participera grandement à la compensation des zones remblayées. Au final, le projet aura un bilan des volumes d'expansion de crue positif.

Ainsi, dans la mesure où les principales incidences du projet sur l'Eau et les milieux aquatiques sont limitées voire supprimées, le projet, à son échelle, ne présente pas d'incompatibilité avec l'atteinte des objectifs fixés par le SDAGE.

6.5.4 Compatibilité avec le PPRI Vallée de Seine – Boucle de Rouen

6.5.4.1 Plan de Prévention des Risques d'Inondation

Les objectifs d'un PPRI visent à :

- Améliorer la sécurité des personnes exposées à un risque d'inondation ;
- Limiter les dommages aux biens et aux activités soumis à un risque d'inondation ;
- Maintenir le libre écoulement et la capacité d'expansion des crues en préservant les milieux naturels

L'élaboration du PPRI a conduit à traduire les phénomènes d'inondation (à la conjonction de plusieurs facteurs : débit, marée, conditions atmosphériques…) en terme d'aléas, puis à définir des règles d'urbanismes en cohérence avec la protection des biens et des populations locales.

Dans sa version initiale approuvée le 20 avril 2009, le zonage du PPRI surestimait de manière significative l'extension des zones inondables. C'est pourquoi, après concertation, la DREAL a entériné la méthode d'optimisation de la délimitation des zones inondables basée sur l'utilisation du levé topographique du terrain (mené dans le cadre du projet d'éco-quartier Flaubert) et la Préfecture a engagé une modification du PPRI en ce sens par arrêté préfectoral en date du 10 décembre 2012. Cette modification a été approuvée par arrêté préfectoral du 3 avril 2013 (cf. Annexe 1 de l'étude d'impact du dossier de création de ZAC). Le PPRI ainsi modifié constitue un document opposable aux tiers qui définit deux niveaux d'aléas sur la sécurité des biens et des personnes qui sont ensuite traduits, via le règlement, en prescriptions d'urbanisme.

Suite à la dernière modification du PPRI, le secteur d'étude comporte des cartes d'aléas et de zonages spécifiques intitulées « Quartier Flaubert Rouen » au regard desquelles le secteur d'étude est concerné par :

- L'aléa inondation de niveau moyen ;
- Le zonage réglementaire B2 (zone de « contraintes plus faibles ») à l'intérieur duquel sont notamment autorisés :
  - Les sous-sols à usage de parkings collectifs, à condition que les dispositions constructives en empêchent la submersion ou qu'un système d'alerte et d'évacuation, de mise en eau et de vidange soient prévues ;
  - Les travaux d'infrastructure publique, les remblais et les aménagements connexes qui y sont liés à condition de ne pas aggraver les risques liés aux inondations en amont ou en aval ;
  - Les équipements publics, les habitations et leurs extensions, les bureaux, les constructions à usage artisanal ou industriel et les constructions à usage commercial d'une superficie supérieure à 300 m², sous réserve que leur niveau de plancher fonctionnel ou habitable se situe au-dessus de la crue de référence augmentée de 30 cm ;
  - Les autres activités commerciales avec un niveau fonctionnel à la cote de la voirie existante, et sous réserve que les équipements vulnérables, dangereux ou polluants se situent au-dessus de la crue de référence augmentée de 30cm ou que des dispositions constructives en empêchent la submersion,

  Dans ces deux derniers cas, les remblais éventuellement nécessaires doivent être limités à ce qui est nécessaire à l'assise des bâtiments et leur desserte. Par ailleurs, 40 % au moins de la surface totale des terrains faisant l'objet de la demande d'autorisation de construire ou de lotir ou de toute opération d'urbanisme sera consacrée à des espaces libres. A cette exception près, l'ensemble des voies, parkings, aires immédiates de stationnement, sera arasé au niveau du terrain naturel.

6.5.4.2 Compatibilité du projet avec le PPRI Vallée de Seine – Boucle de Rouen

Aussi, dans la mesure où le maître d'ouvrage prévoit de caler la cote de constructibilité à 5.97 m NGF pour pouvoir prendre en compte rehausse du niveau marin de 60 cm à l'horizon 2100, le projet est compatible avec le règlement du PPRI qui fixe une cote de plancher minimale de 5.95 m NGF au droit du projet (5.65+0.30). Cette contrainte ainsi que les autres prescriptions du PPRI seront rappelées dans les fiches de lots destinées aux aménageurs privés.

Schéma 120 : Aléas du PPRI

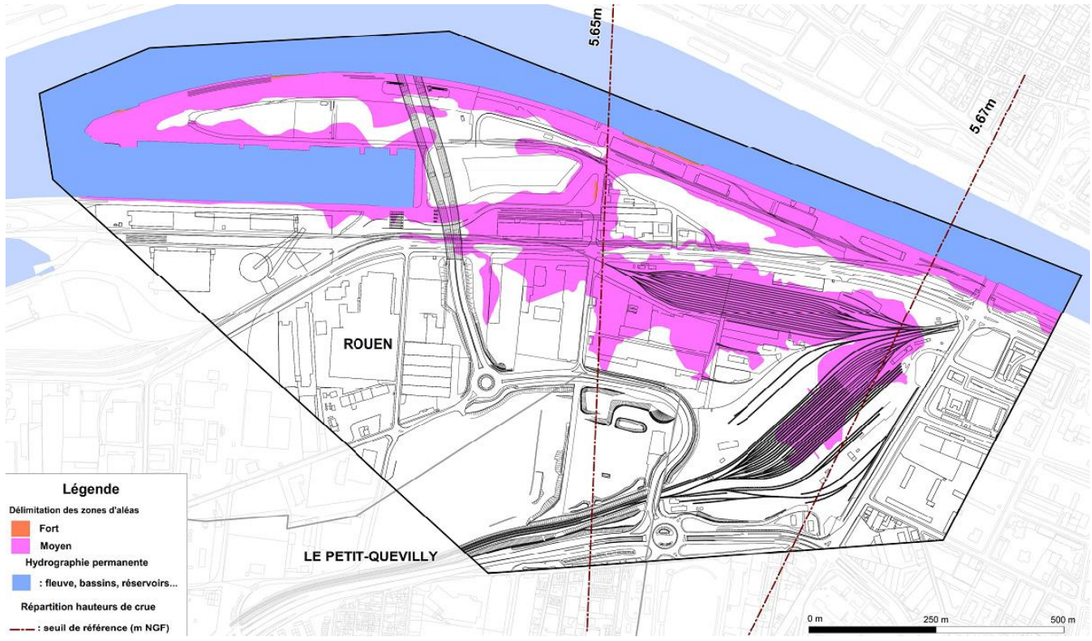
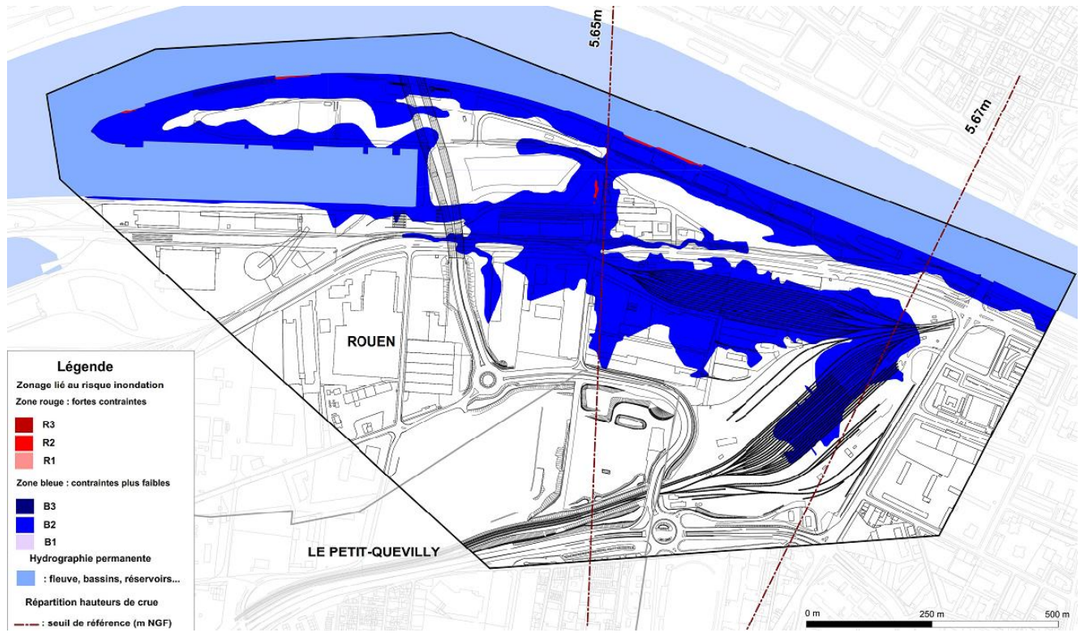


Schéma 121 : Zonage du PPRI



6.5.5 Compatibilité avec les PLU de Rouen et de Petit-Quevilly

6.5.5.1 Plan Local d'Urbanisme de Rouen

Sur la commune de Rouen, le secteur d'étude couvre actuellement plusieurs zones du PLU :

- Zone Na2 – Loisirs, sports et détente : cette zone correspond aux quais en bords de Seine et à la Presqu'île Rollet ;
- Zone UCa - Activités industrielle et portuaire : cette zone correspond à une partie du projet située le long de la rue Bourbaki ;
- Zone UCd – Secteur de développement urbain à moyen/long terme : cette zone correspond à la majeure partie de l'éco-quartier ;
- Zone UAa – Tissu urbain continu : cette zone relativement réduite au sein du secteur d'étude correspond aux abords de la rue de la Motte, sur la partie Sud-Est de l'éco-quartier.

6.5.5.2 Plan Local d'Urbanisme de Petit-Quevilly

Sur la commune de Petit-Quevilly, le secteur d'étude couvre actuellement deux zones du PLU :

- Zone UX – Zone limitée dans son développement dans l'attente du projet d'aménagement global : cette zone correspond à la partie de l'éco-quartier située entre la voie ferrée et la limite communale avec la ville de Rouen ;
- Zone UC – Zone à vocation résidentielle : cette zone correspond à l'extrémité Sud-Ouest de l'éco-quartier actuellement occupée par la SUD III et les emprises ferroviaires.

6.5.5.3 Compatibilité du projet avec les PLU

Tout d'abord, on précisera que les PLU des deux communes sont en cours de modification pour permettre d'intégrer le périmètre du projet d'éco-quartier Flaubert au zonage.

Néanmoins, quel que soit le zonage, pour tout ce qui se rapporte à l'Eau et aux milieux aquatiques, le règlement précise globalement que le projet doit respecter les dispositions du règlement d'assainissement de la Communauté de l'agglomération rouennaise du 13 décembre 2001 ainsi que toutes ses modifications ultérieures.

Par ailleurs, pour les espaces inondables (PPRI), les réseaux internes d'eaux pluviales et usées doivent être équipés de clapets anti-retour et les règles édictées par le PPRI doivent être impérativement respectées.

De la même manière que pour le PPRI, le règlement des PLU de Rouen et de Petit-Quevilly en matière d'assainissement pluvial ne remet pas en cause le système de gestion des eaux pluviales qui a été retenu pour l'éco-quartier Flaubert.

Schéma 122 : Zonage du PLU de Rouen au niveau du projet

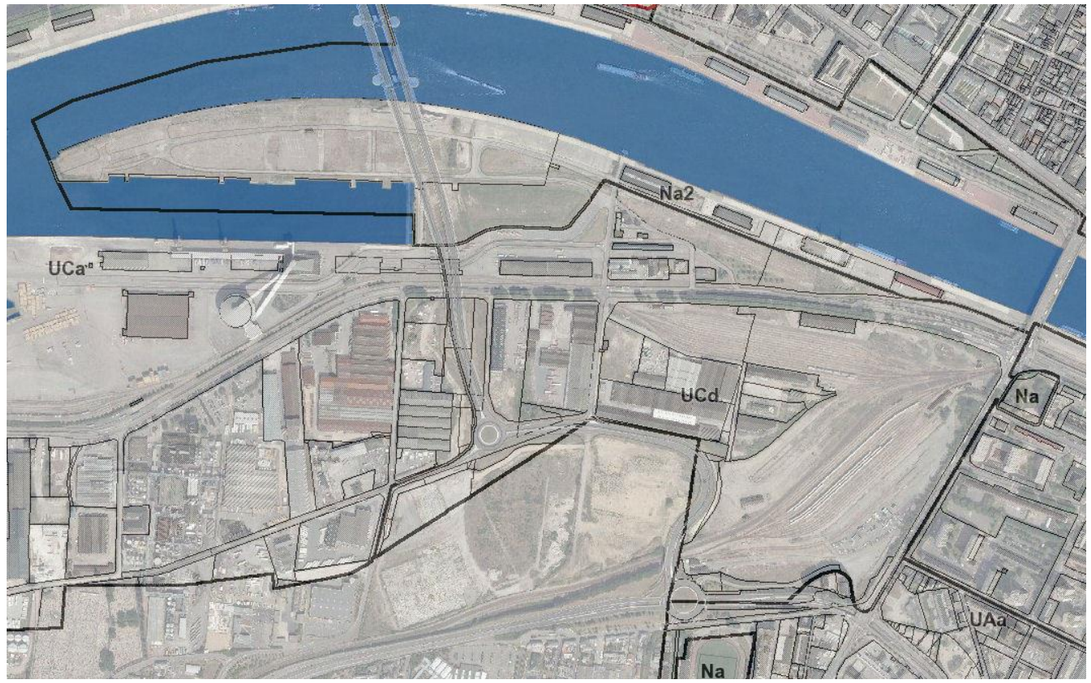
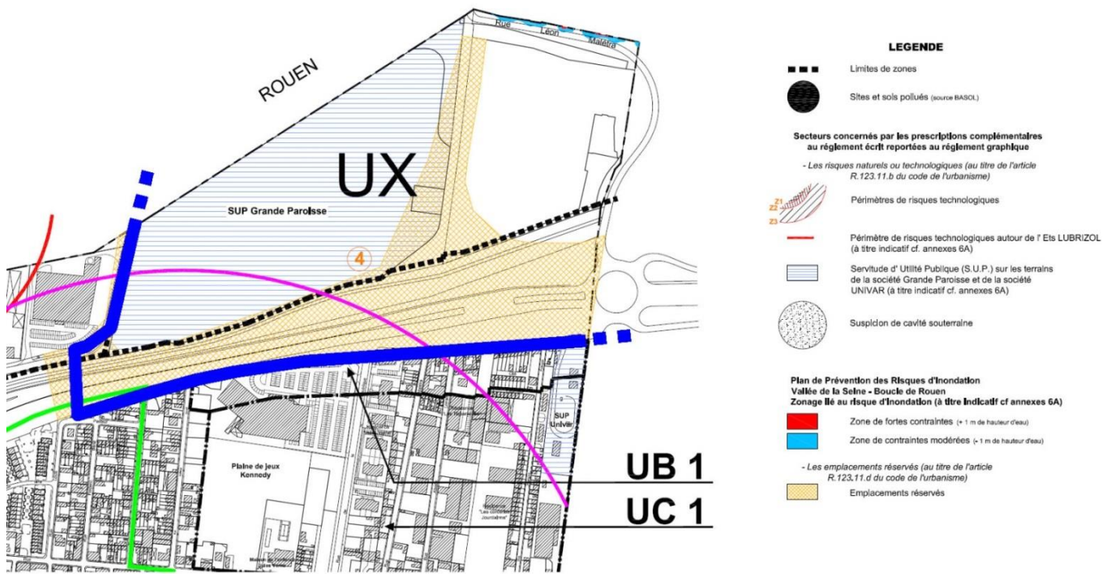


Schéma 123 : Zonage du PLU de Petit-Quevilly au niveau du projet



7

Moyens de surveillance et d'intervention

7.1 Surveillance et mesures en phases travaux

7.1.1 Responsables de la surveillance en phase travaux

La surveillance en phase travaux sera assurée par la SPL Rouen Normandie Aménagement.

7.1.2 Mesures de précautions mises en œuvre en phase travaux

La SPL en charge de la surveillance en phase travaux veillera à la mise en œuvre des mesures suivantes :

- **Ecoulement des eaux** : L'écoulement naturel des eaux superficielles sera normalement assuré pendant les travaux, sans entraîner de lessivage de matériaux. Dans la mesure du possible, les terrassements seront à éviter durant les fortes périodes pluvieuses ;
- **Tenue du chantier** : Le chantier sera placé sous la responsabilité d'un chef de chantier qui veillera à la bonne réalisation des opérations et au respect des règles de sécurité et de préconisations présentées dans le présent document ;
- **Emploi d'engins** : Les engins seront utilisés avec un soin particulier visant à minimiser les tassements de sols en dehors des sites qui pourraient accroître, lors de la période des travaux, l'imperméabilisation de ceux-ci et les ruissellements générés. Les engins de chantier devront être conformes à la réglementation en vigueur et les carburants devront être stockés sur des aires étanches ;
- **Nettoyage du chantier et des abords** : Afin d'éviter tout apport de déchets (papiers, plastiques...), il sera procédé à la remise en état et au nettoyage des sites en fin de chantier ;
- **Respect de la végétation** : L'ensemencement des terrains se fera le plus rapidement possible à l'issue des travaux pour une revégétalisation rapide des terrains ;
- **Limitation des apports en MES** : Le pétitionnaire veillera par tout moyen à limiter la remise en suspension des sédiments environnants induits par le projet et à limiter ainsi les risques pour les nappes souterraines et les eaux superficielles. Les dépôts de terre et de tout autre matériau ou produit susceptible de contaminer les eaux souterraines seront interdits dehors des plateformes spécifiques. Les entreprises fourniront l'indication du lieu de décharge des déblais évacués ;
- **Limitation des risques de pollution accidentelle** : Le pétitionnaire veillera au respect de toutes les précautions techniques d'utilisation de produits et matériaux nécessaires à la réalisation des travaux. Le stationnement des engins se fera en dehors de toute zone décapée afin de limiter les risques de pollution des eaux souterraines ;
- **Interdiction des opérations d'entretien et de vidange** : Les opérations d'entretien, de remplissage de carburants et de vidange des matériels de chantier sont interdites sur le site. Elles seront réalisées sur des plateformes spécifiques ;
- **Limitation des vitesses de transit** : La vitesse des engins de chantier sera limitée ;
- **Prévention des incidents** : Il conviendra de prévoir un recours rapide et systématique aux services de sécurité civile compétents et la mise en œuvre de mesures d'urgence ;
- **Signalisation** : Afin de compenser les nuisances sonores et visuelles générées par les travaux pour les promeneurs, il conviendra d'installer des panneaux d'informations expliquant le projet et indiquant la durée du chantier aux riverains. La nuisance temporaire générée par les travaux devra être justifiée en regard des améliorations très nettes apportées à terme par le projet.

Photo 10 : Exemples d'équipements de protection et d'intervention contre la pollution des sols et des eaux

Bac de rétention

Kit antipollution

7.2 Surveillance et mesures en phase aménagée

7.2.1 Responsables de la surveillance des ouvrages en phase aménagée

Deux services seront concernés par la gestion des ouvrages hydrauliques au sein de la Métropole Rouen Normandie :

- Le service Assainissement de la Métropole pour la surveillance de la majeure partie du système d'assainissement pluvial public (canal, bassins, réseau pluvial, etc.) ;
- Les services voiries des Pôles de proximité de Rouen et Petit-Quevilly pour la surveillance de la dégradation de la chaussée.

7.2.2 Mesures de surveillance en phase aménagée

7.2.2.1 Inspections régulières

Des inspections régulières seront assurées par les services techniques de la CACP, afin de vérifier :

- L'envasement des bassins de rétention, des canalisations, des fossés et des noues de transit des eaux pluviales ;
- L'absence d'ouverture de cavité souterraine au droit des bassins de rétention, des fossés et des noues de collecte.

Cette surveillance permettra de mettre en œuvre dans les plus brefs délais les mesures préventives et/ou correctives adéquates.

7.2.2.2 Inspections occasionnelles

Une visite occasionnelle, notamment après les pluies importantes, sera réalisée afin de surveiller les éléments suivants :

- Niveau de remplissage et fonctionnement des noues, des fossés, des canalisations et des bassins ;
- Eventuel fonctionnement en surverse des bassins et des noues d'infiltration ;
- Contrôle sommaire la qualité des eaux (turbidité, irisation, flottants,...).

7.2.3 Moyens d'interventions en cas de pollution accidentelle

La pollution accidentelle représente un risque de contamination des eaux si aucune mesure préventive ou curative n'est prise. L'efficacité du traitement d'une pollution accidentelle par déversement dans le milieu naturel d'un produit indésirable repose avant tout sur la rapidité de la première intervention destinée à limiter sa propagation. Dans un deuxième temps, ce sont les possibilités de récupération du produit, puis de réhabilitation des sols et milieux contaminés qui sont déterminants.

Si une pollution accidentelle est constatée, les pompiers interviendront en suivant une procédure particulière pour confiner le secteur pollué. Une fois la pollution confinée, une décontamination, un nettoyage et une restauration du secteur sera réalisée.

Le confinement de l'éventuelle pollution se fera au droit de l'ouvrage concerné par la pollution.

7.3 Entretien des ouvrages en phase aménagée

7.3.1 Responsables de l'entretien des ouvrages

Quatre services seront plus ou moins concernés par la gestion des eaux pluviales au sein de la Métropole :

- Le service Assainissement de la Métropole pour la majeure partie de l'entretien du système d'assainissement pluvial public (canal, bassins, réseau pluvial, etc.) ;
- Les services voiries des Pôles de proximité de Rouen et Petit-Quevilly pour l'entretien du revêtement de la chaussée ;
- Les services espaces verts des Pôles de proximité de Rouen et Petit-Quevilly pour la tonte/fauche des noues, fossés et autres surfaces enherbées ;
- Les services propretés des Pôles de proximité de Rouen et Petit-Quevilly pour la collecte des déchets et le nettoyage de toutes les emprises publiques.

7.3.2 Mesures d'entretien des ouvrages mises en œuvre en phase aménagée

7.3.2.1 Typologie d'entretien par ouvrage

Chaque ouvrage de l'éco-quartier Flaubert, ayant une vocation première et une vocation hydraulique (voirie, noue, etc.), l'entretien doit donc être différencié. Dans le cas présent, les typologies d'entretien seront les suivantes :

- **Assainissement classique :**
  - Curage des réseaux ;
  - Curages des ouvrages décantés ;
  - Réparation ou chemisage ;
  - Vérification technique de bon fonctionnement et réglage : régulateur, vanne…
- **Assainissement alternatif :**
  - Entretien courant de propreté : ramassage des déchets ;
  - Entretien courant d'espaces verts : tonte et fauchage ;
  - Entretien des espaces verts de traitement des eaux pluviales : taille, fauchage et curage ;
  - Entretien technique ponctuel : curage et gestion des zones de stockage des polluants ;
- **Ouvrage canal en eau :**
  - Suivi de la qualité de l'eau : monitoring ;
  - Gestion des déchets : curage des dégrilleurs amont et nettoyage des surfaces en eau ;
  - Entretien des espaces verts en eau : fauchage ;
  - Curage ponctuel des bassins en eau permanente (20 à 25% d'envasement) : curage en eau sans vidange par drague flottante ;
  - Curage ponctuel des bassins en eau marnante (20 à 25% d'envasement) : curage des sédiments sur les accotements depuis la berge par pelle à bras longue portée. Curage du fond de bassin par pelle flottante amphibie avec évacuation des matériaux par micobarge et micropousseur et pelle de repli.

7.3.2.2 Curage des bassins du canal bleu

7.3.2.2.1 Canal I

Le canal I sera curé par pelle flottante amphibie.

Les opérations de curage se dérouleront en trois étapes :

- Une étape bathymétrie par écosondeur : quantification des volumes de sédiments, retranscription cartographique des courbes de hauteur des dépôts ;
- Une étape de caractérisation des boues par prélèvement et analyse dans l'objectif de définir les filières d'évacuation ;
- Une étape de curage. La pelle flottante évacuera les matériaux dans une microbarge associée à un micropousseur.

Une pelle de repli posée sur les berges assurera le transfert des matériaux vers une zone de stockage.

7.3.2.2.2 Canaux H, G et F

Ces canaux en eau permanente seront curés par drague flottante. La drague sera munie d'un système de pompage et de brassage qui permet d'intervenir sans contact direct avec la géomembrane.

Les opérations de curage se dérouleront en trois étapes :

1. Une étape **bathymétrie** par écosondeur (environ 10pt/m²) : quantification des volumes de sédiments, retranscription cartographique des courbes de hauteur des dépôts. Il sera nécessaire de réaliser un relevé de référence après réalisation des travaux.
2. Une étape de **caractérisation des boues** par prélèvement et analyse dans l'objectif de définir les filières d'évacuation.
3. Une étape de **curage**. La drague assurera un curage par double passe avant et arrière puis décalage et évacuera les matériaux par un tuyau d'acheminement. Ce tuyau flexible flottant sera raccordé sur un tuyau fonte en attente localisé sous les berges pour acheminement vers les zones de stockage.

La drague est pilotée par GPS afin de limiter les risques de dégradation de l'étanchéité. Cette drague est attachée à un ensemble de câble tendu d'une part et d'autre des berges et permet un curage par géolocalisation GPS selon le relevé bathymétrique : corps-morts béton 3T pour tension des câbles à prévoir avec une tolérance de hauteur de 80 cm par rapport au niveau d'eau. Le godet de curage est fixé sur un rouleau avec une garde 20-30 cm pour protection de l'étanchéité.

Le rendement de la drague est d'environ 250 m³/h.

7.3.2.3 Traitement des matériaux de curage

Après vérification de leur qualité et de leur conformité, les boues extraites peuvent faire l'objet d'une valorisation agricole directe par épandage de boues liquides, ou d'un traitement préalable, notamment par déshydratation mobile avant admission en compostage ou en filière alternative.

Les matériaux issus du dragage seront amenés par camions pour le canal I ou par canalisation enterrée et pompage pour les matériaux issus des canaux H, G et F vers une zone de située à proximité des ouvrages.

Il est préconisé le traitement par déshydratation avec dégrillage préalable pour les macro-déchets.

L'équivalent MS (Matière Sèche) des matériaux extraits est estimée de 40 à 50 %.

La solution de traitement préconisée est le tube filtrant pour des questions économiques notamment :

- Cette solution permet de conserver le niveau d'eau constant des bassins par un système d'extraction – restitution dans les bassins : pompage et réinjection instantanés ;
- Tube filtrant de dimensions 1,5-2 m de hauteur et 8-12m de largeur limitant les emprises nécessaires sur l'écoquartier ;
- Les premières estimations du volume des tubes est de 4500 m^3 pour 4500 m^3 de matériau à traiter ;
- Le rendement du tube filtrant est supérieur au filtre à bande (Rendement 4 t/h environ).

Dans le cas où un convoyage par barge des matériaux traités est souhaité, l'ensemble de traitement devra être localisée à moins de 40 m des quais.

Cette opération nécessite la mise en œuvre d'une aire de déshydratation de surface de l'ordre de 20 x 40 m pour assurer le stockage et l'amenée par camion des matériaux, et d'une aire pour la mise en œuvre des tubes filtrants. Des caissons étanches spécifiques (6 m x 2,5 m) seront amenés et posés sur la zone de stockage.

La déshydratation selon les analyses des sédiments peut donner des matériaux :

- Épandus dans les champs ;
- Utilisés en compost ;
- Réutilisés en remblais (formule néosols) ;
- Évacués en décharge contrôlée ;
- Évacués en filière spécifique.

Les délais de chantier sont estimés comme suit selon les rendements de 4 t/h environ :

- 2 semaines d'amenée et d'installation de chantier ;
- Environ 50 jours de curage et traitement des matériaux curés ;
- 2 semaines de replis de matériels.

Tableau 32 : Synthèse des moyens de surveillance et d'intervention mis en œuvre à l'échelle de l'éco-quartier

	Entretien et surveillance	Fréquence d'intervention	Maintenance technique	Fréquence d'intervention	Responsable
Canalisations enterrées	Curage Inspections par passage caméra Essais d'étanchéité		Réparation par chemisage		Service Assainissement de la Métropole
Avaloirs & Regards	Curage Vidange		Mise à niveau Réparation de maçonnerie Remplacement tampon ou grille		Service Assainissement de la Métropole
Séparateurs à hydrocarbures	Curage Surveillance et vidange (si nécessaire)	Annuelle Semestrielle	Vérification des principaux organes	Annuelle	Service Assainissement de la Métropole
Vannes de confinement	Curage Surveillance	Annuelle Semestrielle	Vérification des principaux organes	Annuelle	Service Assainissement de la Métropole
Dispositifs de surverse	Curage Surveillance				Service Assainissement de la Métropole
Têtes d'aqueduc et busages	Curage		Réparation par chemisage		Service Assainissement de la Métropole
Régulateur de débit	Curage Surveillance	Annuelle Semestrielle	Vérification des principaux organes	Annuelle	Service Assainissement de la Métropole
Noues urbaines minérales	Nettoyage du fond de noue Balayage des voiries et caniveaux Nettoyage des ouvrages d'évacuation Ramassage des déchets				Service Voirie des pôles de proximité Service Voirie des pôles de proximité Service Assainissement de la Métropole Service Propreté des pôles de proximité
Noues paysagères	Entretien et fauche des espaces verts Ramassage des déchets Nettoyage des ouvrages d'évacuation Balayage des voiries et caniveaux		Replantation après curage Curage 	10 ans 10 ans 	Service Espaces Verts des pôles de proximité Service Propreté des pôles de proximité Service Assainissement de la Métropole Service Voirie des pôles de proximité
Ouvrages de rétention du Canal Vert	Nettoyage des ouvrages d'évacuation Surveillance du fonctionnement Ramassage des déchets Entretien et fauche des espaces verts Balayage des voiries et caniveaux	 Semestrielle 	Curage Replantation après curage 	10 ans 10 ans 	Service Assainissement de la Métropole Service Assainissement de la Métropole Service Propreté des pôles de proximité Service Espaces Verts des pôles de proximité Service Voirie des pôles de proximité
Ouvrages de rétention du Canal Bleu	Nettoyage des ouvrages d'évacuation Surveillance du fonctionnement Surveillance de la qualité des eaux Ramassage des déchets Entretien et fauche des espaces verts Balayage des voiries et caniveaux	 Semestrielle Semestrielle 2 ans 	Vidange et remplissage Curage 	10 ans 10 ans 	Service Assainissement de la Métropole Service Assainissement de la Métropole Service Assainissement de la Métropole Service Assainissement de la Métropole Service Espaces Verts de chaque ville Service Voirie des pôles de proximité
Ouvrages de rétention de la Peupleraie	Nettoyage des ouvrages d'évacuation Surveillance du fonctionnement Ramassage des déchets Entretien et fauche des espaces verts Balayage des voiries et caniveaux	 Semestrielle 2 ans 	Vidange et remplissage Curage 	10 ans 10 ans 	Service Assainissement de la Métropole Service Assainissement de la Métropole Service Assainissement de la Métropole Service Espaces Verts des pôles de proximité Service Voirie des pôles de proximité

8
Eléments graphiques et annexes techniques utiles à la compréhension du dossier

Annexe 1 - Impact de la rehausse du niveau marin sur l'éco-quartier (DHI – Décembre 2012)

Annexe 2 - Rapport de modélisation hydraulique (DHI – Juillet 2015)

Annexe 3 - Cahier technique Bassins et Canaux (DHI – Juillet 2015)

Annexe 4 - Plans des réseaux humides (EGIS – Juillet 2015)

Annexe 5 - Etude géotechnique de type G2 PRO (ABROTEC – Décembre 2014)

Annexe 6 - Etude d'impact du projet d'aménagement des Bords de Seine (INGETEC – Juin 2011)

Annexe 7 - Etude d'impact du dossier de création de ZAC (INGETEC – Octobre 2013)

SPLA CREA AMENAGEMENT

PROJET D'ECO QUARTIER FLAUBERT

Impact de la rehausse du niveau marin moyen sur l'Eco-quartier Flaubert

CREA Aménagement

Décembre 2012

IMPACT DE LA REHAUSSE DU NIVEAU MARIN MOYEN SUR L'ECO-QUARTIER FLAUBERT

DHI
2/4 rue Edouard Nignon
44300 Nantes - France

Tel: 02.40.48.40.40
Fax: 02.40.48.13.13
E-mail: france@dhigroup.com
Web: www.dhi.fr

Client	Représentant du client
CREA Aménagement	Me Audrey Hirbec

Projet	Projet No
IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'ECO-QUARTIER FLAUBERT	21800116
Auteurs Sandrine Vidal (SVI)	Date 21 décembre 2012
	Approuvé par Jean Paul Ducatez

Révision	Description	Par	Vérifié	Approuvé	Date
1	Rapport IndA	SVI	JPD	SAM	21/12/12

Mots-clés	Classification
Changement climatique, Seine	☐ Ouvert ☐ Interne ☒ Propriétaire

Distribution	Nb de copies
DHI	1
CREA Aménagement	1

TABLE DES MATIERES

1 INTRODUCTION 4
1.1 Contexte et objectifs 4
1.2 Méthodologie 5

2 EXTENSION DU MODELE HYDRAULIQUE 6
2.1 Présentation du modèle initial 6
2.2 Extension du modèle 7
2.2.1 Extension du maillage en lit majeur 7
2.2.2 Données utilisées 8
2.2.3 Résultats 8

3 CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE 9
3.1 Données de calage 9
3.1.1 Crues historiques 9
3.1.2 Limnigrammes - Marégramme 11
3.2 Conditions de marée au large 11
3.3 Surcote et niveaux extrêmes 12
3.4 Résultats du calage 13
3.4.1 Evénement de 1995 13
3.4.2 Evénement de 1999 15
3.4.3 Evénément de 2002 16

4 MODELISATION DU REHAUSSEMENT SUR LES CRUES DE CALAGE 17
4.1 Modélisation 17
4.2 Résultats 17
4.2.1 Analyse sur l'événement de 1995 17
4.2.2 Analyse sur l'événement de 1999 18
4.2.3 Analyse sur l'événement de 2002 19
4.2.4 Synthèse de l'analyse – dégagement de tendances 21

5 ANALYSE DE L'IMPACT SUR LA CRUE DE 1910 SUR LE SITE 23

5.1 Modélisation de l'impact sur le modèle de l'Eco-quartier 23
5.2 Resultats 23
5.2.1 CC60 23
5.2.2 CC100 23

6 CONCLUSION 26

FIGURES

Figure 1 :Pprésentation du modèle hydraulique construit pour le GMPH 6
Figure 2 : Présentation du modèle hydraulique dans le cadre de ce projet 7
Figure 3 : Visualisation d'un extrait du MNT 8
Figure 4 : Présentation des hydrogrammes modélisés 10
Figure 5 : Localisation des marégraphes dans l'estuaire de la Seine 11
Figure 6 : Résultats du calage pour l'événement de 1995 sur le poste de Rouen 13
Figure 7 : Résultats du calage pour l'événement de 1999 sur le poste de Rouen 15
Figure 8 : Résultats du calage pour l'événement de 2002 sur le poste de Rouen 16
Figure 9 : Impact des 2 hypothèses de rehaussement sur l'événement de 1995 17
Figure 10 : Analyse du rehaussement en fonction des niveaux d'eau en Seine - 1995 18
Figure 11 : Impact des 2 hypothèses de rehaussement sur l'événement de 1999 18
Figure 12 : Analyse du rehaussement en fonction des niveaux d'eau en Seine – 1999 19
Figure 13 : Impact des 2 hypothèses de rehaussement sur l'événement de 2002 20
Figure 14 : Analyse du rehaussement en fonction des niveaux d'eau en Seine - 2002 20
Figure 15 : Impact de l'impact ressenti à Rouen sur les niveaux de Hautes Eaux 21
Figure 16 : Analyse de la propagation du rehaussement sur l'événement de 1995 22
Figure 17 : Analyse de la propagation du rehaussement sur l'événement de 2002 22
Figure 18 : Hauteurs d'eau de submersion pour la crue de 1910 en considérant une augmentation du niveau moyen marin de 60 cm au Havre (+32 cm à Rouen) 24
Figure 18 : Hauteurs d'eau de submersion pour la crue de 1910 en considérant une augmentation du niveau moyen marin de 100 cm au Havre (+57 cm à Rouen) 25

1 INTRODUCTION

1.1 Contexte et objectifs

Porté par la CREA (Communauté d'Agglomération Rouen Elbeuf Austreberthe), le projet Eco Quartier Flaubert est un projet d'aménagement de grande envergure sur les communes de Petit-Quevilly et de Rouen, en bordure de la Seine. En effet, sur une surface de 90 ha, cette opération consiste à transformer et à valoriser un ancien site industriel et portuaire, actuellement en friche.

Ce projet s'inscrit dans la volonté du Schéma Directeur et du Plan Directeur d'Aménagement et de Développement (PDAD) de l'Agglomération Rouennaise visant à créer « un nouveau site urbain central […] favorisant la mixité des fonctions, associant de l'habitat, des activités tertiaires, des espaces verts et des équipements attractifs d'intérêt d'agglomération ».

Ces orientations fixent deux zones de mutation prioritaire, en rive droite et en rive gauche de la Seine aux abords de raccordement du pont de Flaubert, combinant à la fois une évolution de leurs fonctions et de la trame urbaine et présentant un caractère particulièrement stratégique pour l'accueil d'activités économiques.

L'ensemble des aménagements concerne la recomposition des espaces d'interface entre le centre-ville et le port.

Dans ce cadre, l'opération prévoit :

- le réaménagement des bords de Seine avec la transformation de la presqu'île Rollet et de ses rives en parc boisé, dans un objectif de valorisation de la proximité de la Seine,

- la création du nouveau quartier (logements, activités, espaces publics importants) qui sera un exemple d'aménagement durable.

Cette opération poursuit ainsi un enjeu urbanistique fort, la création d'un quartier attractif sur tous les plans (économique, environnemental, paysager, urbanistique …).

Dans le cadre de la conception de l'Eco-Quartier Flaubert, la SPLA CREA Aménagement a souhaité connaitre l'impact du rehaussement attendu du niveau marin sur les lignes d'eau de la Seine en crue.

1.2 Méthodologie

L'analyse des débordements historiques montre qu'il existe une typologie des débordements à Rouen :

- Les débordements où la crue prédomine : combinaisons de débits élevés (> 2000 m^3/s de la Seine avec des conditions marines « normales ». Ce cas de figure est représenté
    - par la crue de 1910 (cote historique la plus forte enregistrée : 10.05 CMH) ;
    - par la crue de février 1995 (4ème cote historique atteinte : 9.68 CMH).
- Les débordements où les facteurs marins prédominent mais ne nécessitant pas de forts débits en Seine. L'éventuelle concomitance avec des forts coefficients de marée (marée de vives eaux) est un facteur aggravant. L'influence aval des marées de tempête suffisent au rehaussement des lignes d'eau. Parmi ces événements, nous pouvons compter :
    - La tempête du 25/12/1999 qui a conduit à des cotes enregistrées au marégraphe de Rouen de 9.91 CMH (2ème plus fort niveau enregistré) ;
    - La tempête du 01/03/2002 qui a conduit à des cotes enregistrées au marégraphe de Rouen de 9.71 CMH (3ème plus fort niveau enregistré).

La circulaire du 27 Juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques littoraux vient préciser qu'à l'échéance 2100, il sera pris en compte une élévation moyenne du niveau marin de 60 cm correspondant au scénario pessimiste établi par l'ONERC.

Afin de déterminer l'impact de ce rehaussement, nous avons mis à contribution le modèle hydrodynamique de l'estuaire de la Seine depuis le barrage de Pose que nous avons réalisons pour le compte du Grand Port Maritime du Havre.

Ce modèle est développé pour l'étude spécifique de la courantologie depuis Tancarville jusqu'aux bassins portuaires. L'extension Tancarville-Pose ne permet que l'estimation des débits oscillants pour des régimes de crues courantes. Le modèle a été développé uniquement en lit mineur et ne permet pas ainsi de modéliser les crues débordantes de la Seine.

La méthodologie se décompose selon les étapes suivantes :

- Extension du modèle Seine avec le lit majeur ;
- Calage du modèle sur les 3 crues historiques les plus fortes ;
- Modification des conditions limites en aval en prenant une élévation de 60 cm et de 1 m ;
- Analyse de l'impact sur le site de l'Eco-quartier pour la crue de 1910.

2 EXTENSION DU MODÈLE HYDRAULIQUE

2.1 Présentation du modèle initial

Le modèle créé pour le compte du Grand Port Maritime du Havre avait pour objectif l'étude de la courantologie depuis Tancarville jusqu'aux bassins portuaires. Le modèle avait été construit sur l''ensemble de l'estuaire jusqu'à Poses.

L'objectif de l'étude concernait la courantologie et l'analyse de crue non débordante. Ainsi, le modèle n'avait été créé qu'en lit mineur, comme le montre les figures suivantes :

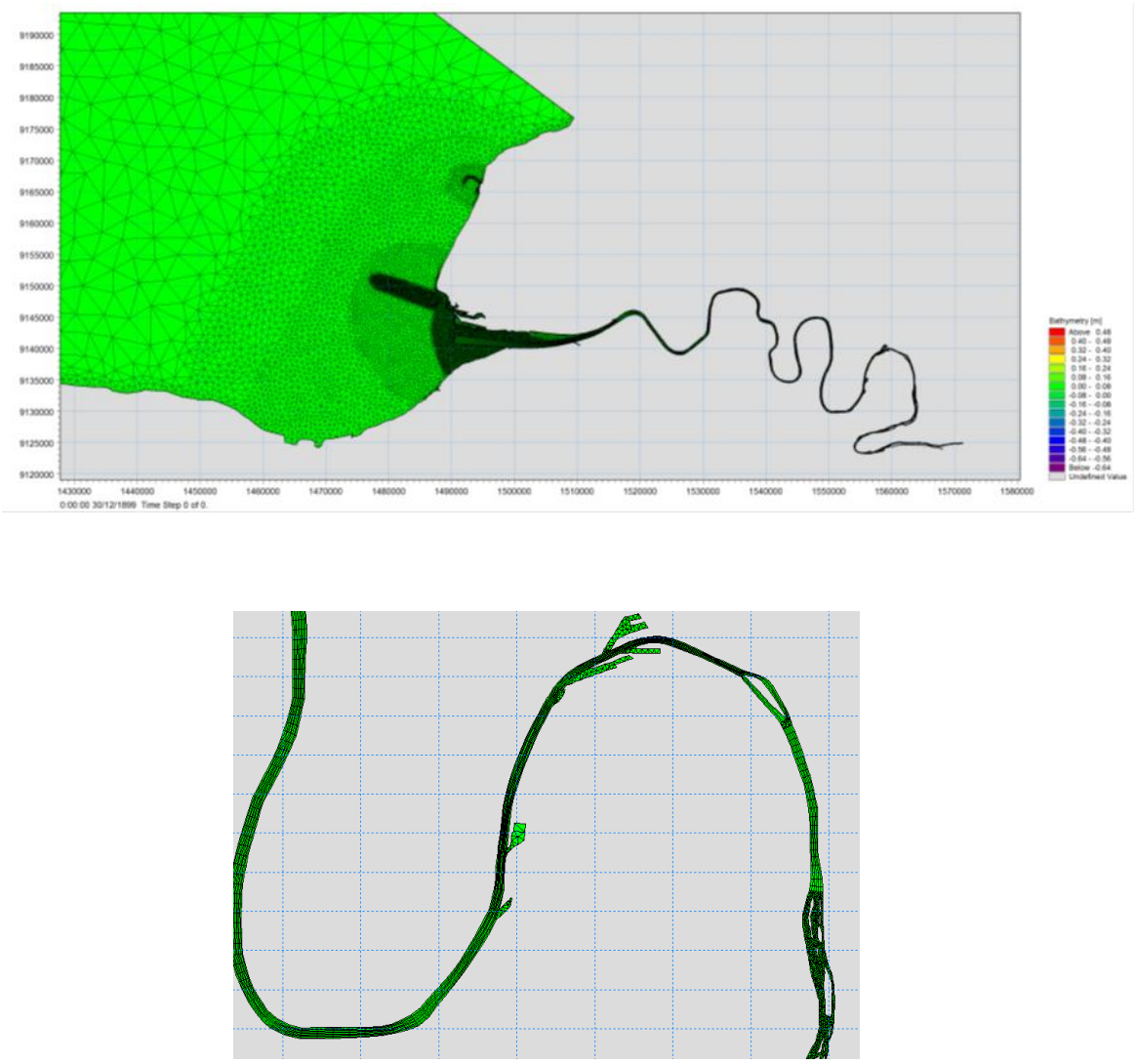


Figure 1 : Présentation du modèle hydraulique construit pour le GMPH

2.2 Extension du modèle

2.2.1 Extension du maillage en lit majeur

Le maillage du modèle hydraulique a été étendu en lit majeur fin de prendre en compte l'ensemble du champ d'expansion possible de la Seine. La délimitation a été définie à l'aide d'une analyse de la topographie.

Nous avons conservé un maillage quadrangulaire dans le lit mineur afin de bien représenter les écoulements dans le lit de la Seine et nous avons utilisé un maillage triangulaire dans le lit majeur. Une simplification de la bathymétrie a été réalisée au niveau de port 2000 sans toutefois altérer les données dans l'estuaire au niveau des digues submersibles.

Les figures suivantes présentent le maillage construit sur le site d'étude et un zoom montrant la différence de maillage entre le lit mineur et le lit majeur.

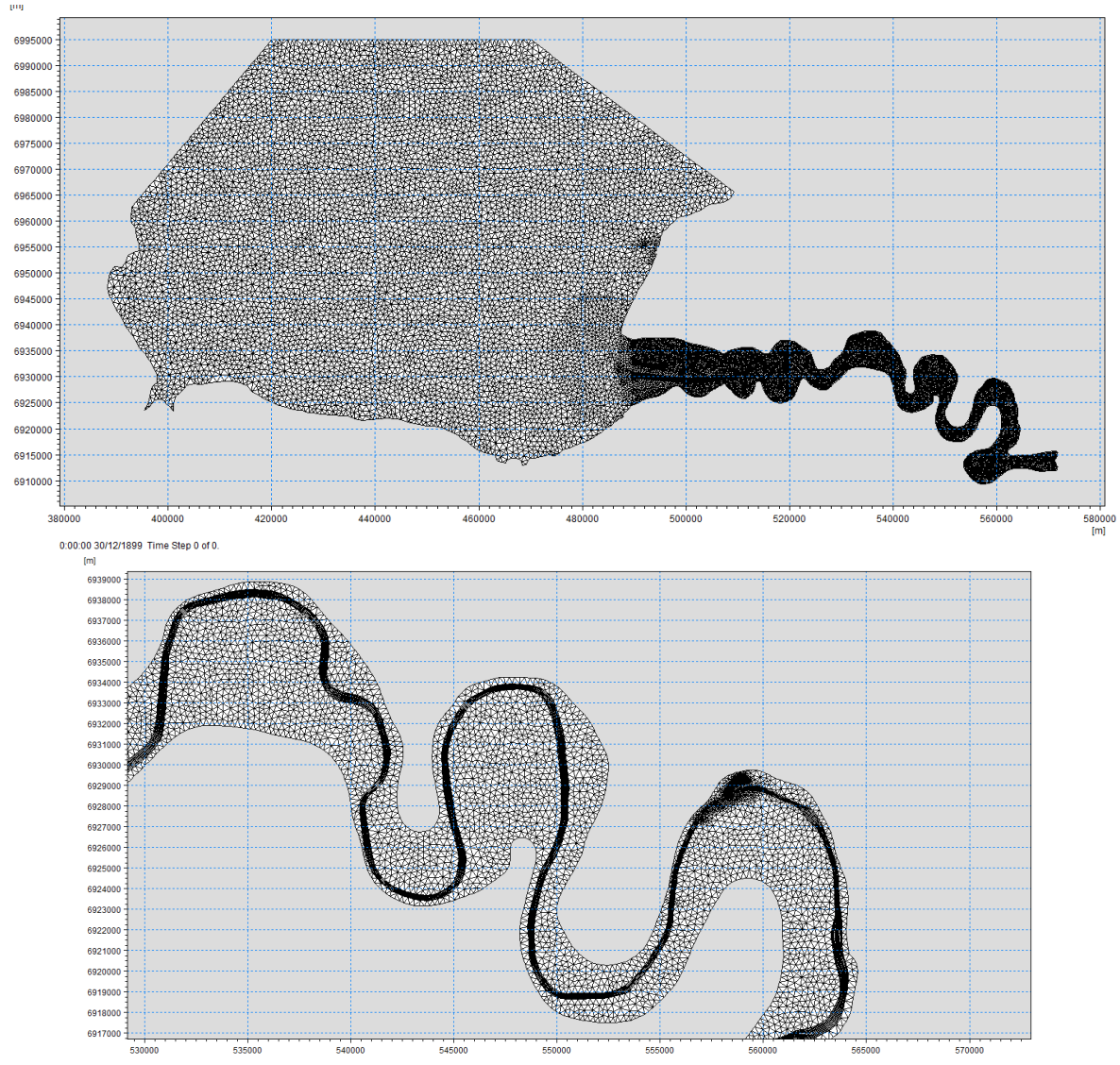


Figure 2 : Présentation du modèle hydraulique dans le cadre de ce projet

2.2.2 Données utilisées

Afin de construire le Modèle Numérique de Terrain (MNT) du modèle hydraulique, nous avons utilisé les données LIDAR sur la vallée de la Seine fournies par le GIPSA. Nous avons bénéficié d'une forte densité de données. Nous avons du post-traité les données LIDAR (réduction de la densité de point) afin de pouvoir les importer et réaliser une interpolation.

Le GIPSA nous a également fourni des données cartographiques représentant les murets en bordure de Seine. Ces données ont été intégrées aux données topographiques afin que l'interpolation puisse reproduire les murets localement et en conséquence les échanges entre le lit mineur et le lit majeur. Des ajustements manuels ont été également nécessaires. Notons qu'il a été constaté quelques problèmes d'incohérences de ces données qui sont en cours d'actualisation par le GIPSA.

2.2.3 Résultats

Les figures suivantes montrent des visualisations du modèle obtenu en 3D :

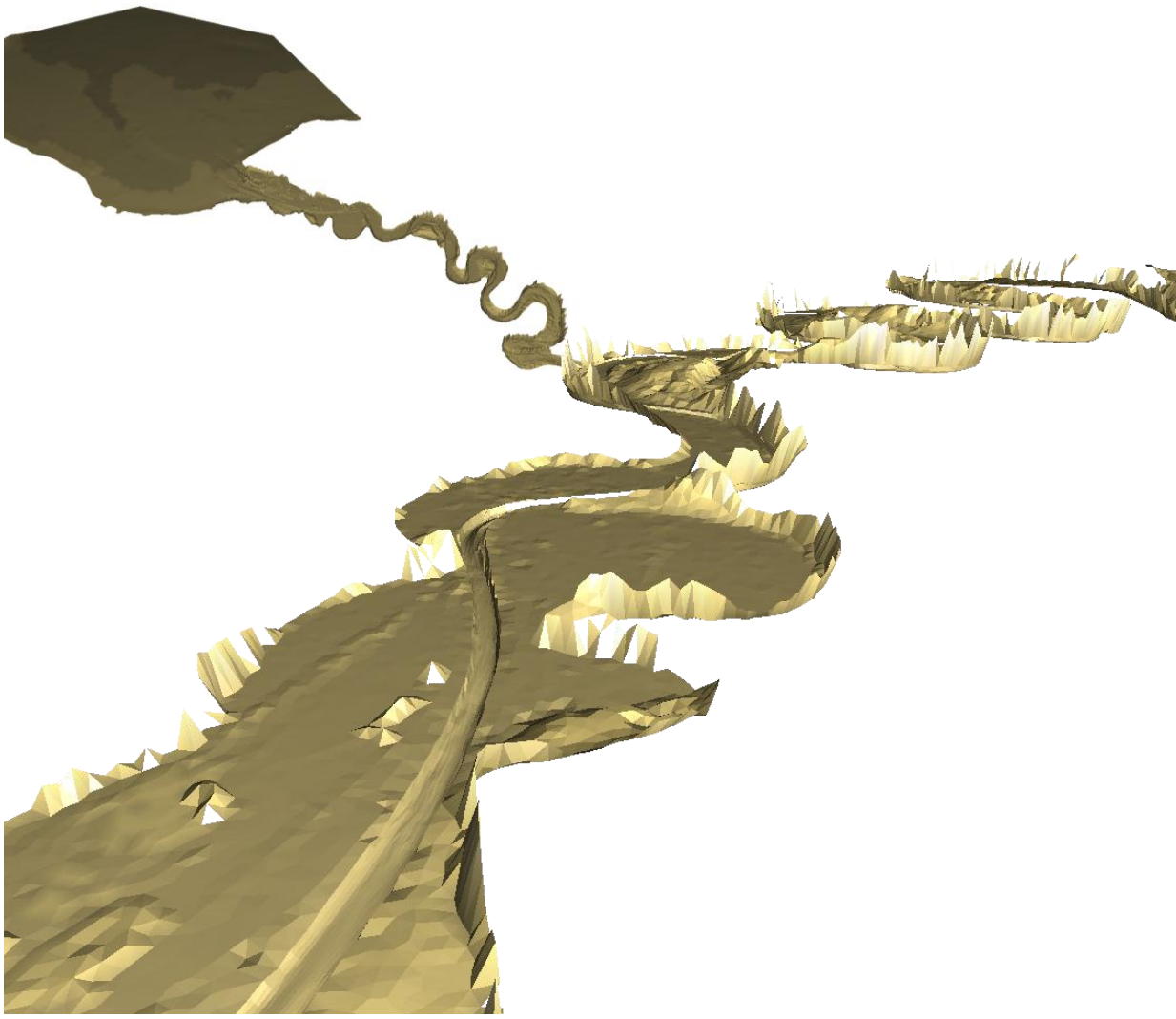


Figure 3 : Visualisation d'un extrait du MNT

3 CALAGE DU MODELE HYDRAULIQUE

3.1 Données de calage

3.1.1 Crues historiques

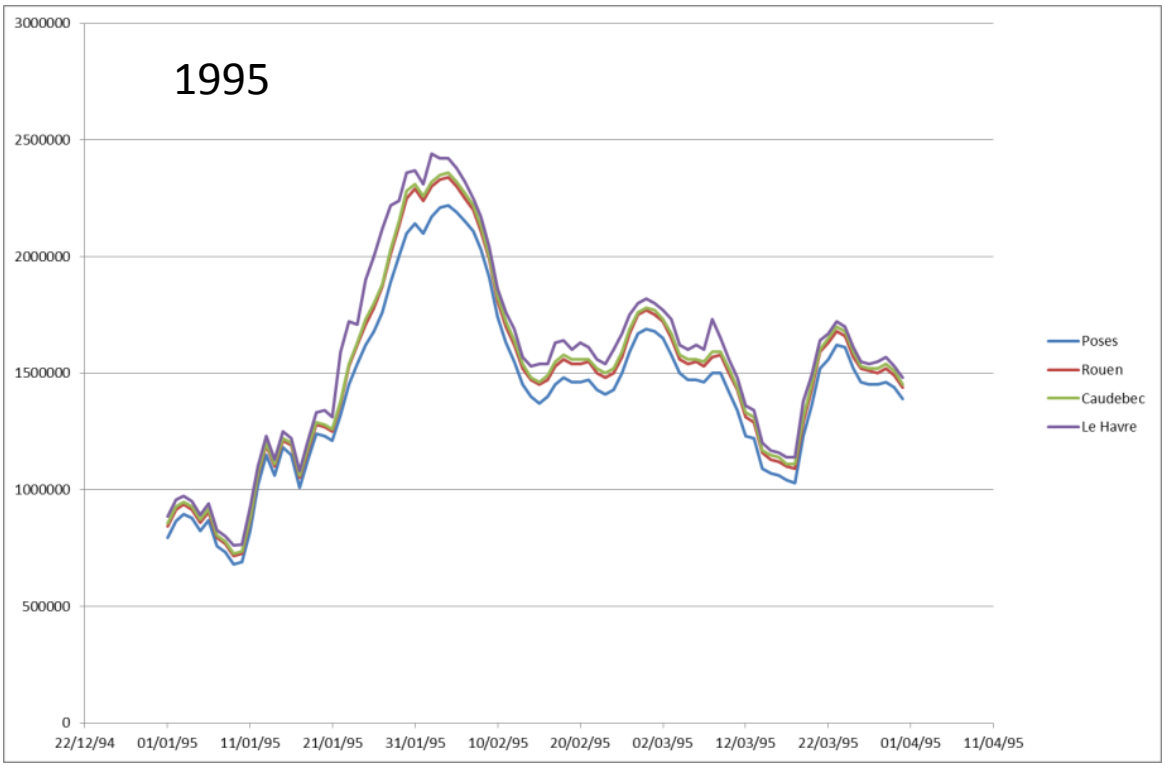
Nous avons choisi 3 crues historiques pour permettre le calage du modèle hydraulique ayant les caractéristiques suivantes :

- Niveaux maximums atteint à Rouen > 9.65 CMH ;
- Débit de pointe > 2000 m^3/s ;
- Typologie de crues différentes : crue d'influence fluviale et crue d'influence maritime.

Les crues choisies pour le calage, qui représente les conditions de limite amont du modèle sont donc :

- La crue du 31 Janvier 1995 : Crue d'influence fluviale ayant un débit de pointe de 2500 m^3/s environ ;
- La crue du 2 Janvier 1999 : Crue d'influence maritime avec un débit de pointe de 2500 m^3/s environ ;
- La crue du 4 mars 2002 : Crue d'influence maritime avec un débit de 2000 m^3/s environ.

Les hydrogrammes sont présentés dans les figures suivantes :



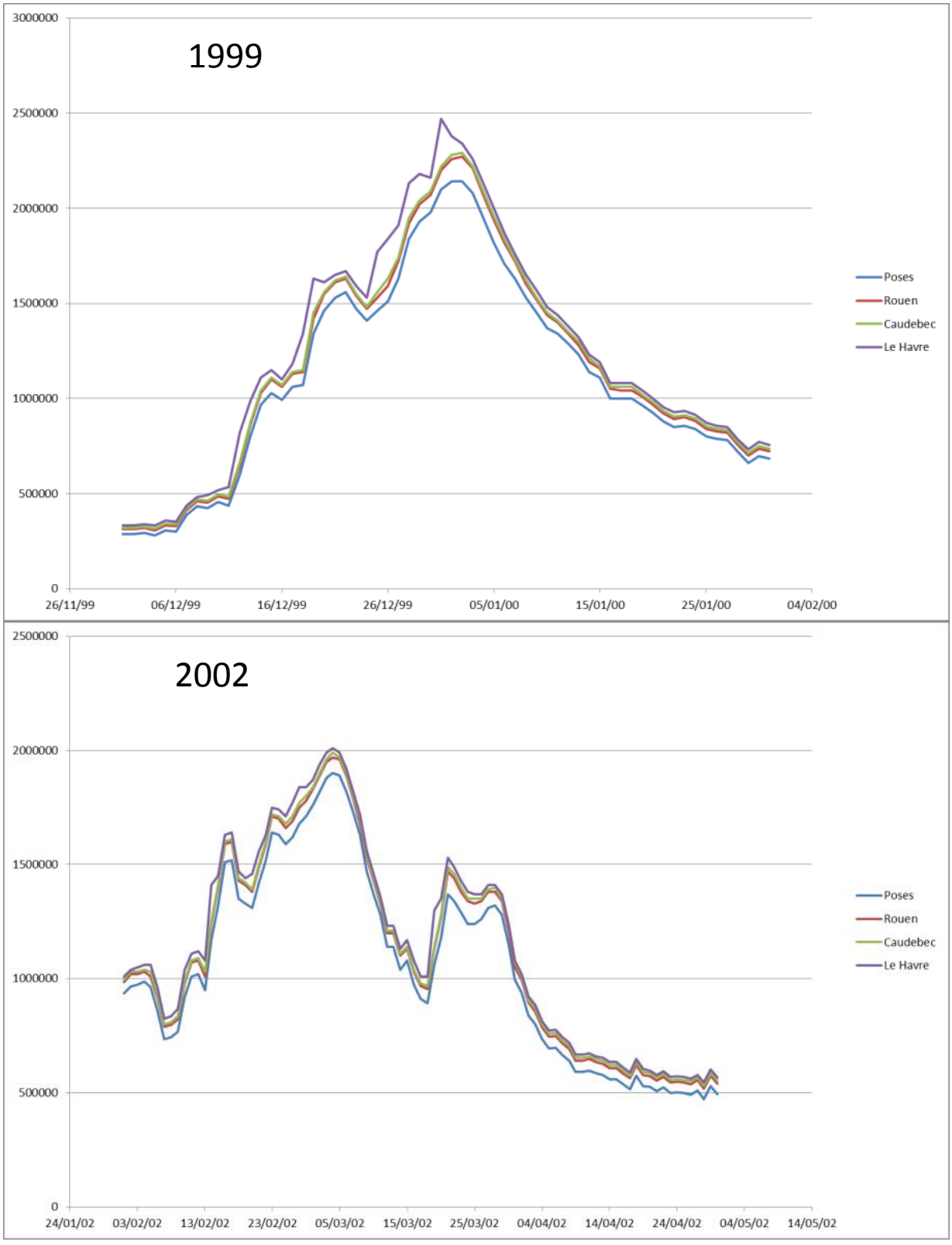


Figure 4 : Présentation des hydrogrammes modélisés

3.1.2 *Limnigrammes - Marégramme*

Les données des marégrammes pour les 3 crues historiques ont été collectées auprès du Grand Port Maritime de Rouen. La localisation des points de mesure est présentée dans la figure suivante :

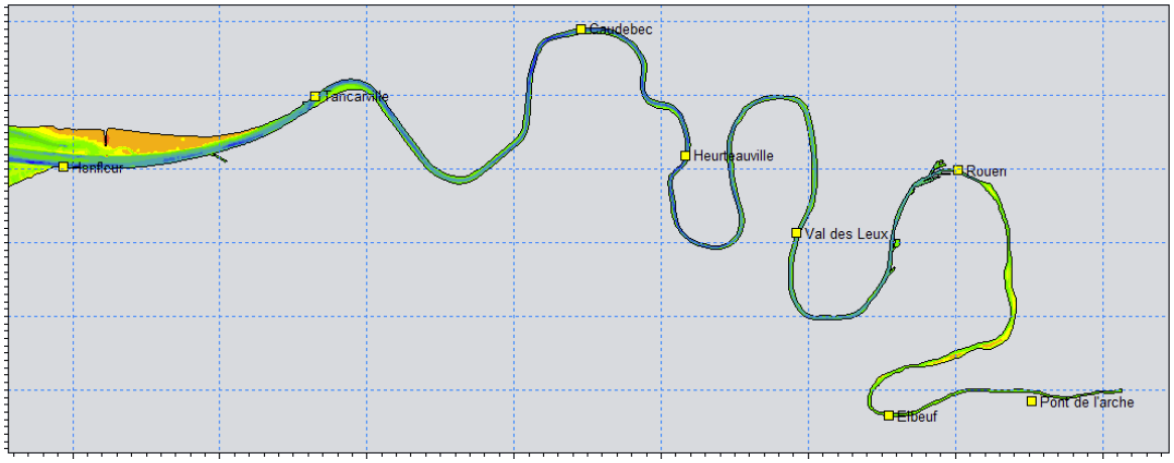


Figure 5 : Localisation des marégraphes dans l'estuaire de la Seine

Le tableau suivant présente les données disponibles pour chaque point de mesure :

	Crue 1995	Crue 1999	Crue 2002
Honfleur	Ok	Ok	Ok
Tancarville	Ok	Ok	En partie
Caudebec	Ok	Ok	Ok
Heurteauville	Ok	Ok	Ok
Val des Leux	Ok	Ok	En partie
Rouen	Ok	Ok	Ok
Elbeuf	Ok	non	non

3.2 *Conditions de marée au large*

Le modèle hydrodynamique est forcé à sa limite marine ouverte par les signaux de marée : les élévations de la surface libre générées par composition harmonique des constantes fournies par le SHOM en 4 points interpolées le long de la limite du modèle.

Les tests de sensibilités ont montré qu'il est important de prendre en compte au moins 14 composantes harmoniques dans le forçage afin de bien reproduire l'asymétrie de marée induite par les composantes quart-diurnes.

3.3 Surcote et niveaux extrêmes

Les fluctuations du niveau de la mer sont liées aux facteurs astronomiques (marée) et climatiques (surcote).

Le phénomène de surcote est une surélévation du niveau marin par rapport aux prédictions astronomiques. Ces niveaux marins extrêmes de pleine mer rassemblent les phénomènes statiques (comme la marée) et les phénomènes dynamiques de grande ampleur de type météorologique. Les facteurs les plus influents sur la variation du niveau d'eau à l'échelle régionale sont le vent et la pression atmosphérique. Les forts vents d'ouest poussent les masses d'eau vers les côtes et vers l'intérieur des estuaires (vents d'afflux) et engendrent des surcotes. A l'inverse, des forts vents d'est poussent l'eau vers le large et engendrent des décotes.

A ce phénomène s'ajoute l'effet des basses pressions atmosphériques (phénomène du baromètre inversé). En effet, une chute barométrique se répercute sur un plan d'eau à raison d'un centimètre pour une baisse d'un hectopascal. Concrètement, une dépression atmosphérique en voie de creusement sur la mer s'accompagne d'un noyau de baisse de pression et d'une zone de vents forts à l'origine d'une onde de tempête dont la célérité est fonction de la racine carrée de la profondeur de l'eau. A l'approche des côtes, la vitesse de l'onde diminue en raison du relèvement des fonds, ce qui réduit sa longueur et augmente son amplitude. D'abord modérée au large, la surcote apparaît plus importante à la côte, notamment dans les estuaires et les baies par effet de concentration. La somme du niveau théorique de la marée et d'une surcote atmosphérique est appelée marée de tempête.

Nous étudions ici des événements historiques ayant généré des niveaux extrêmes liés à des phénomènes fluviales et / ou à des influences maritimes. Les événements de 1999 et de 2002 (2° et 3° niveaux extrêmes enregistrées après 1910) sont liés essentiellement à des phénomènes maritimes (fort coefficient de marée), mais également liée des surcotes climatiques, la crue de la Seine n'étant pas concomitante avec ces tempêtes.

Ces événements présentent des surcotes importantes, en dehors de la crue de la Seine, qui ne se généralisent pas sur l'ensemble du linéaire de la Seine. Il est ainsi possible de noter sur un cycle de marée, une surcote de 80 cm à Rouen, alors qu'elle n'est que de 20 cm à Heurteauville et vice-versa. Les phénomènes locaux relativement complexes (dépendant des conditions climatiques/atmosphériques, du régime des vents dans l'estuaire) ne sont pas abordés dans notre travail.

L'objet de la présente étude est principalement de comprendre et d'apprécier le fonctionnement de la Seine au droit de Rouen en cas d'un rehaussement du niveau moyen marin lors d'une crue. Néanmoins, il serait trop ambitieux ici d'intégrer et de caler ces phénomènes atmosphériques dans l'estuaire de la Seine ainsi que l'ensemble des phénomènes locaux. Nous avons ainsi décidé de ne pas les inclure dans le modèle hydraulique. Nos efforts de calage se sont donc portés essentiellement autour des pics de crue de la Seine. Les résultats qui sont présentés dans la suite du document confirment ce choix simplificateur effectué a priori.

L'analyse de l'impact du rehaussement sur les PHE (Plus Hautes Eaux) sera approchée par une analyse de l'ensemble des résultats.

3.4 Résultats du calage

Le calage consiste en l'ajustement des paramètres hydraulique de manière à ce que le modèle soit le plus représentatif de la réalité que possible. Ci-après sont rassemblés les résultats du calage au droit de Rouen.

Le calage a été réalisé sur les 3 crues simultanément. Le calage résulte ainsi du meilleurs compromis de calage pour les 3 événements.

3.4.1 Evénement de 1995

L'analyse de la figure suivante (résultats du calage pour l'événement de 1995), montre que le calage sur l'ensemble de l'événement est satisfaisant. On constate :

- Un léger déphasage à partir du 31 Janvier avant une absence de mesure et qui disparait à la reprise des mesures le 6 février – cela peut être lié à un défaut de mesure qui a été corrigé lors de la reprise des mesures ;

- Une mauvaise représentation du pic le 1er février. On constate ce défaut sur l'ensemble des points de mesure et uniquement sur une seule marée alors que la crue s'établit sur 1 mois environ. Cette manifestation est liée à des phénomènes locaux non représenté dans le modèle.

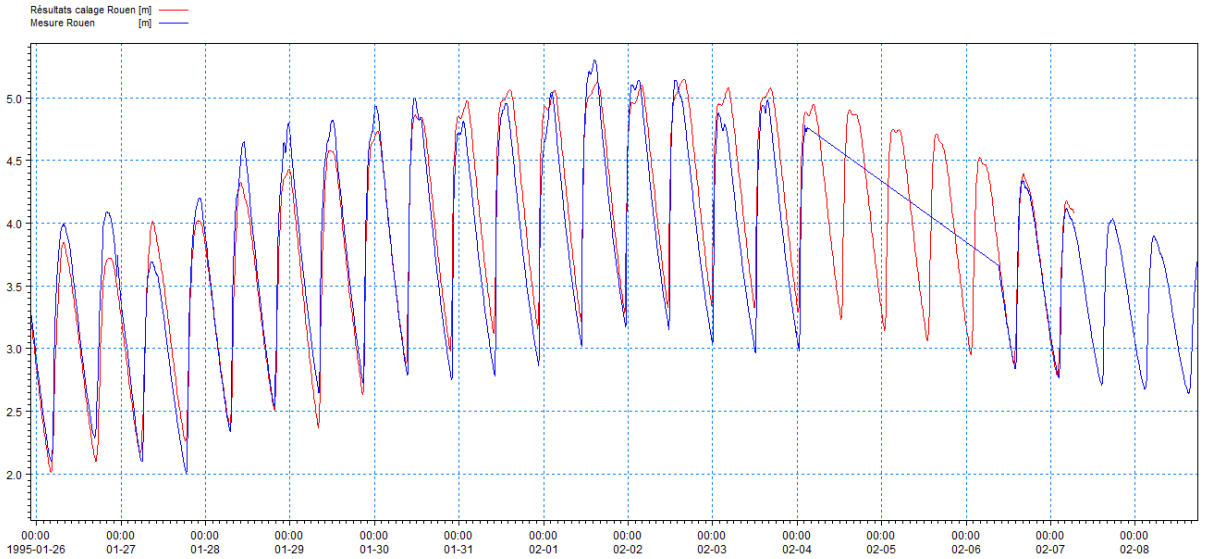


Figure 6 : Résultats du calage pour l'événement de 1995 sur le poste de Rouen

Les figures suivantes présentent quelques résultats du calage sur le reste du linéaire de la Seine qui confirme la fiabilité du calage.

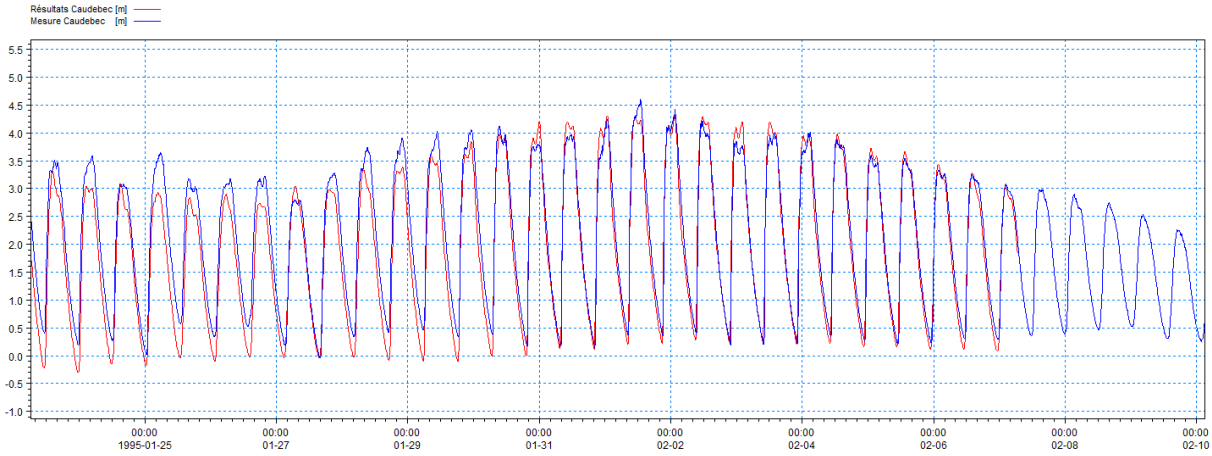


Figure 7 : Résultats du calage pour l'événement de 1995 sur le poste de Caudebec

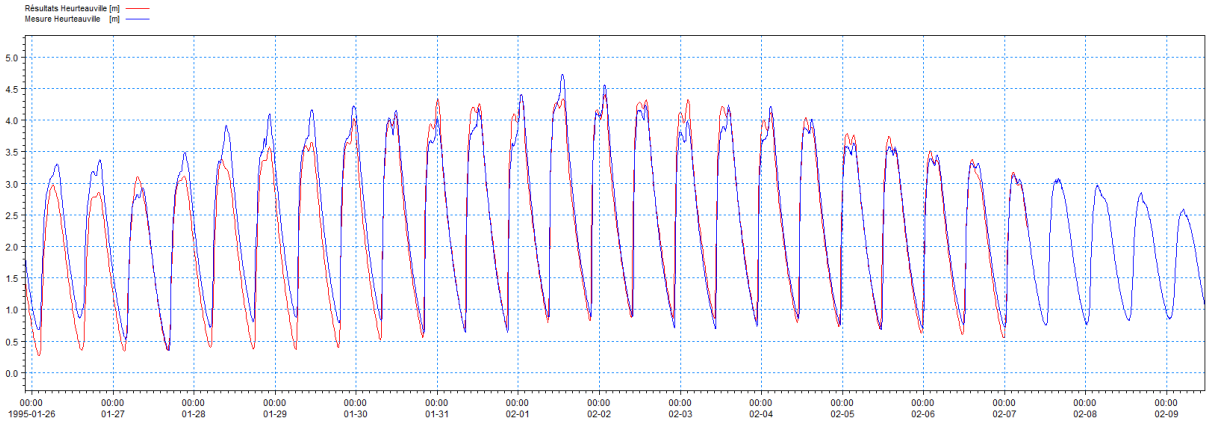


Figure 8 : Résultats du calage pour l'événement de 1995 sur le poste de Heurteauville

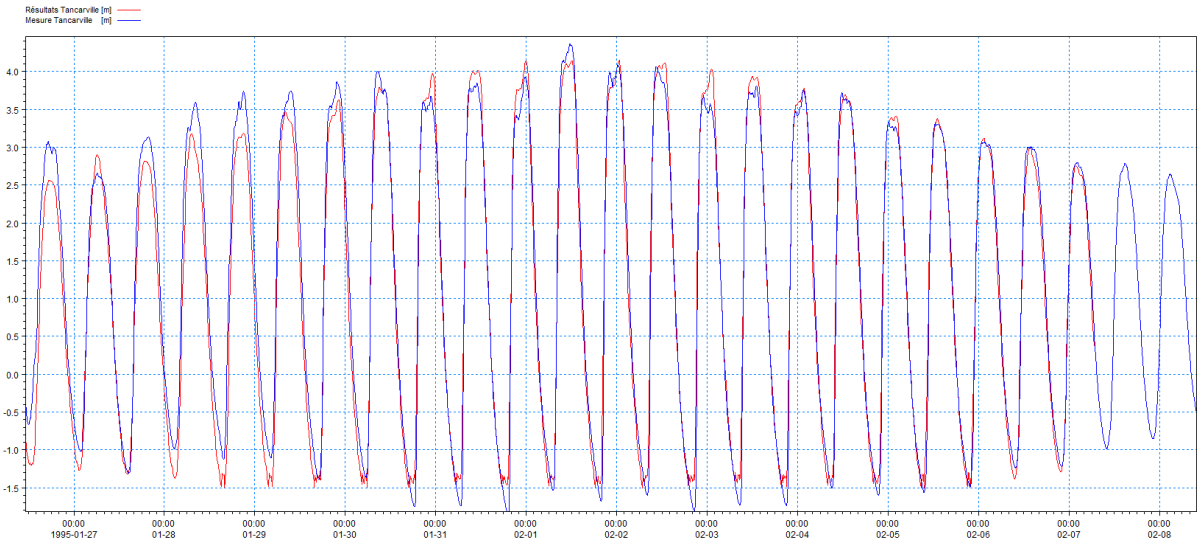


Figure 9 : Résultats du calage pour l'événement de 1995 sur le poste de Tancarville

3.4.2 *Evénement de 1999*

L'événement de 1999 se caractérise par :

- Une tempête et des niveaux maximum atteints le 25 décembre 1999 ;
- Une crue de la Seine atteint son maximum le 2 Janvier 2000.

Les niveaux maximum enregistrés le 25 décembre ne sont ainsi pas liés à une crue de la Seine, le débit de la Seine à Rouen atteignant 1500 m^3/s environ ce jour.

Ainsi, sur la figure suivante représentant les niveaux mesurés et les niveaux simulés nous constatons :

- Une non représentation des PHE du 24 au 27 décembre : En effet, on constate aisément les surcotes sur ces 3 jours qui se démarquent de la chronique de mesures. Le modèle n'intégrant pas les phénomènes climatiques et atmosphériques, le modèle ne reproduit pas fidèlement les niveaux d'eau atteint ces 3 jours.
- Une très bonne représentativité du modèle sur le reste des mesures.

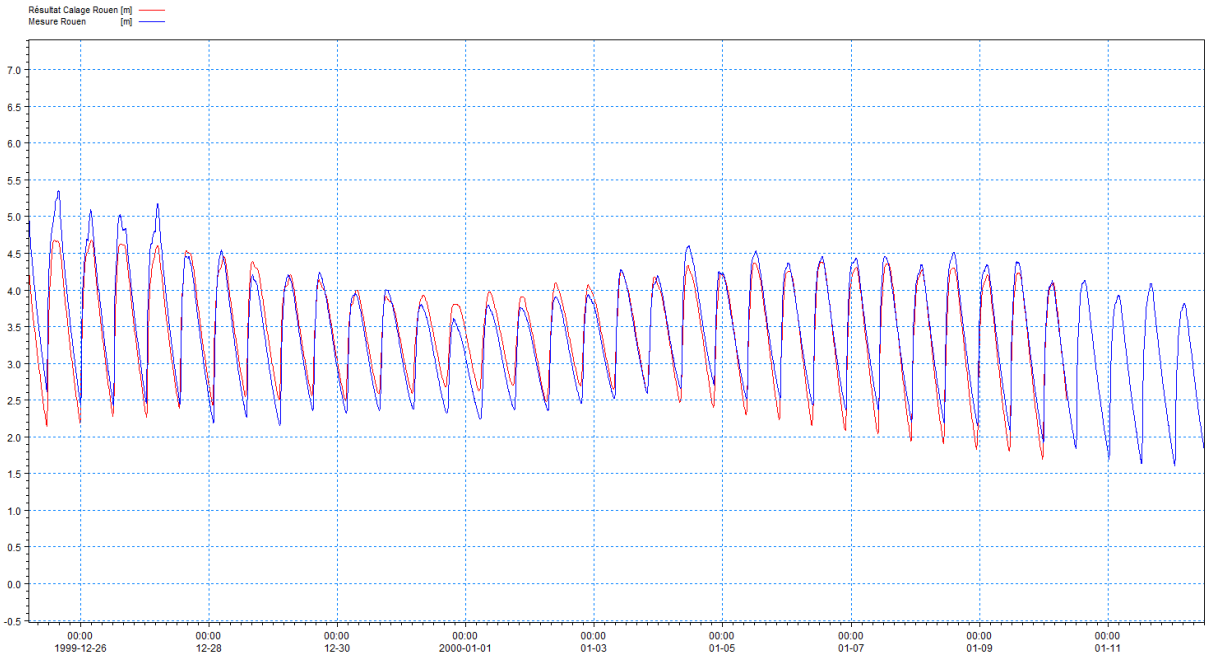


Figure 10 : Résultats du calage pour l'événement de 1999 sur le poste de Rouen

3.4.3 *Evénement de 2002*

De la même manière que pour la crue de 1999, l'événement de 2002 se caractérise par des niveaux maximum atteint le 28 février alors que le pic de crue de la Seine est observé le 4 Mars 2002.

Le débit de la Seine à Rouen le 28 février était de 1700 m^3/s environ.

La figure suivante présente les résultats du calage (rouge) en comparaison avec les mesures (bleu). Nous obtenons ainsi des différences sur les PHE obtenus durant la tempêtes du 28 février ou nous observons des surcotes. En dehors de cette période, le modèle est fiable.

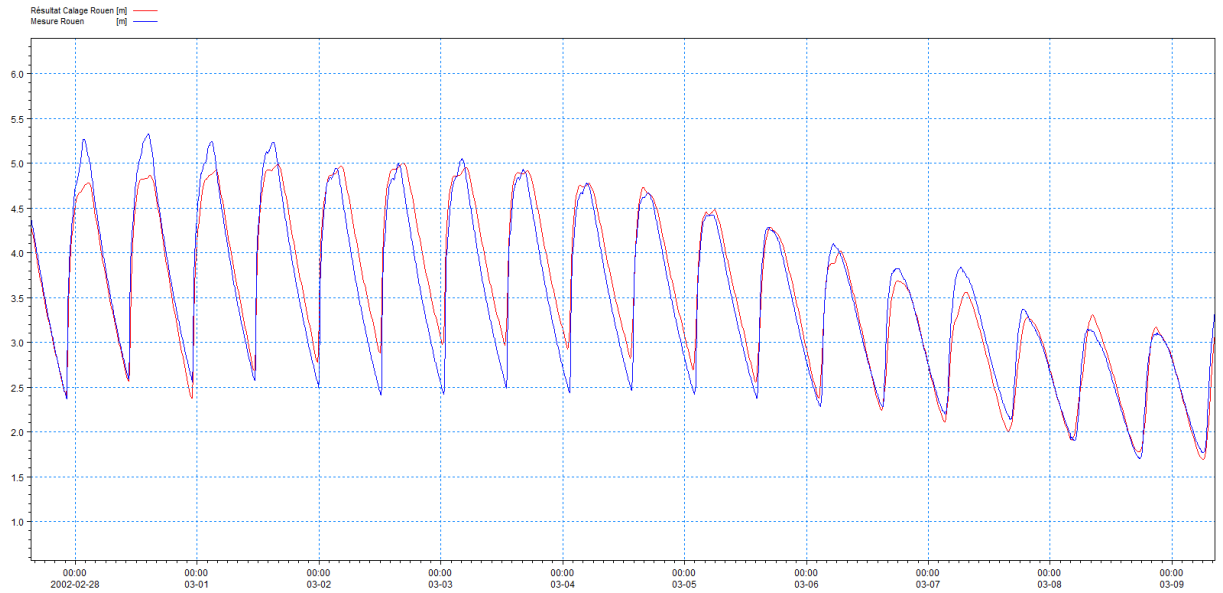


Figure 11 : Résultats du calage pour l'événement de 2002 sur le poste de Rouen

4 MODELISATION DU REHAUSSEMENT SUR LES CRUES DE CALAGE

4.1 Modélisation

Pour mettre en évidence l'impact du rehaussement du niveau marin moyen sur les niveaux de la Seine en crue, nous avons repris les simulations des 3 événements historiques en modifiant les conditions de marée.

Nous avons simulé 2 hypothèses de rehausse du niveau marin :

- CC60 : rehausse de 60 cm : hypothèse pessimiste selon l'ONERC
- CC100 : rehausse de 100 cm : hypothèse extrême selon l'ONERC

4.2 Résultats

4.2.1 Analyse sur l'événement de 1995

La figure suivante présente les niveaux d'eau obtenus par la simulation de l'événement de 1995 seul, puis avec les 2 hypothèses de rehaussement (CC60 et CC100).

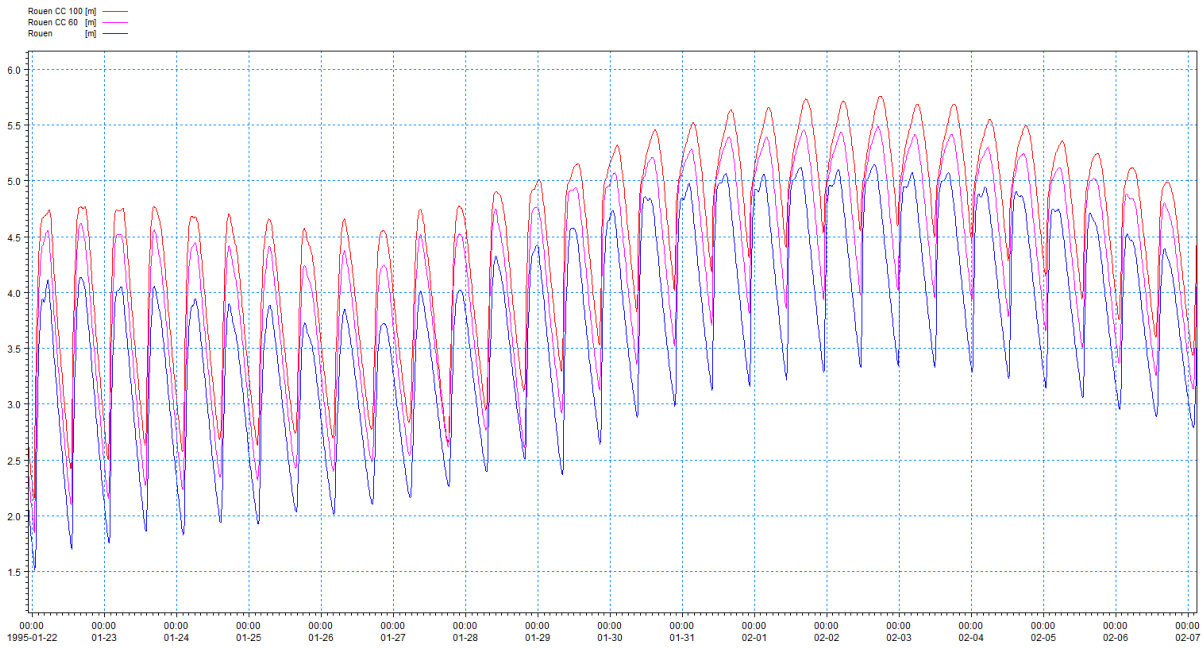


Figure 12 : Impact des 2 hypothèses de rehaussement sur l'événement de 1995

La figure suivante présente la répartition de l'impact (en m) selon les niveaux d'eau à Rouen. Cette analyse a été réalisée sur l'ensemble des points en hautes eaux de chaque marée.

Les niveaux en hautes eaux à Rouen varient de 3.8 à 5.2 m NGF sur la période simulée. Pour cette même période, la rehausse du niveau moyen en mer de 60 cm et 1 m se fait sentir à Rouen avec respectivement un rehaussement du niveau de 35 cm à 55 cm et de 60 cm à 80 cm.

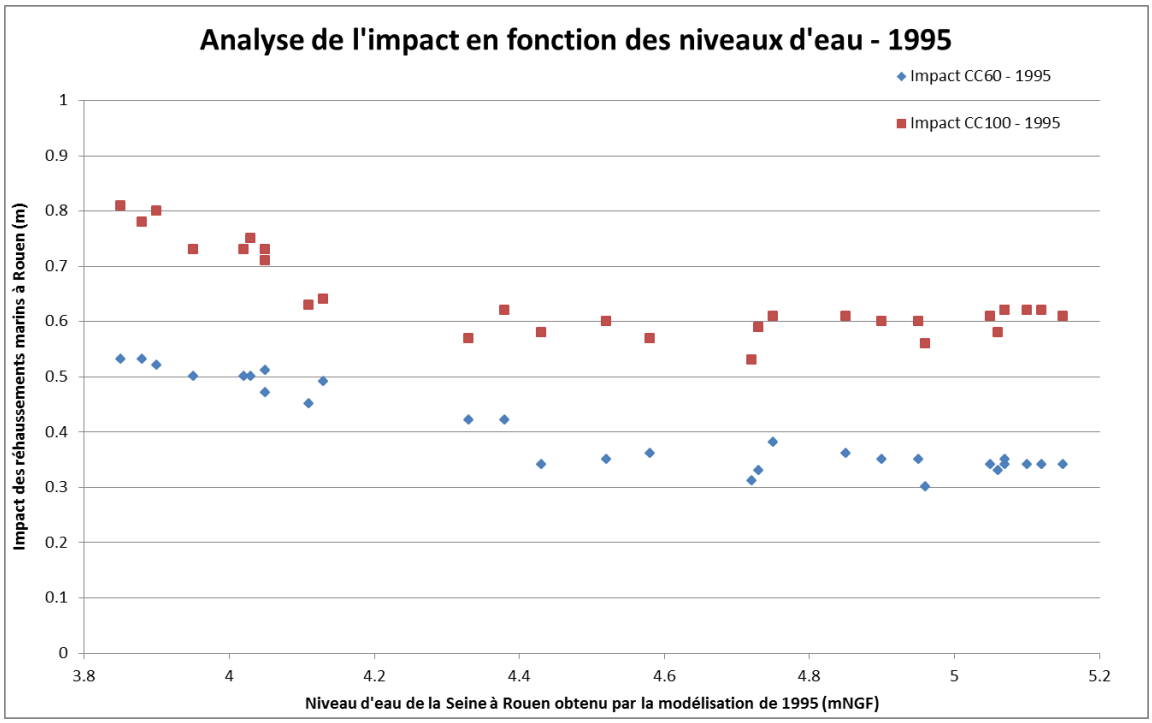


Figure 13 : Analyse du rehaussement en fonction des niveaux d'eau en Seine - 1995

4.2.2 Analyse sur l'événement de 1999

Comme précédemment, sont présentées ci-après une figure présentant l'impact des 2 hypothèses de rehaussement et une analyse de la répartition du rehaussement à Rouen en fonction des niveaux dans la Seine.

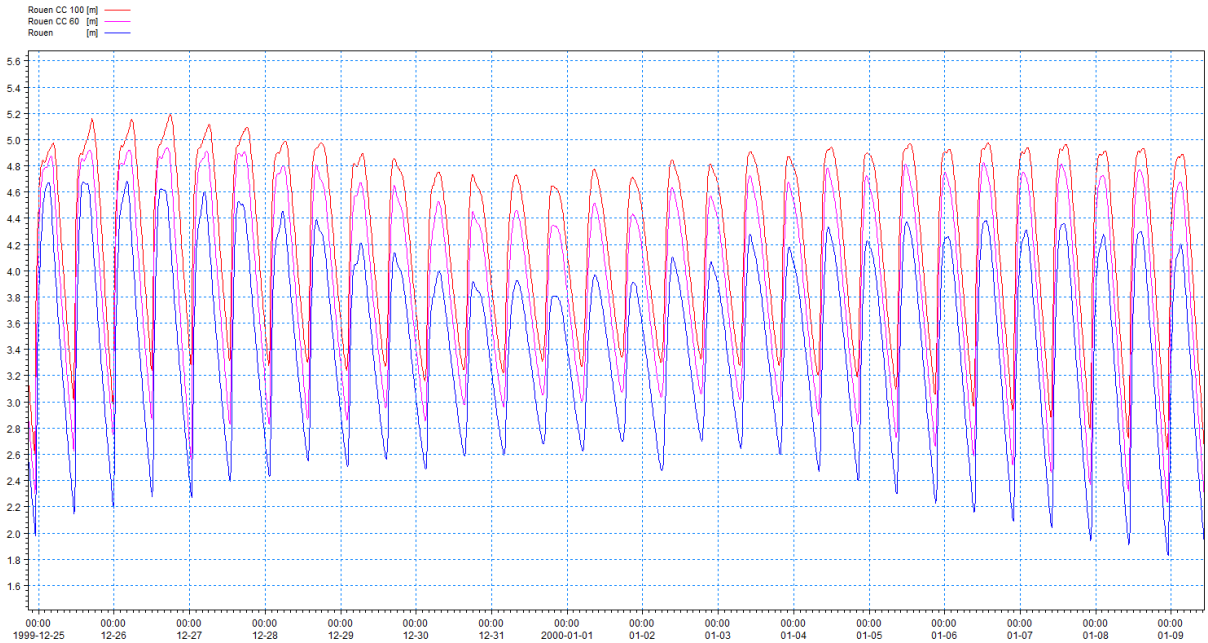


Figure 14 : Impact des 2 hypothèses de rehaussement sur l'événement de 1999

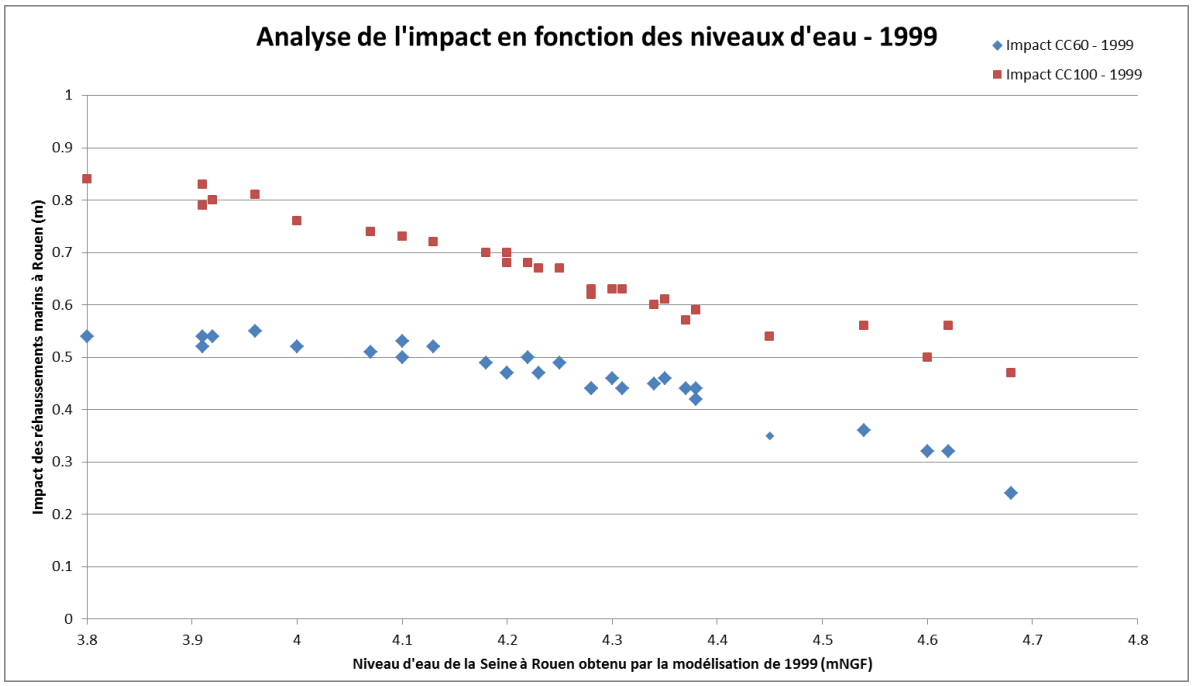


Figure 15 : Analyse du rehaussement en fonction des niveaux d'eau en Seine – 1999

Ces deux figures permettent de mettre en évidence une tendance entre les niveaux d'eau en Seine et la hauteur du rehaussement attendu à Rouen suite aux 2 hypothèses de changement climatique.

Ainsi, on constate que plus les niveaux d'eau à Rouen sont importants, plus l'impact du rehaussement du niveau moyen est faible. En effet, pour des niveaux de 3.9 m NGF, l'impact est de +0.8 cm environ pour un rehaussement de 1 m alors qu'il est inférieur à 50 cm lorsque le niveau d'eau est de 4.7 m NGF. La propagation de la surcote maritime est ainsi atténuée pour les niveaux de pleine mer de vives eaux.

4.2.3 Analyse sur l'événement de 2002

Comme précédemment, sont présentées ci-après une figure présentant l'impact des 2 hypothèses de rehaussement et une analyse de la répartition du rehaussement à Rouen en fonction des niveaux dans la Seine.

L'analyse des données montre la même tendance que précédemment à savoir que l'impact est d'autant plus faible que les niveaux d'eau en Seine sont importants. Néanmoins, on constate également que le rehaussement tend à se stabiliser à partir d'un niveau d'eau de 4.5 mNGF pour les 2 hypothèses de changement climatiques.

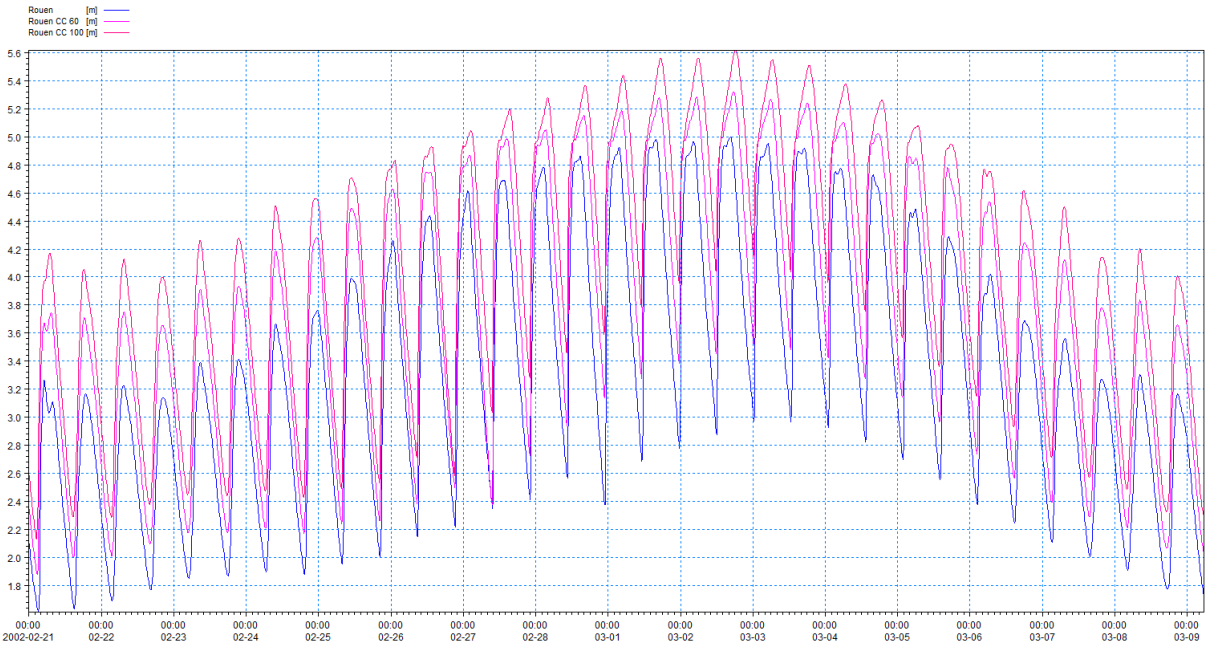


Figure 16 : Impact des 2 hypothèses de rehaussement sur l'événement de 2002

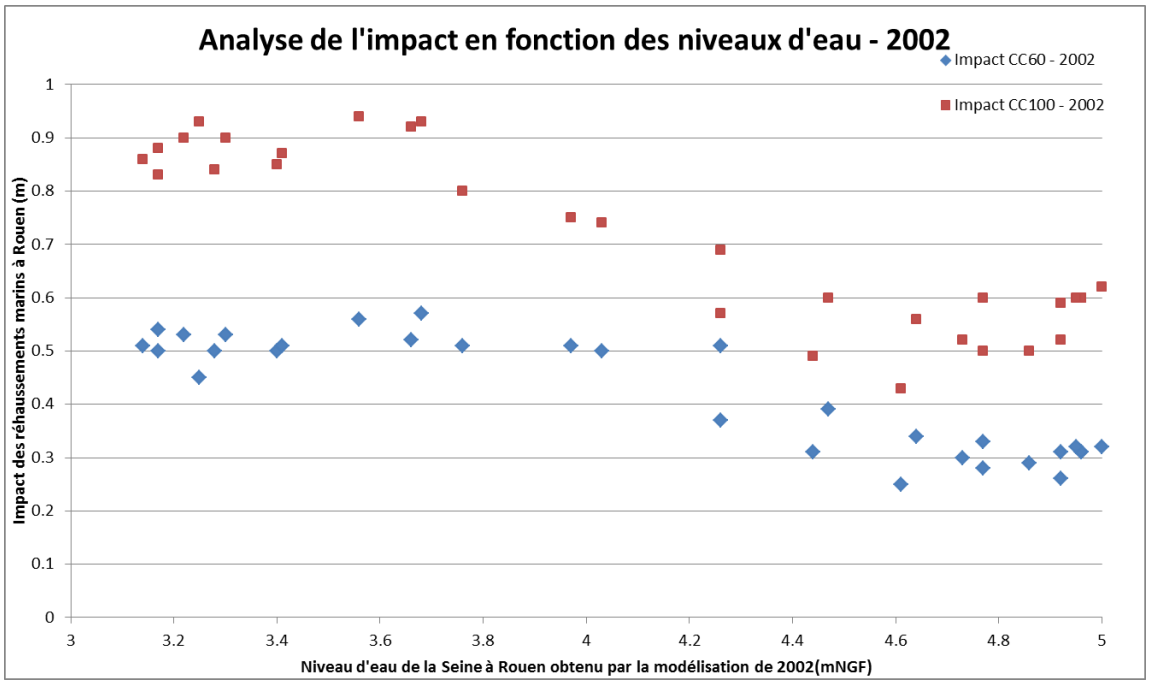


Figure 17 : Analyse du rehaussement en fonction des niveaux d'eau en Seine - 2002

4.2.4 *Synthèse de l'analyse – dégagement de tendances*

La figure suivante présente la répartition de l'impact ressenti à Rouen sur les niveaux de Hautes Eaux pour les 3 simulations (1995-1999-2002).

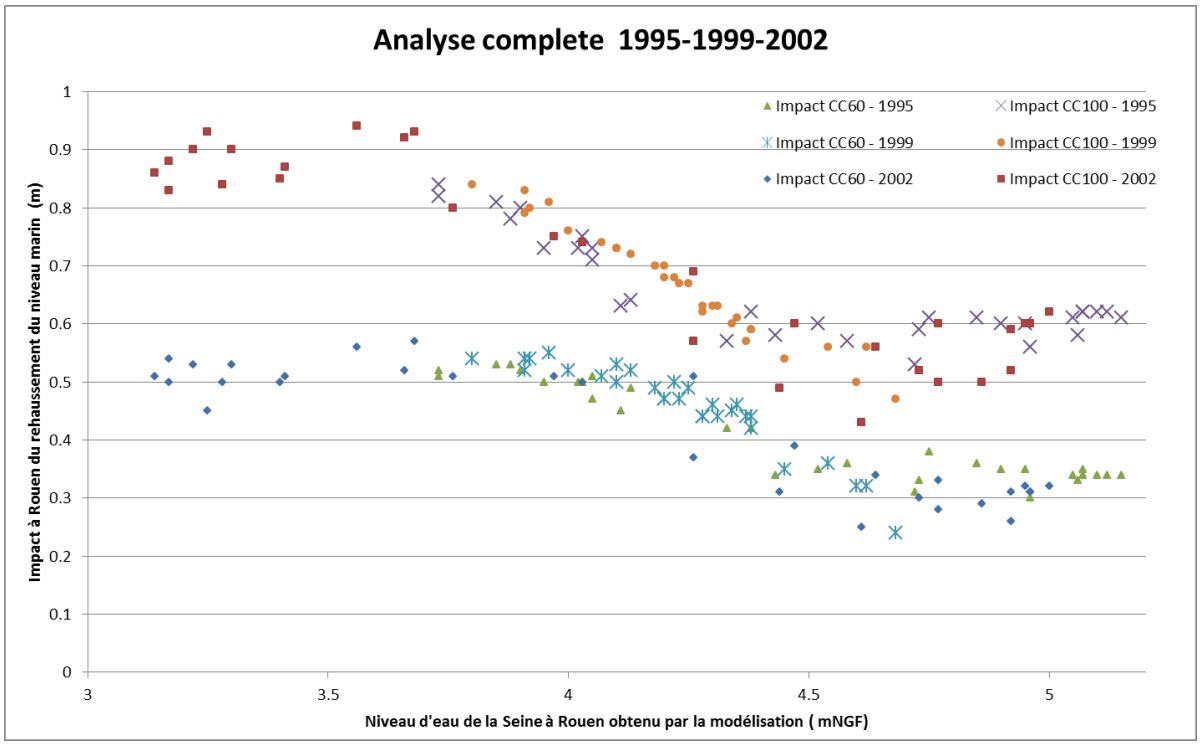


Figure 18 : Impact de l'impact ressenti à Rouen sur les niveaux de Hautes Eaux

On constate que la tendance d'une stagnation de l'impact se confirme au-delà d'un niveau de 4.5 mNGF à Rouen (=8.88 CMH) pour les 2 hypothèses de rehaussement du niveau marin.

Nous avons alors analysé l'impact de la rehausse sur le poste de Rouen sur les hauteurs eaux supérieures à 4.5 mNGF.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

	Moyenne	Ecart type	Min	Max
CC60	+ 32 cm	3 cm	24 cm	38 cm
CC100	+ 57 cm	5 cm	43 cm	62 cm

Les résultats montrent ainsi qu'en moyenne ce sont environ 50 à 60 % du rehaussement moyen qui se propagent dans l'estuaire au droit de l'Eco quartier.

Une analyse montre également que la propagation du rehaussement est très constantes en pleine mer vives eaux, période où les risques de tempêtes sont les plus importantes. Cela est illustré dans les 2 figures suivantes :

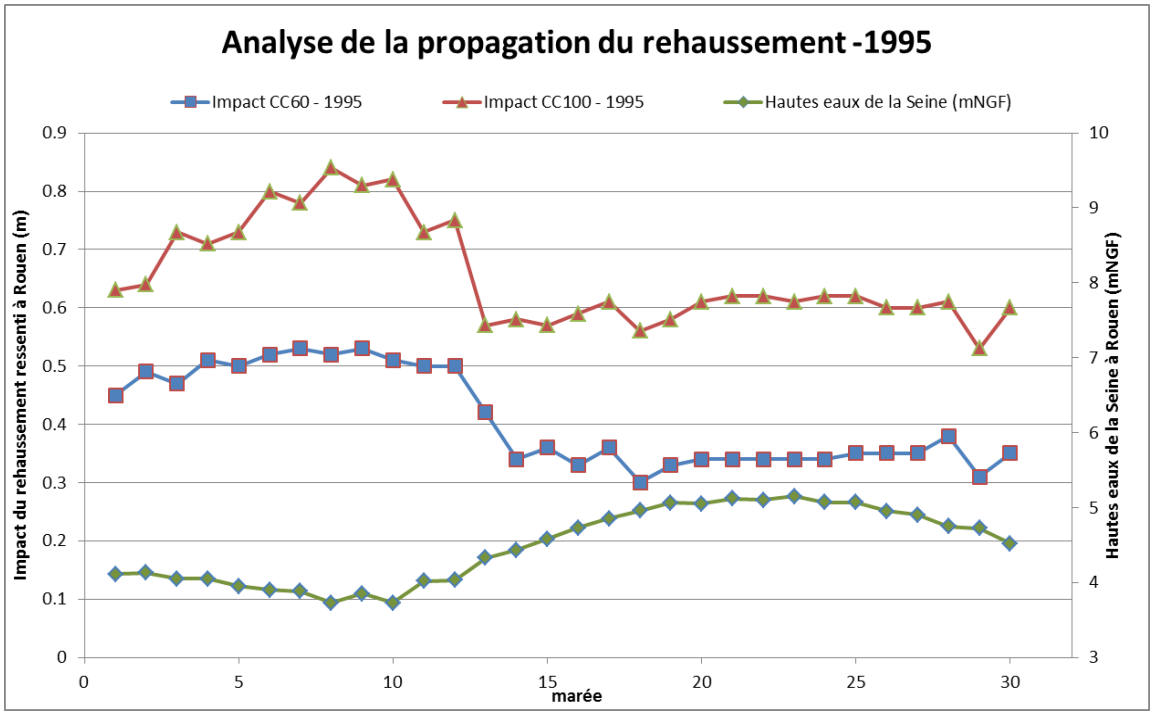


Figure 19 : Analyse de la propagation du rehaussement sur l'événement de 1995

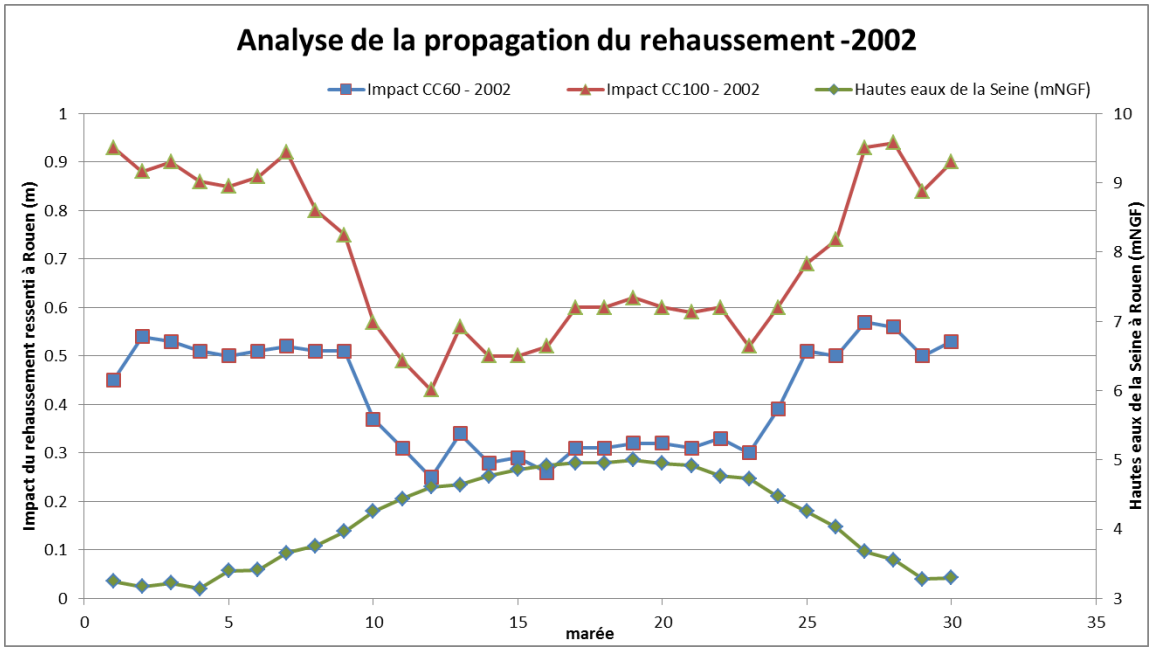


Figure 20 : Analyse de la propagation du rehaussement sur l'événement de 2002

5 ANALYSE DE L'IMPACT SUR LA CRUE DE 1910 SUR LE SITE

5.1 Modélisation de l'impact sur le modèle de l'Eco-quartier

Nous avons repris le modèle hydraulique de l'Eco-quartier (situation Futur n° 2) en modifiant les conditions limites aval. Le niveau aval a été rehaussé de 32 cm et de 57 cm représentant respectivement la moyenne de l'impact observés à Rouen (résultats précédent) pour un rehaussement marin moyen de 60 cm et 1 m.

5.2 Resultats

5.2.1 CC60

Le niveau d'eau atteint dans cette configuration 5.99 mNGF au droit de l'Eco-quartier (point 2 de l'étude de modélisation), soit une rehausse de 31 cm par rapport aux résultats de la situation futur n°2.

5.2.2 CC100

Le niveau d'eau atteint dans cette configuration 6.23 mNGF au droit de l'Eco-quartier (point 2 de l'étude de modélisation), soit une rehausse de 58 cm par rapport aux résultats de la situation futur n°2.

Les figures suivantes présentent l'inondabilité du site selon les 2 hypothèses de rehaussement du niveau moyen :

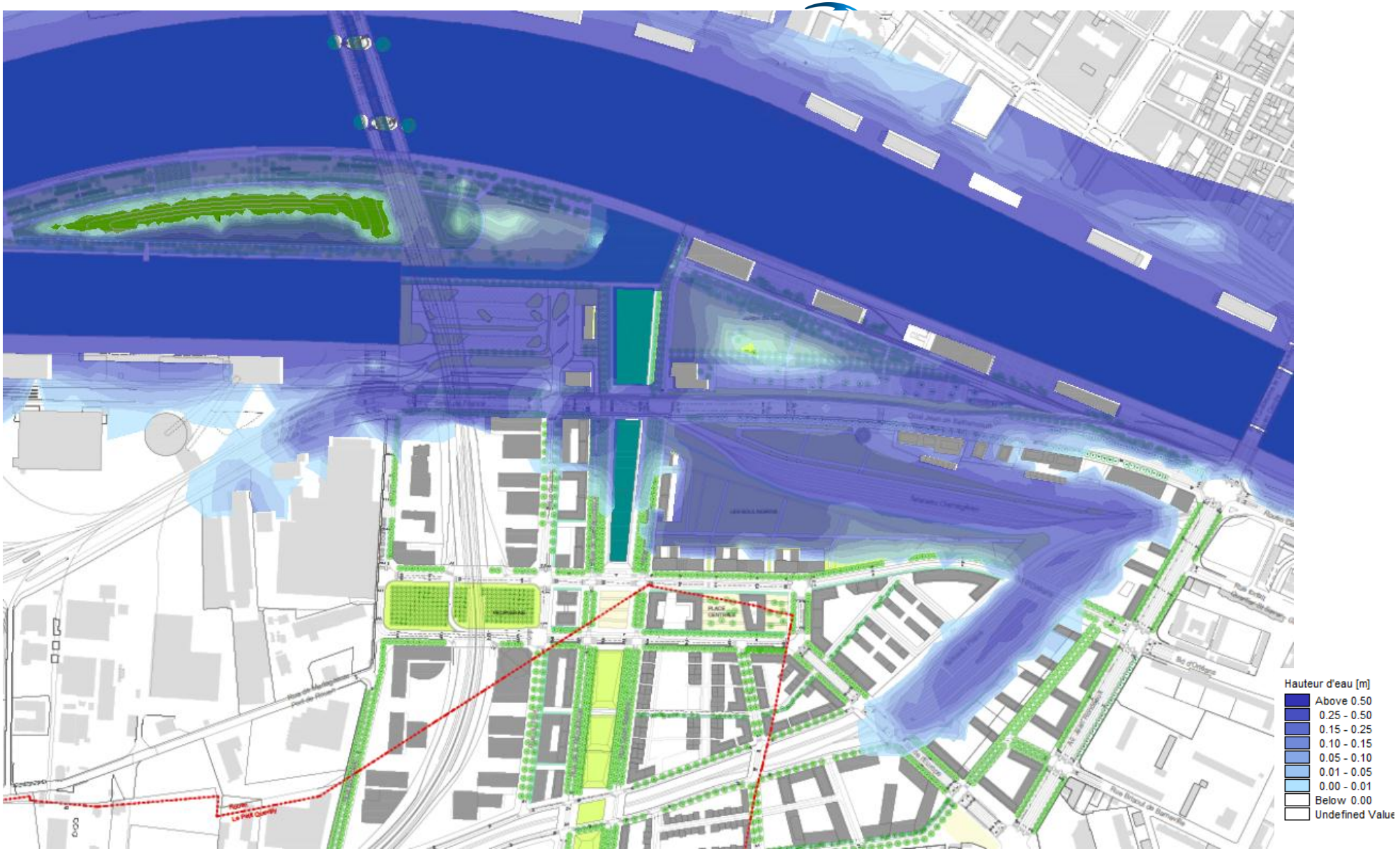


Figure 21 : Hauteurs d'eau de submersion pour la crue de 1910 en considérant une augmentation du niveau moyen marin de 60 cm au Havre (+32 cm à Rouen)

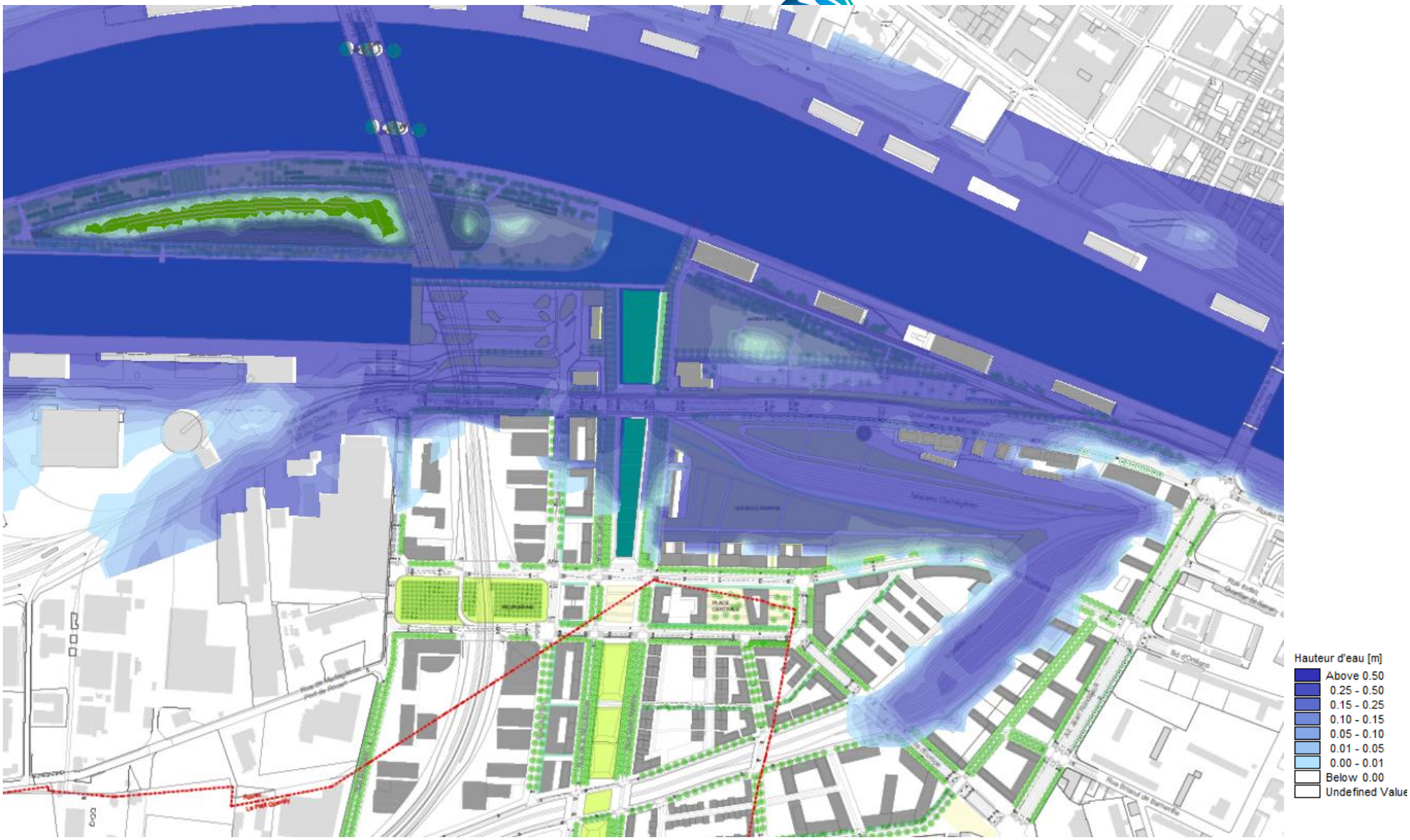


Figure 22 : Hauteurs d'eau de submersion pour la crue de 1910 en considérant une augmentation du niveau moyen marin de 100 cm au Havre (+57 cm à Rouen)

6 CONCLUSION

Un modèle hydraulique de l'estuaire de la Seine jusqu'à Pose a été développé en lit mineur et en lit majeur. Le modèle a été calé sur 3 crues historiques de la Seine en dehors des périodes où l'on constate des phénomènes de surcote locale atmosphérique.

Deux hypothèses de rehaussement du niveau moyen, correspondant à des hypothèses pessimiste et extrême de changement climatiques de l'ONERC, ont été appliqué au modèle hydraulique comme condition de limite aval (en mer) :

- CC60 : rehaussement du niveau moyen de 60 cm
- CC100 : rehaussement du niveau moyen de 100 cm.

La simulation de ces 2 hypothèses de rehaussement sur les crues historiques montre que l'impact du rehaussement à Rouen varie en fonction des niveaux d'eau de la Seine initiaux à Rouen. Ainsi, l'impact est plus faible lorsque les niveaux d'eau sont élevés et l'impact devient relativement constant à partir d'un niveau de Seine à Rouen de 4.5 mNGF (8.88 CMH).

L'impact moyen sur des crues de la Seine (niveau de la Seine à Rouen supérieure à 4.5 mNGF) est alors de 32 cm à Rouen pour un rehaussement de 60 cm du niveau moyen marin, et de 57 cm pour un rehaussement de 100 cm, correspondant à une propagation de l'onde de surcote de l'ordre de 50% à 60 %.

Une simulation de ces impacts sur le modèle de l'Eco-quartier en situation future n°2 a permis de mettre en évidence l'emprise de la zone inondable résultante pour les 2 hypothèses. L'emprise des zones inondables n'est pas fondamentalement modifiée, seuls les niveaux d'eau sont notablement exhaussés.

PROJET D'ECO QUARTIER FLAUBERT

Rapport de modélisation hydraulique

Note d'impact dans le cadre du dossier Loi sur l'Eau

Rouen Normandie Aménagement

Rapport / Note Technique

31 juillet 2015

The expert in WATER ENVIRONMENTS

Ce rapport offre a été préparé conformément au système qualité de DHI certifié ISO 9001 par DNV

PROJET D'ECO QUARTIER FLAUBERT

Rapport de modélisation hydraulique

Note d'impact hydraulique dans le cadre du dossier Loi sur l'Eau

Préparé pour	Rouen Normandie Aménagement
Représenté par	M. Gauthier

Chef de projet	Jean-Paul Ducatez

Numéro de projet	21700028
Date de validation	2015-05-18
Révision	Final 1.0
Catégorie	Ouvert

DHI • 2/4 rue Edouard Nignon • CS 47202 • FR • 44372 Nantes Cedex 3 • France
Tél: +33 02 40 48 40 40 • Fax: +33 02 40 48 13 13 • france@dhigroup.com • www.dhigroup.com

SOMMAIRE

1 Présentation du contexte 3

2 Modélisation hydraulique 4
2.1 Objectif et méthodologie 4
2.2 Présentation du logiciel de modélisation 4
2.3 Emprise du secteur modélisé 4
2.4 Conditions aux limites 5

3 Modélisation de l'Etat de référence – Calage 5
3.1.1 Création du maillage dans l'état de référence 5
3.1.2 Données topographiques 6
3.1.3 Création du MNT dans l'état de référence 6
3.1.4 Calage du modèle hydraulique 7
3.1.5 Résultats état de référence 9

4 Simulation de l'état actuel Avril 2015 11
4.1 Modification du modèle hydraulique 11
4.1.1 Modification du maillage 11
4.1.2 Création du MNT en situation actuelle 13
4.2 Résultats de la situation actuelle 13

5 Simulation de l'état aménagement – Projet Eco-quartier Flaubert 15
5.1 Modification du modèle hydraulique 15
5.2 Remplissage initial des bassins 15
5.3 Résultats de la situation aménagée 15

FIGURES

Figure 1 : Emprise du modèle au droit du site de l'Eco quartier Flaubert (rouge) 5
Figure 2 : Maillage de l'état de référence 6
Figure 3 : MNT de l'état de référence 7
Figure 4 : Cote de référence du PPRI 8
Figure 5 : Localisation des points de référence extraits du modèle 2D 8
Figure 6 : Comparaison de l'emprise de la zone inondé du calage (bleu : résultat de la simulation, ligne rouge : limite PPRI) 9
Figure 7 : Résultats de la simulation en état de référence 10
Figure 8 : Maillage utilisé pour la situation actuelle - Vue générale et Zoom au droit de l'Eco-quartier 12
Figure 9 : MNT du modèle en situation actuelle Avril 2015 – Vue Générale 13
Figure 10 : Résultats de la simulation actuelle 14
Figure 11 : MNT en situation aménagée – Projet Eco-quartier Flaubert 15
Figure 12 : Résultats de la situation aménagée sur les hauteurs d'eau 1
Figure 13 : Impact du projet sur l'emprise de la zone inondable au droit de l'Eco-quartier 2
Figure 14 : Impact du projet Eco-quartier Flaubert sur les lignes d'eau, par rapport à la situation actuelle Avril 2015 3
Figure 15 : Impact du projet Eco-quartier Flaubert sur les lignes d'eau par rapport à la situation actuelle d'Avril 2015 / Zoom sur le site de projet 4

1 Présentation du contexte

Porté par la Rouen Normandie Aménagement, le projet Eco Quartier Flaubert est un projet d'aménagement de grande envergure sur les communes de Petit-Quevilly et de Rouen, en bordure de la Seine. En effet, sur une surface de 90 ha, cette opération consiste à transformer et à valoriser un ancien site industriel et portuaire, actuellement en friche.

Ce projet s'inscrit dans la volonté du Schéma Directeur et du Plan Directeur d'Aménagement et de Développement (PDAD) de l'Agglomération Rouennaise visant à créer « un nouveau site urbain central […] favorisant la mixité des fonctions, associant de l'habitat, des activités tertiaires, des espaces verts et des équipements attractifs d'intérêt d'agglomération ».

Ces orientations fixent deux zones de mutation prioritaire, en rive droite et en rive gauche de la Seine aux abords de raccordement du pont de Flaubert, combinant à la fois une évolution de leurs fonctions et de la trame urbaine et présentant un caractère particulièrement stratégique pour l'accueil d'activités économiques.

L'ensemble des aménagements concerne la recomposition des espaces d'interface entre le centre-ville et le port.

Dans ce cadre, l'opération prévoit :

- le réaménagement des bords de Seine avec la transformation de la presqu'île Rollet et de ses rives en parc boisé, dans un objectif de valorisation de la proximité de la Seine,

- la création du nouveau quartier (logements, activités, espaces publics importants) qui sera un exemple d'aménagement durable.

Cette opération poursuit ainsi un enjeu urbanistique fort, la création d'un quartier attractif sur tous les plans (économique, environnemental, paysager, urbanistique …).

L'objectif de ce présent rapport est l'analyse de l'impact du projet sur les lignes d'eau de la Seine et sur l'inondabilité du site dans le cadre du dossier Loi sur l'Eau.

2 Modélisation hydraulique

2.1 Objectif et méthodologie

L'objectif est d'analyser l'impact du projet d'Eco-quartier Flaubert sur les crues de la Seine en situation aménagée par rapport à la situation actuelle. Nous modéliserons les configurations suivantes :

- Etat de référence : topographie et aménagement des berges en situation 2011 et sans aménagement du pont Flaubert (état PPRI). Le calage sera réalisé sur cet état de référence et devra restituer les côtes du PPRI ;

- Etat actuel : situation actuelle (Avril 2015) comprenant l'intégration du pont Flaubert, l'aménagement des berges de la Seine et les aménagements de la presqu'île Rollet ;

- Etat futur : Etat aménagé du site de l'Eco-quartier Flaubert : Nivellement des voiries, réaménagement de la presqu'île Rollet, intégration des bassins;

2.2 Présentation du logiciel de modélisation

La modélisation hydraulique a été réalisée sous le logiciel MIKE 21 FM, avec un maillage flexible. Développé par DHI, cet outil permet la modélisation des écoulements bidimensionnels (2D) et permet :

- De représenter les écoulements dans le lit mineur de la Seine ;

- De représenter les écoulements dans le lit majeur et notamment d'intégrer parfaitement la topographie ;

- De décrire l'ensemble des singularités hydrauliques.

MIKE 21 permet une résolution complète des équations de Barré Saint Venant en régime transitoire (variation du débit dans le temps) et calculent sur chaque maille les hauteurs d'eau, les débits et les vitesses d'écoulement.

2.3 Emprise du secteur modélisé

Le secteur modélisé s'étend du quai du Havre au bout du Quai d'Algérie sur un linéaire de 4 km total (2 km de part et d'autre du projet d'Eco-quartier Flaubert).

La figure suivante présente l'emprise du modèle par rapport au site de projet.

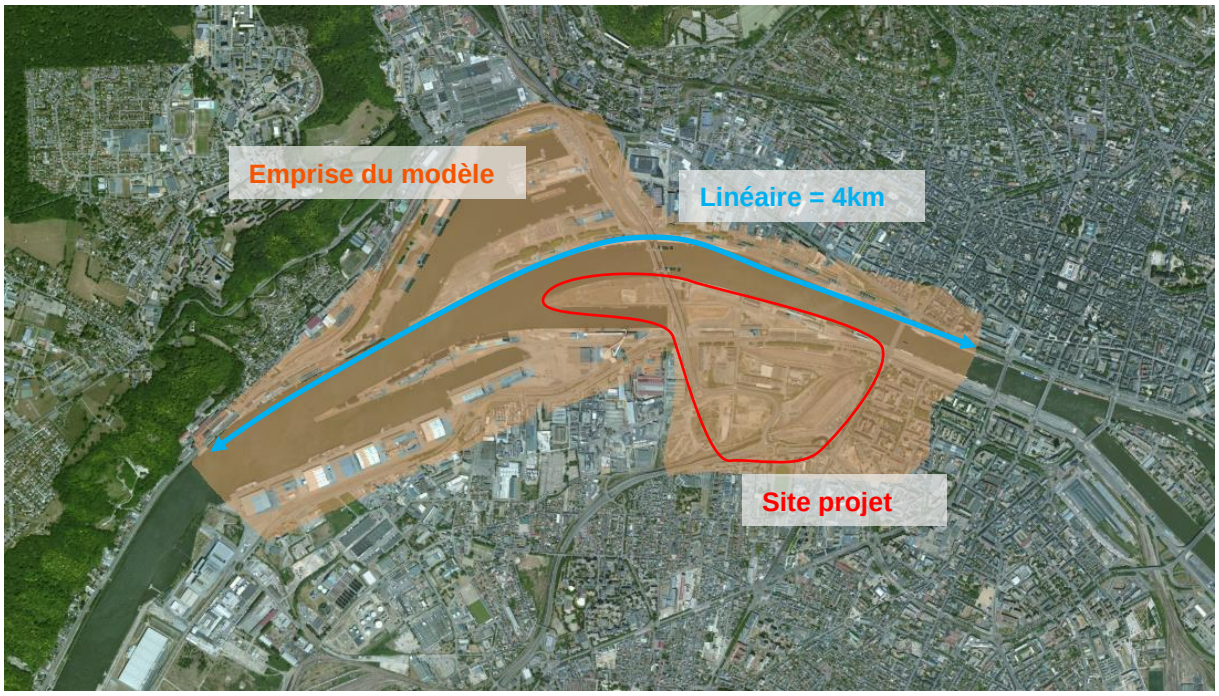


Figure 1 : Emprise du modèle au droit du site de l'Eco quartier Flaubert (rouge)

2.4 Conditions aux limites

Le débit de la crue de 1910 est injecté en régime permanent dans la partie amont du modèle. Il correspond à un débit de 2600 m^3/s.

Un niveau d'eau constant a été appliqué à l'aval du modèle correspondant au niveau PPRI.

3 Modélisation de l'Etat de référence – Calage

3.1.1 Création du maillage dans l'état de référence

Sur la base des données topographiques et sur les caractéristiques physiques du secteur, un maillage a été généré sur le site. Le modèle mis en œuvre pour l'estimation des impacts des aménagements est en modèle 2D strictes à mailles flexibles.

Le maillage a été affiné sur les secteurs présentant des particularités et des enjeux. La taille des mailles moyennes sur le modèle est repartie comme suit :

- Lit mineur de la Seine : 200 m²
- Berges de Seine en bordure lit mineur et en bordure lit majeur: 50 m² ;
- Secteur de l'Eco-quartier Flaubert : 150 m² ;
- Lit majeur à l'extérieur du site de l'Eco-quartier-Flaubert : 400 m².

Les bâtiments issus du SIG de la Métropole ont été exclus du maillage.

La figure suivante présente le maillage sur le site de projet.

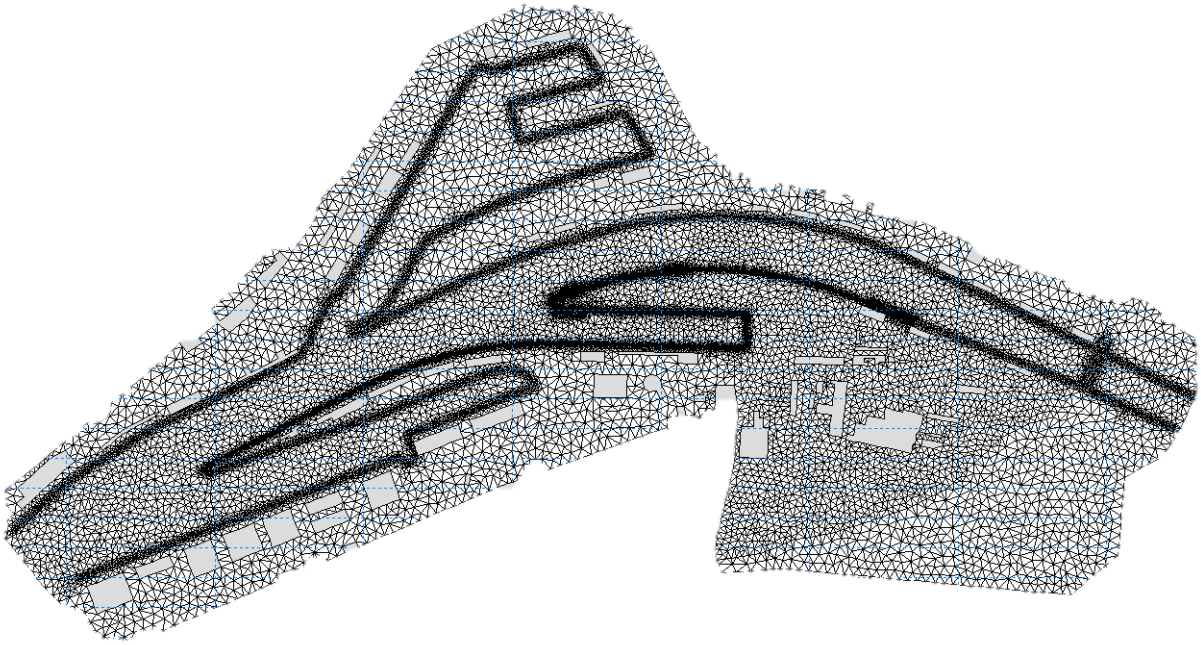


Figure 2 : Maillage de l'état de référence

3.1.2 Données topographiques

Les données topographiques mis à disposition sont :

- Données bathymétriques de la Seine fournies par GPMR ;
- Données lidar en lit majeur fournies par le GIPSA ;
- Données issues de levés terrestres sur le secteur de l'ECO-Quartier réalisé pour le projet d'éco-quartier ;

3.1.3 Création du MNT dans l'état de référence

Un MNT a ensuite été généré en réalisant une interpolation des données topographiques sur le maillage.

La figure suivante présente le MNT de l'état de référence.

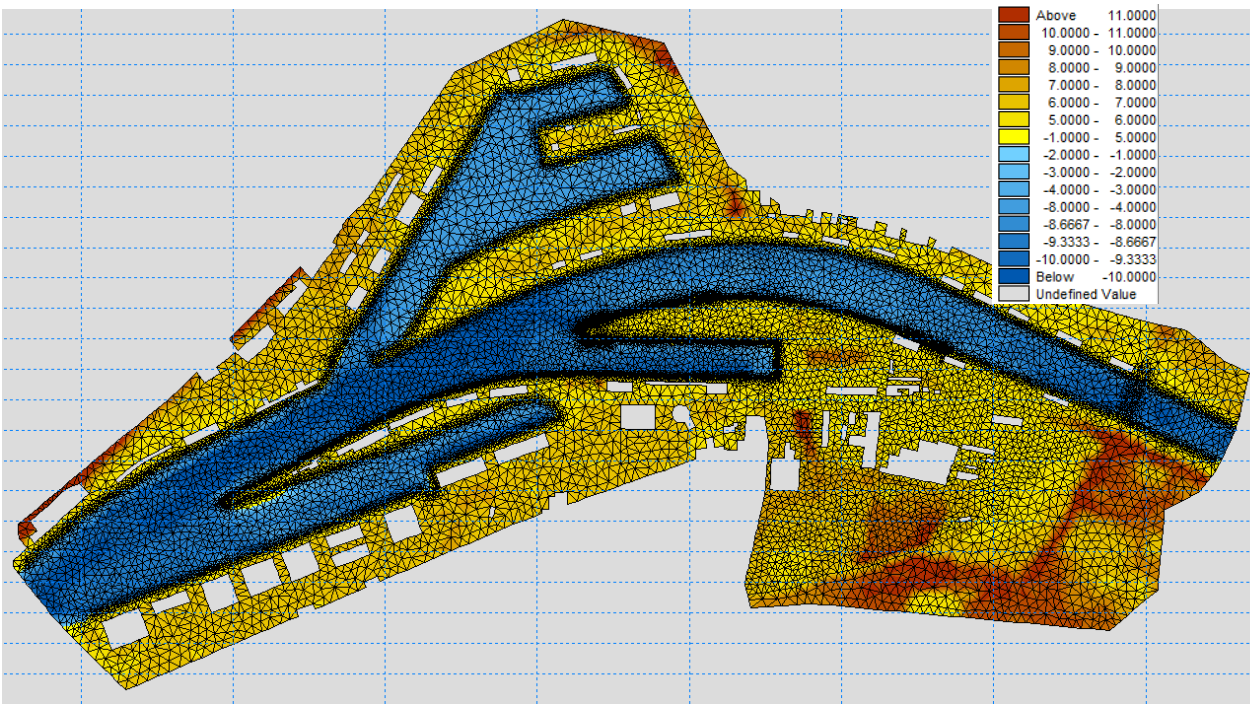


Figure 3 : MNT de l'état de référence

3.1.4 Calage du modèle hydraulique

Suite à la construction de tout modèle hydraulique, il est coutume de procéder à son calage en ajustant les paramètres hydraulique afin d'être en mesure de reproduire les valeurs mesurées sur le terrain pour un événement de référence connu.

Pour la présente étude, le calage sera réalisé sur l'événement de référence du PPRI. Le débit de référence de la crue de 1910 a été injecté en régime permanent et le modèle a été ajusté afin de se rapprocher autant que possible des cotes de référence du PPRI

Ci-après est présenté les cotes de références du PPRI sur le secteur d'étude.

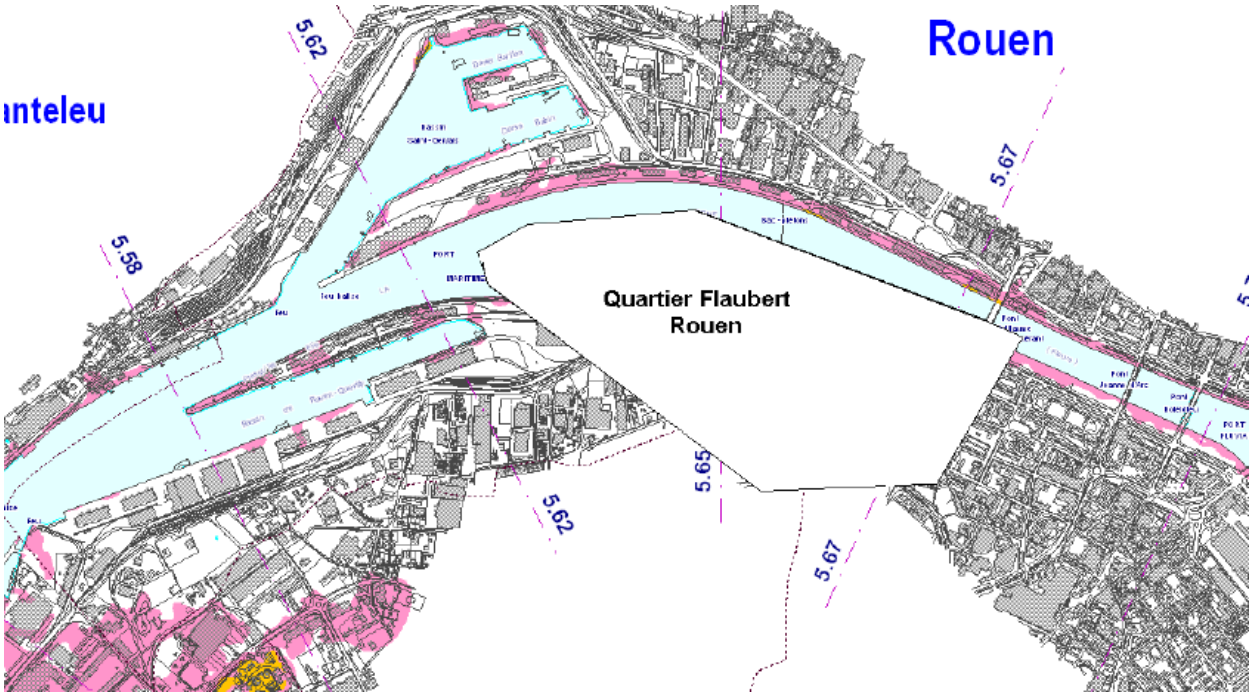


Figure 4 : Cote de référence du PPRI

Pour vérifier le calage du modèle, nous avons extrait les résultats au droit des 4 points de référence :

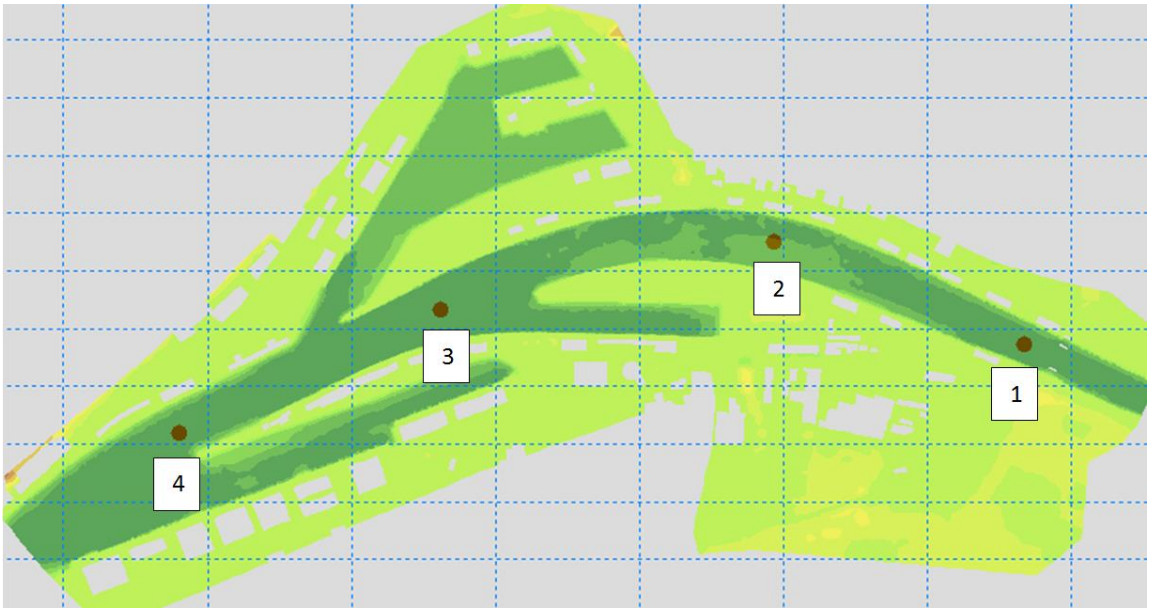


Figure 5 : Localisation des points de référence extraits du modèle 2D

Le calage du modèle donne les résultats suivant :

Point 1	
Côte PPRI	Côte modèle
5,67	5.677

Point 2	
Côte PPRI	Côte modèle
5,65	5.653

Point 3	
Côte PPRI	Côte modèle
5,62	5,621

Point 4	
Côte PPRI	Côte modèle
5,58	5.570

Le calage du modèle peut être considéré comme très satisfaisant sur les niveaux d'eau.

La figure suivante présente les résultats de l'emprise de la zone inondable sur le site d'étude par rapport à l'emprise PPRI. Ainsi, même si les niveaux d'eau issus de la modélisation sont très proches (1cm maximum de différence), l'emprise de la zone inondable issue de la simulation est sensiblement différente de l'emprise PPRI. Cela vient essentiellement du fait de la précision de la topographie.

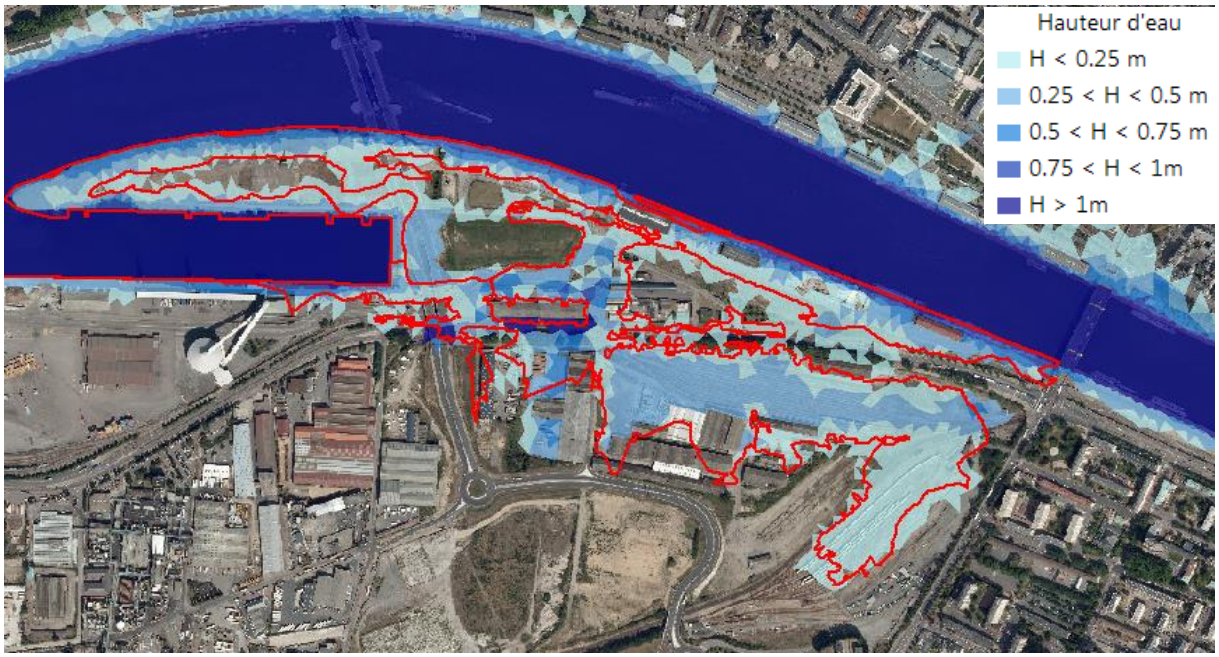


Figure 6 : Comparaison de l'emprise de la zone inondé du calage (bleu : résultat de la simulation, ligne rouge : limite PPRI)

3.1.5 Résultats état de référence

La figure suivante présente les résultats de l'état de référence sur le site de projet en termes de hauteurs d'eau.

Figure 7 : Résultats de la simulation en état de référence

4 Simulation de l'état actuel Avril 2015

4.1 Modification du modèle hydraulique

4.1.1 Modification du maillage

Le maillage réalisé pour l'état de référence doit être repris pour intégrer les caractéristiques de la situation actuelle, tels que le pont Flaubert.

Rappelons que l'objectif de la modélisation est de permettre de quantifier l'impact du projet de l'Eco-quartier Flaubert par rapport à la situation actuelle. Une simple modification du maillage comme un affinement des mailles (sans modification de la topographie) peut mettre en évidence localement des légères différences sur les résultats sans qu'il y ait un réel impact.

Pour ne mettre en évidence que les impacts liés au projet Flaubert, il est ainsi nécessaire que le maillage en situation actuelle et en situation aménagée soient identiques.

Le maillage en situation projet nécessite un affinement des mailles en particulier au droit des bassins et des voiries. Nous avons donc créé un maillage intégrant les spécificités nécessaires à la situation actuelle et à la situation projet.

Le maillage final comprend les éléments suivants :

- Le pont Flaubert dans le lit mineur de la Seine ;
- La démolition de certains bâtiments sur le site de projet ;
- Un affinement du maillage au droit de la presqu'île Rollet ;
- Un affinement du maillage au droit des futurs bassins ;
- Un affinement du maillage au droit des futures voiries de l'Eco-quartier Flaubert.

Les figures suivantes présentent le maillage obtenu et un zoom au droit de l'Eco-quartier.

Le maillage en situation projetée intégrera l'emplacement des futurs bâtiments.

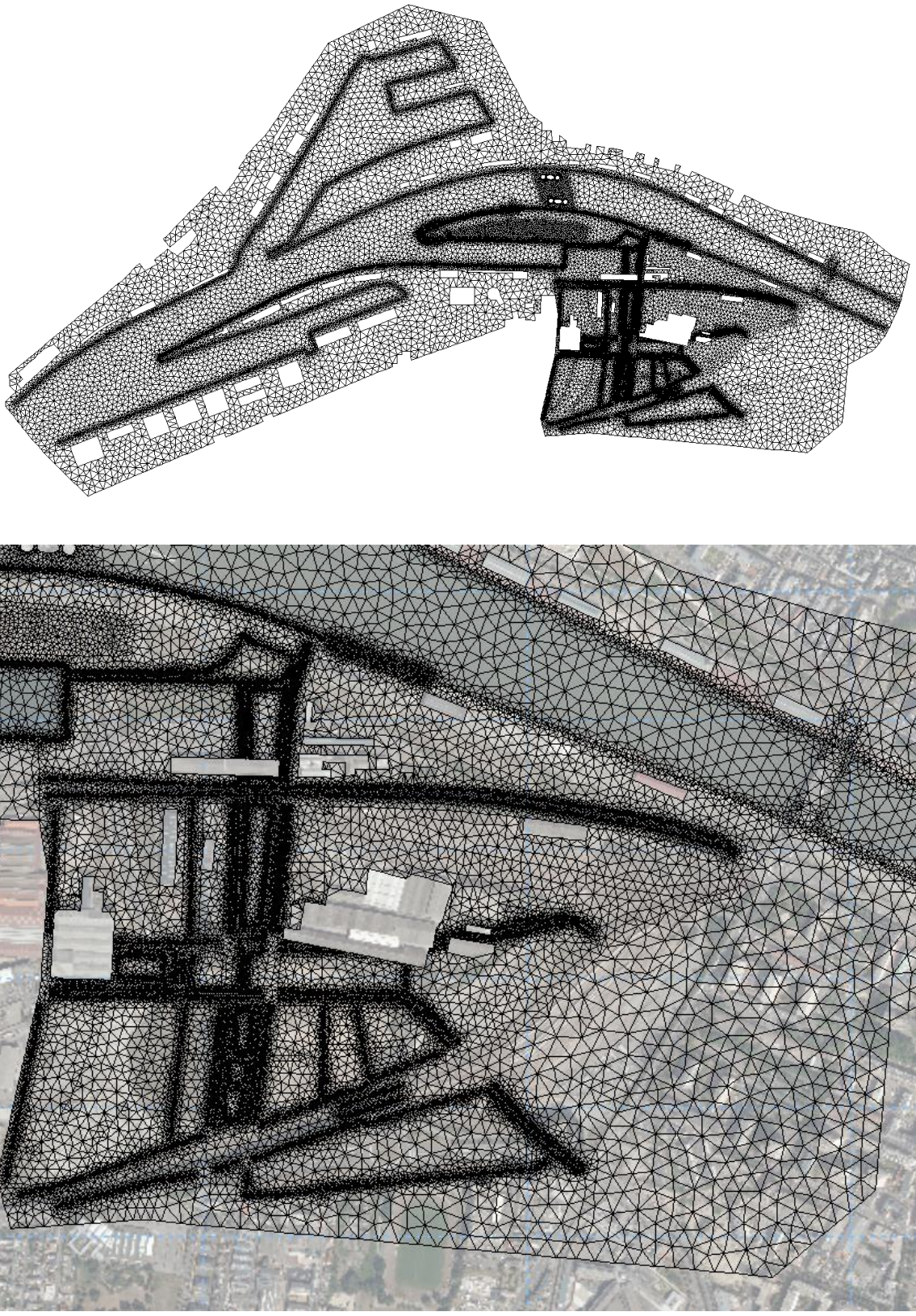


Figure 8 : Maillage utilisé pour la situation actuelle - Vue générale et Zoom au droit de l'Eco-quartier

4.1.2 Création du MNT en situation actuelle

La topographie en situation actuelle a été interpolée sur le maillage réalisé précédemment. En plus des données utilisées pour l'état de référence, les données topographiques suivantes ont été également exploitées pour la réalisation du MNT :

- Relevés topographiques des bords de Seine en rive gauche suites aux travaux réalisés – Mars 2015
- Relevés topographiques de la presqu'île Rollet suites aux travaux – Mars 2015

Le MNT du secteur d'étude est présenté dans la figure suivante :

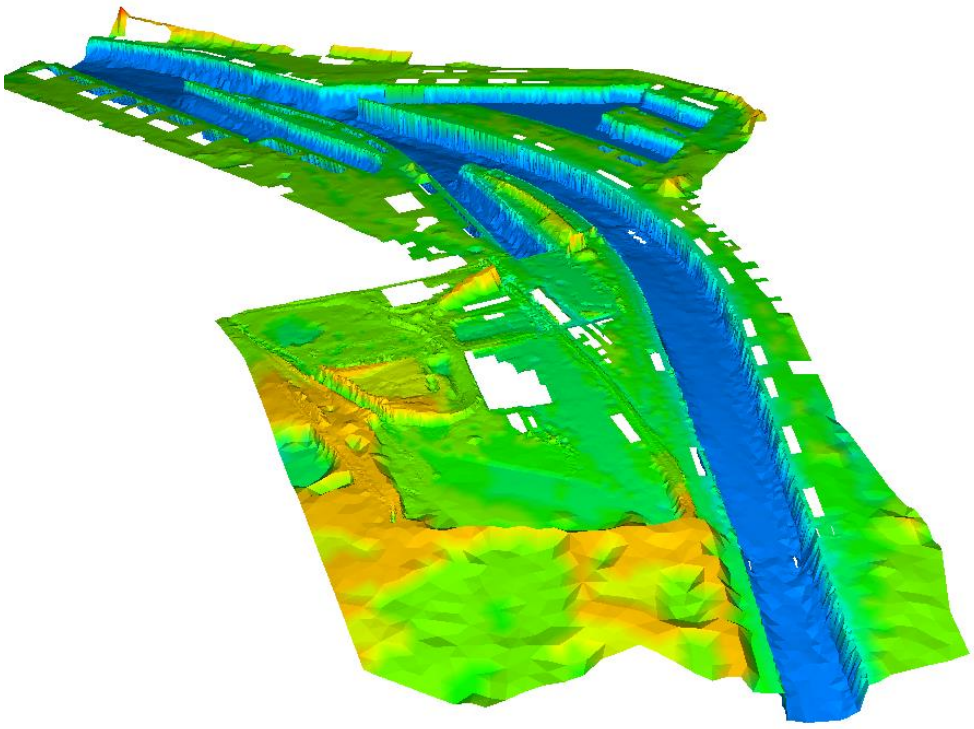


Figure 9 : MNT du modèle en situation actuelle Avril 2015 – Vue Générale

4.2 Résultats de la situation actuelle

Les résultats pour la situation actuelle en termes de niveau d'eau au droit des points de références, sont donnés dans les tableaux suivants :

Point 1	
Côte PPRI	Côte modèle
5,67	5,70

Point 2	
Côte PPRI	Côte modèle
5,65	5,68

Point 3	
Côte PPRI	Côte modèle
5,62	5,61

Point 4	
Côte PPRI	Côte modèle
5,58	5,570

On constate un rehaussement des niveaux d'eau en amont du pont Flaubert entre la situation PPRI et la situation actuelle d'Avril 2015. Ce phénomène est lié à la création des piles du pont Flaubert uniquement, et n'est pas une conséquence des aménagements de bords de Seine.

Les résultats sur les hauteurs d'eau sont présentés dans la figure en page suivante.

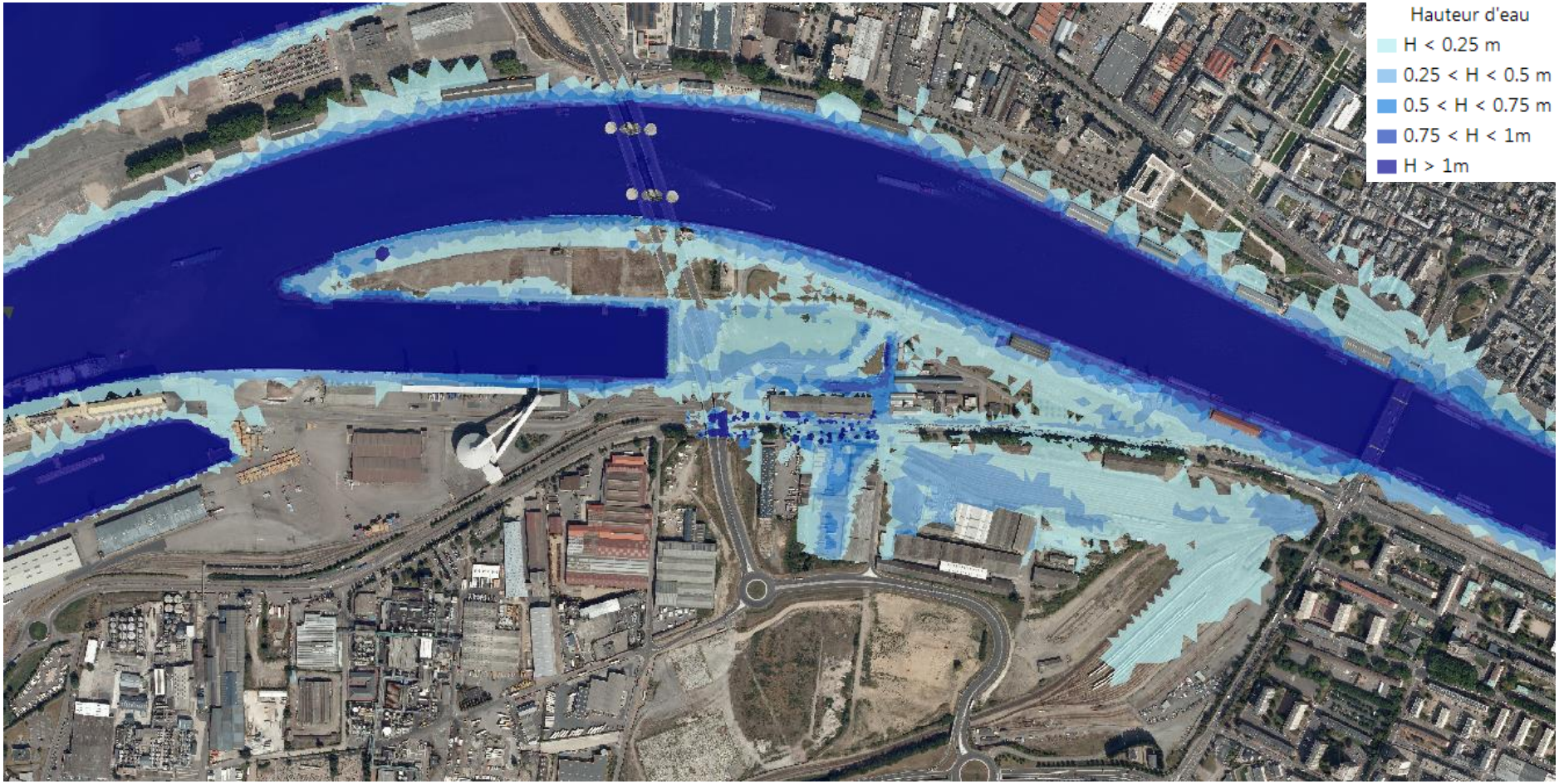


Figure 10 : Résultats de la simulation actuelle

5 Simulation de l'état aménagement – Projet Eco-quartier Flaubert

5.1 Modification du modèle hydraulique

Le modèle hydraulique a été modifié de manière à représenter :

- les futurs aménagements de la presqu'île Rollet ;
- la modification de la topographie du parking à proximité du bassin aux Bois ;
- les futurs bassins de l'Eco-quartier ;
- les futures voiries de l'Eco-quartier.

Le MNT au droit du site de projet est présenté dans la figure suivante :

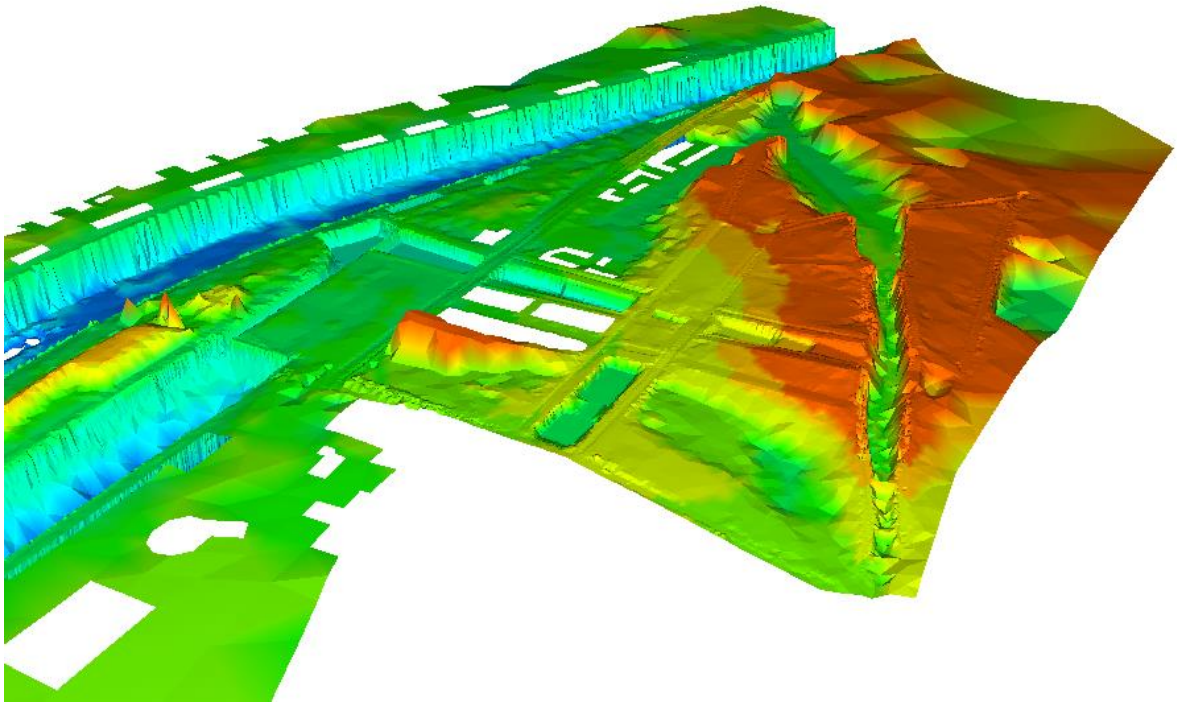


Figure 11 : MNT en situation aménagée – Projet Eco-quartier Flaubert

5.2 Remplissage initial des bassins

Les bassins en eau sont considérés comme remplis à la cote PHE dès le début de la simulation.

5.3 Résultats de la situation aménagée

Les résultats pour la situation aménagée en termes de niveau d'eau au droit des points de références, sont donnés dans les tableaux suivants :

Point 1	
Cote Actuelle	Cote Projetée
5.70	5.70

Point 2	
Cote Actuelle	Cote Projetée
5.68	5.68

Point 3	
Cote Actuelle	Côte Projetée
5.61	5.61

Point 4	
Côte Actuelle	Côte Projetée
5.57	5.57

Les résultats sur les hauteurs d'eau sont présentés dans la figure en page suivante. Pour rappel, nous avons appliqué une cote de remplissage initial à la cote PHE dans tous les bassins en eau. Le bassin F de l'Eco-quartier apparait comme inondé, mais il n'est pas impacté par le champ d'expansion des crues de la Seine.

L'emprise de la zone inondable reste limitée sur la zone de projet, et se concentre essentiellement au droit des infrastructures où le risque inondation est important: parking poids lourds, voie ferrée, avenue Béthencourt.

En situation aménagée, **une surface de 2 ha environ est soustraite à la zone inondable.**

On constate que le projet ne génère que des incidences locales, dues au remaniement du terrain naturel sur le site de l'Eco-quartier Flaubert. Aucun n'impact n'est observé à l'extérieur de la zone de projet.

Le niveau d'eau en situation aménagée s'établit à la cote 5.68 mNGF au droit du site de l'Eco-quartier (point2).

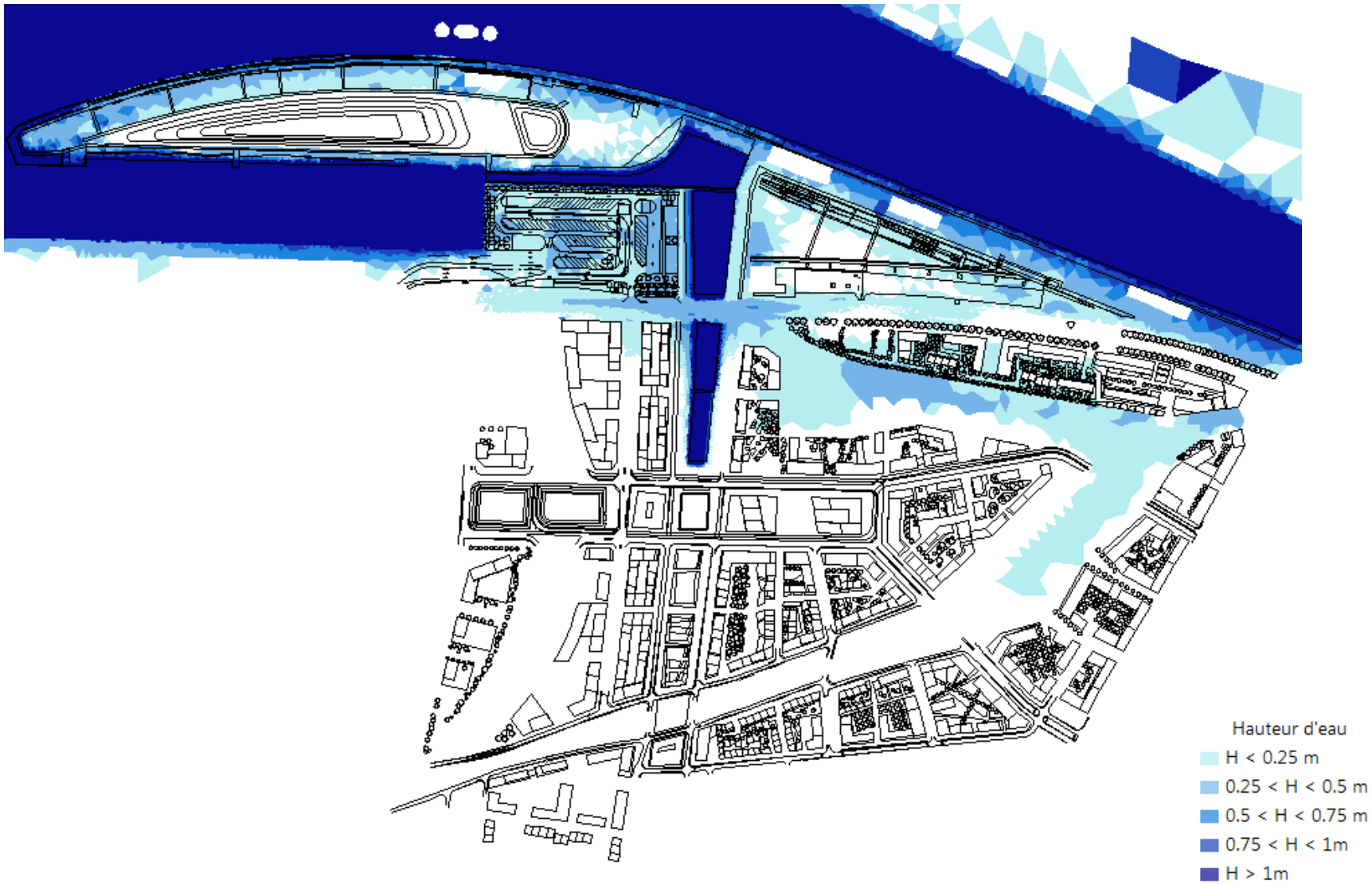


Figure 12 : Résultats de la situation aménagée sur les hauteurs d'eau

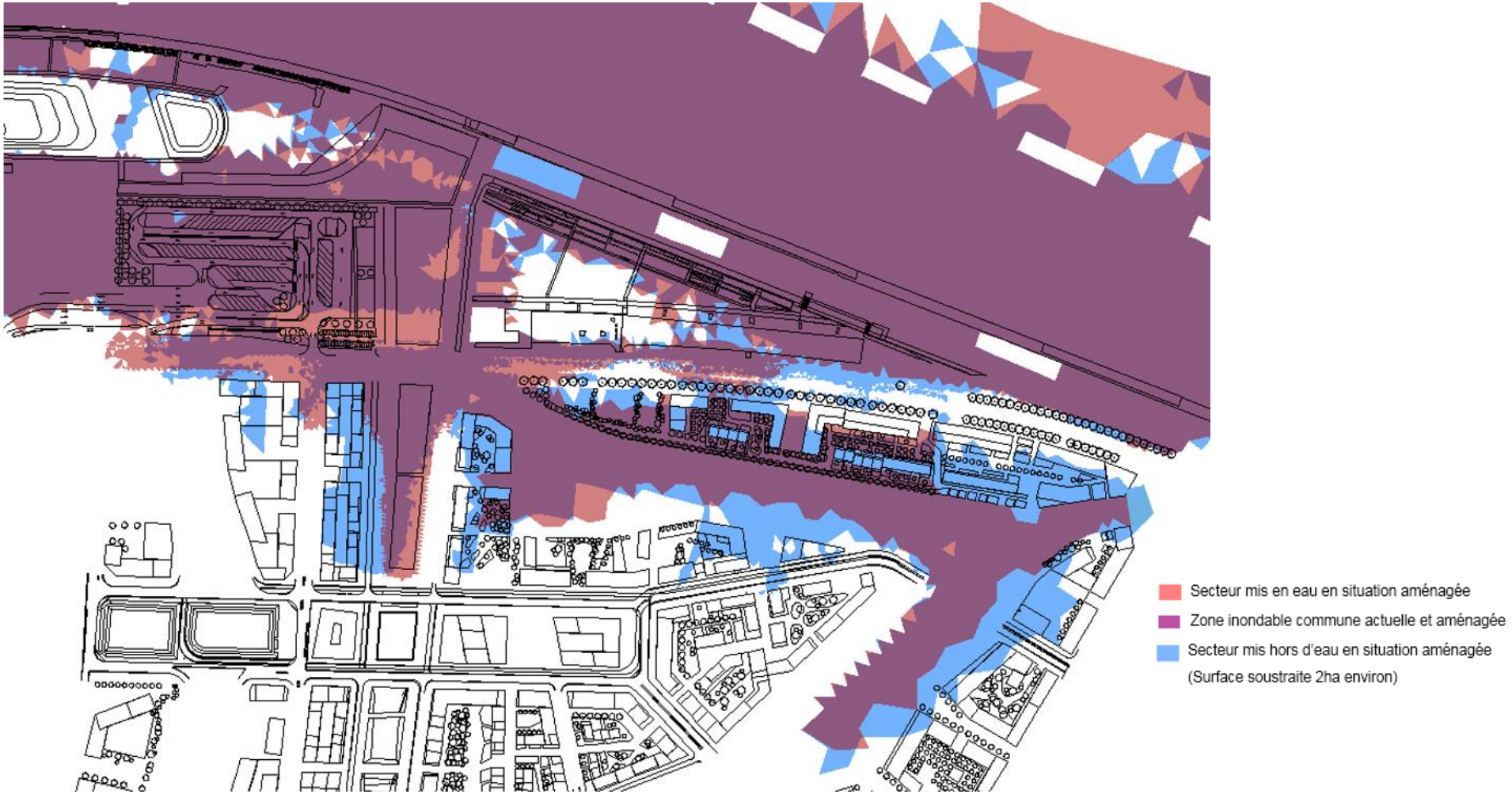


Figure 13 : Impact du projet sur l'emprise de la zone inondable au droit de l'Eco-quartier

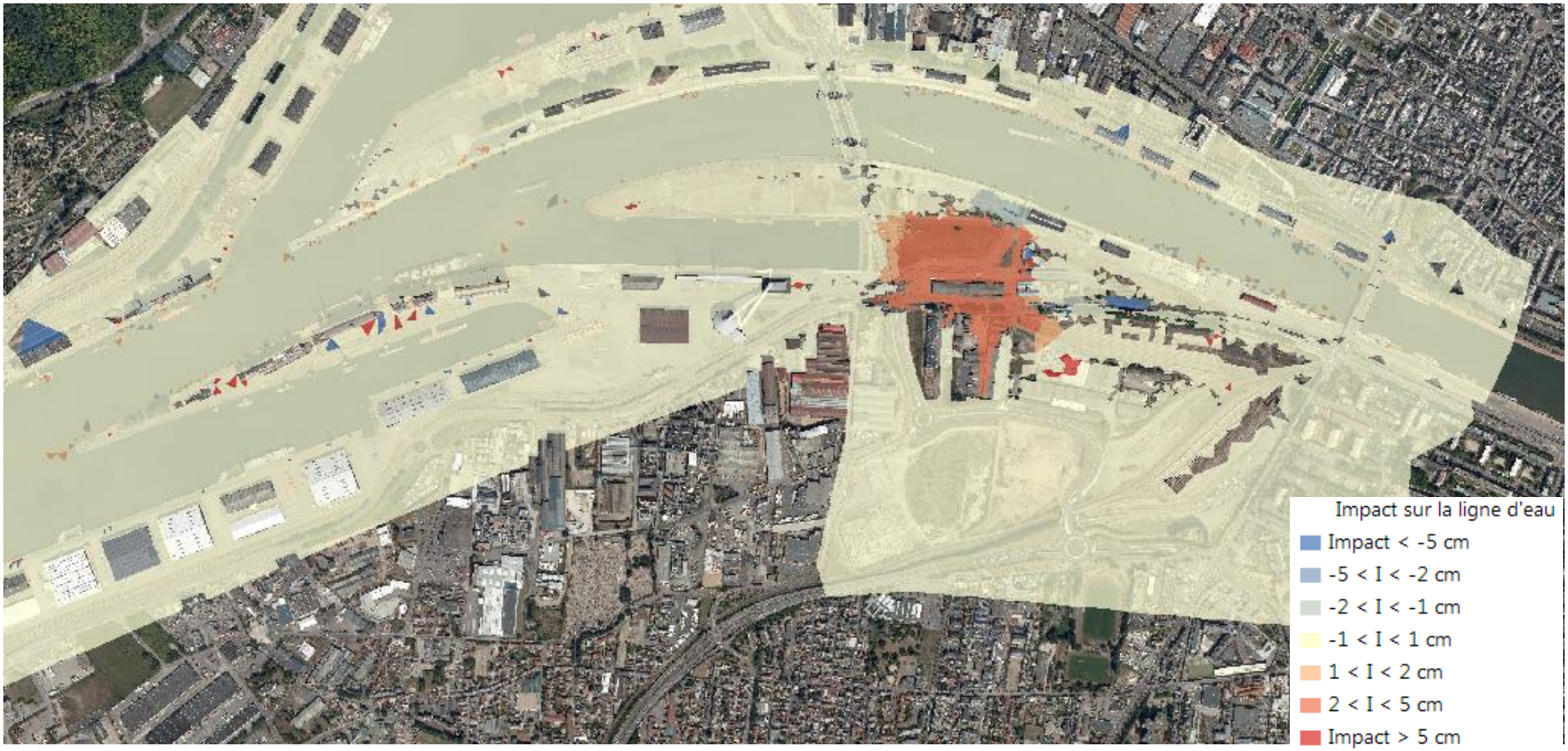


Figure 14 : Impact du projet Eco-quartier Flaubert sur les lignes d'eau, par rapport à la situation actuelle Avril 2015

Figure 15 : Impact du projet Eco-quartier Flaubert sur les lignes d'eau par rapport à la situation actuelle d'Avril 2015 / Zoom sur le site de projet

SPLA CREA Aménagement

Aménagement de l'écoquartier Flaubert

Cahier technique Bassins et Canaux

CREA Norwich House 14 bis av. Pasteur BP 589 76006 ROUEN Cedex 1 Tel : 02 32 76 44 22	**CREA Aménagement** SPLA écoquartier Flaubert 65 av. de Bretagne BP 1137 76175 ROUEN Cedex 1	**DHI** 2-4 rue E. Nignon 44372 NANTES Cedex 3 Tél : 02 40 48 40 40	**ROUEN FLAUBERT**	**Aménagement de l'éco quartier FLAUBERT**		Indice G	Révision 01
				Réalisation d'une étude hydraulique des ouvrages en interface avec la Seine	Cahier Technique Bassins et canaux Etudes spatialisées 3B	Date d'émission : **Juillet 2015**	

SOMMAIRE

Cahier technique Bassins et Canaux

1. AVP Partiel – Bassins & canaux
2. AVP Juillet 2012 – Bassins & canaux
3. Qualité des eaux – Bassins & canaux
4. AVP Mars 2014 – Bassins & canaux
5. AVP Juillet 2015 – Bassins & canaux
6. AVP Juillet 2015 – Réseaux d'eau pluvial

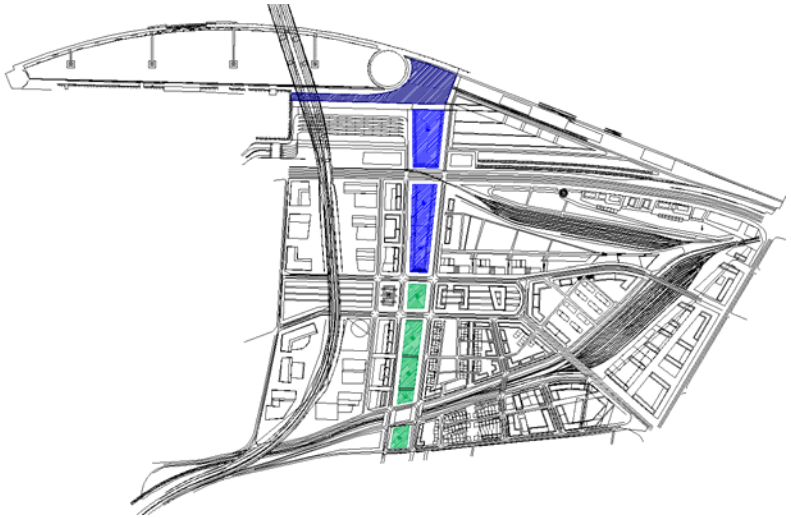
1 – AVP Partiel

Cahier technique Bassins et Canaux

Construction du modèle

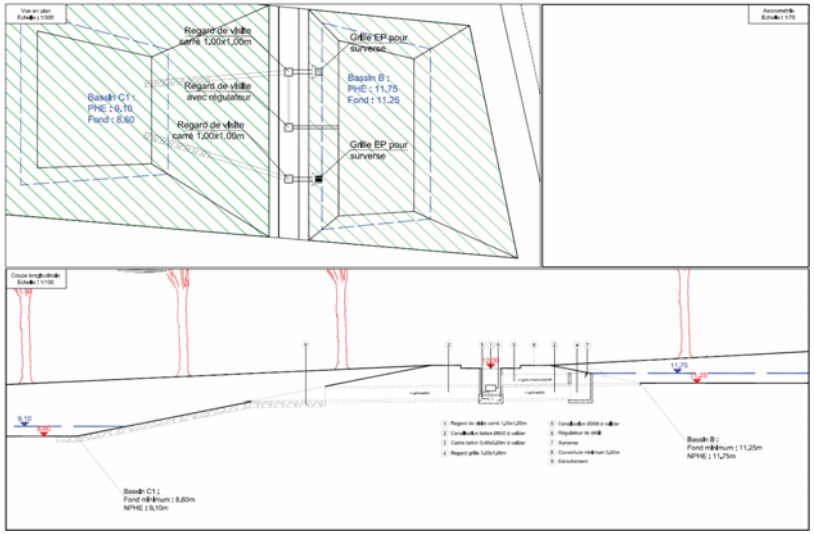
Construction du modèle urbain (bassins et canaux)

Régulation des eaux pluviales sur l'Eco quartier Flaubert : niveau AVP partiel :



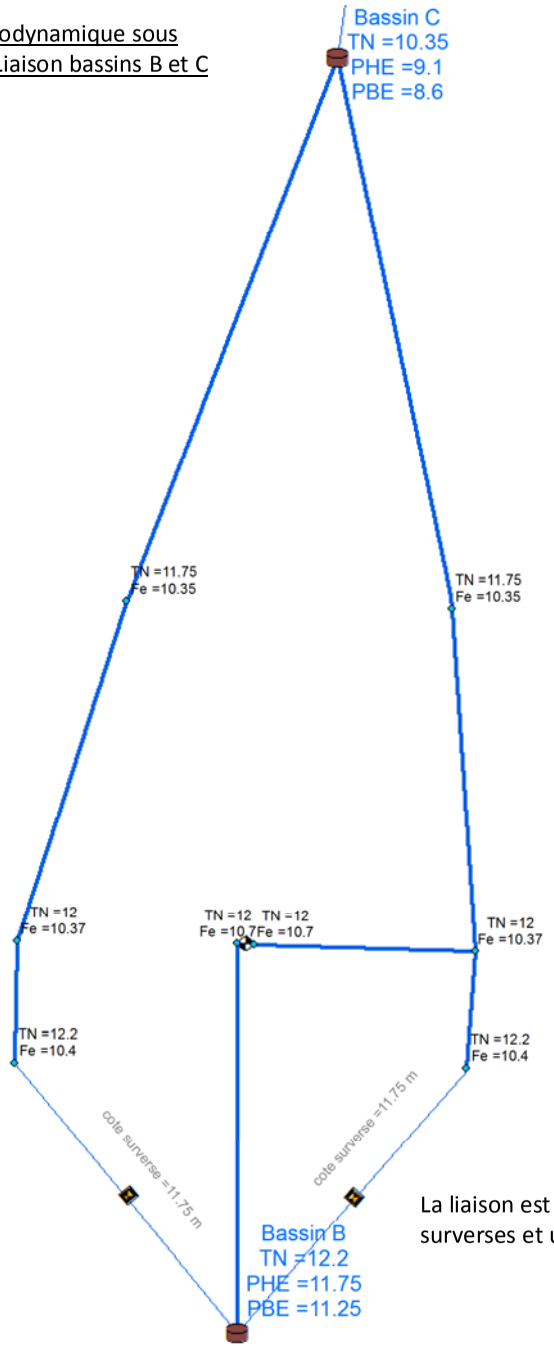
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue globale

Liaison entre les bassins B et C – AVP Partiel



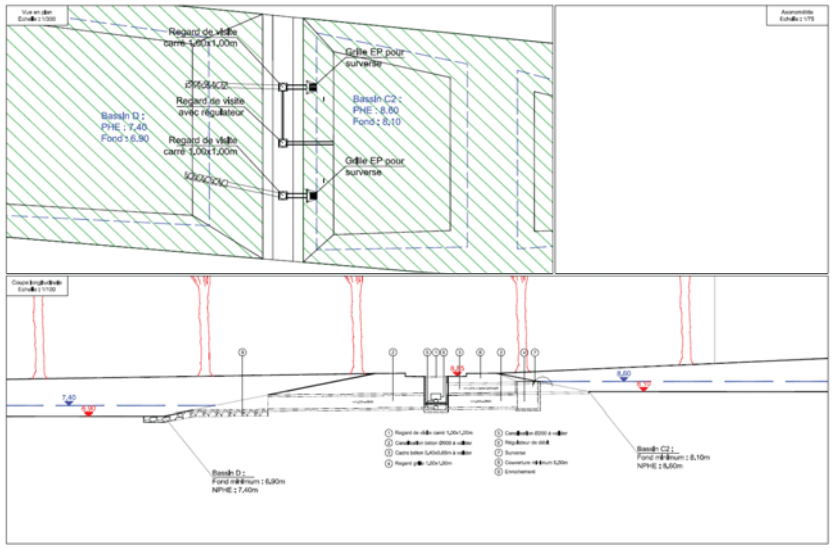
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins B et C

Bassin B	
Cote Fond de l'ouvrage	11.25
Cote RNE	-
Cote PHE théoriques	11.75
Cote TN	12.20
Régulation par orifice	



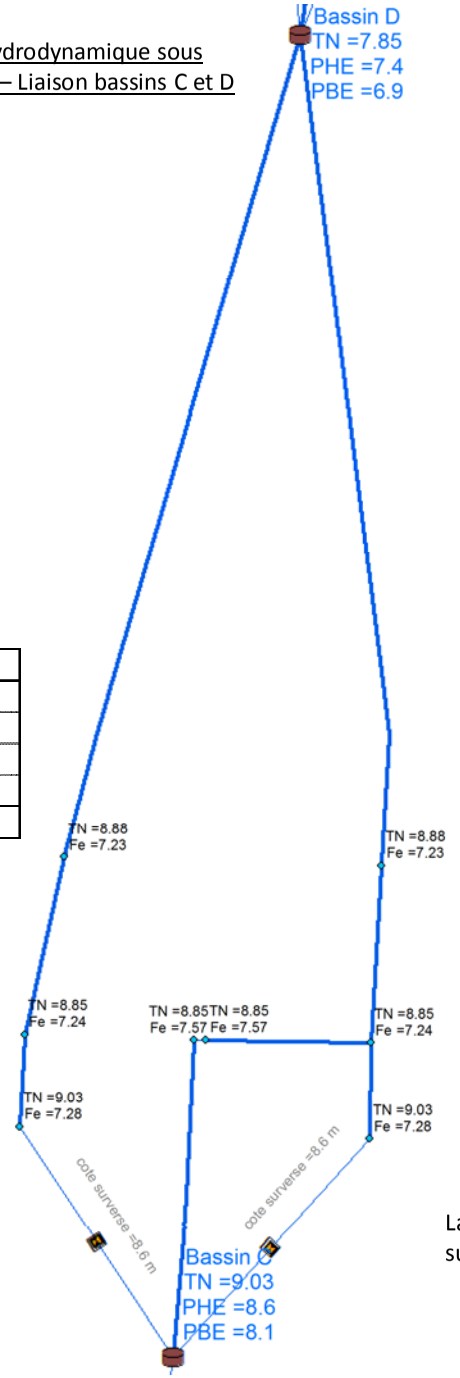
La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins C et D – AVP Partiel



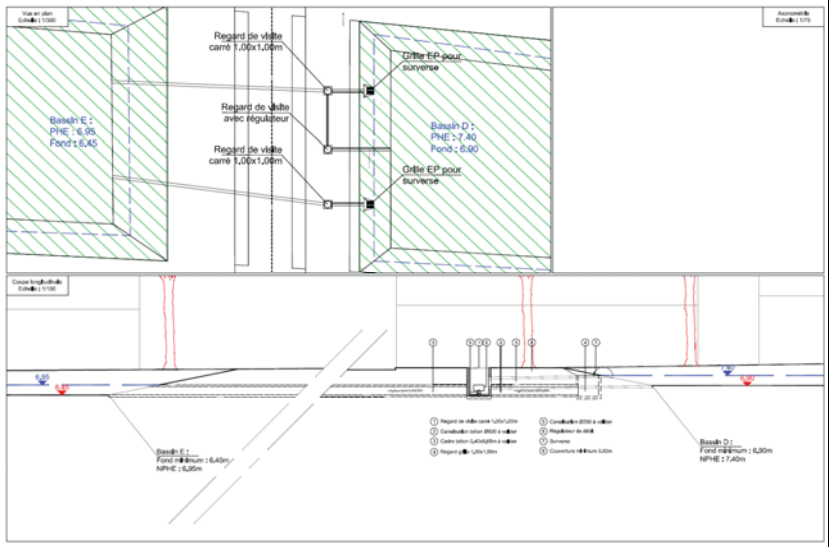
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins C et D

Bassin C2	
Cote Fond de l'ouvrage	8.10
Cote RNE	-
Cote PHE théoriques	8.60
Cote TN	9.03
Régulation par orifice	



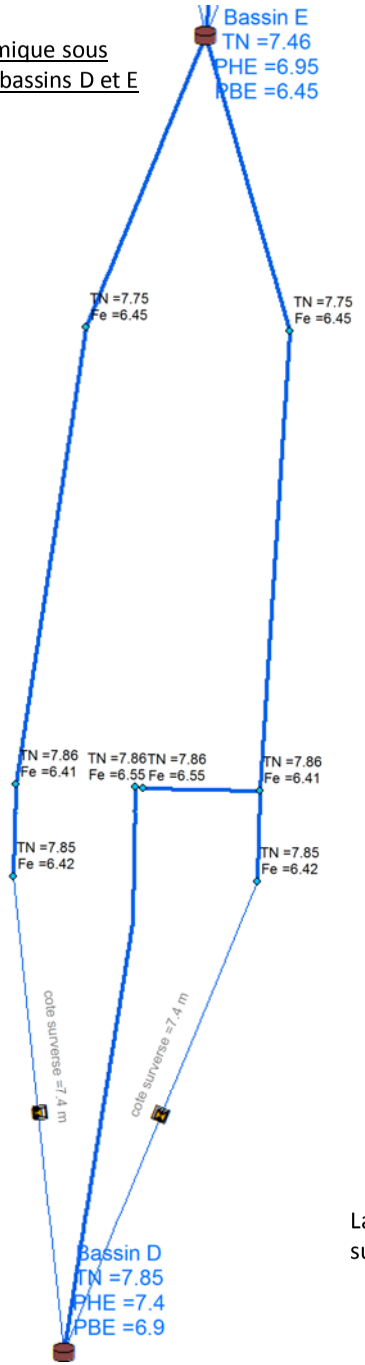
La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins D et E – AVP Partiel



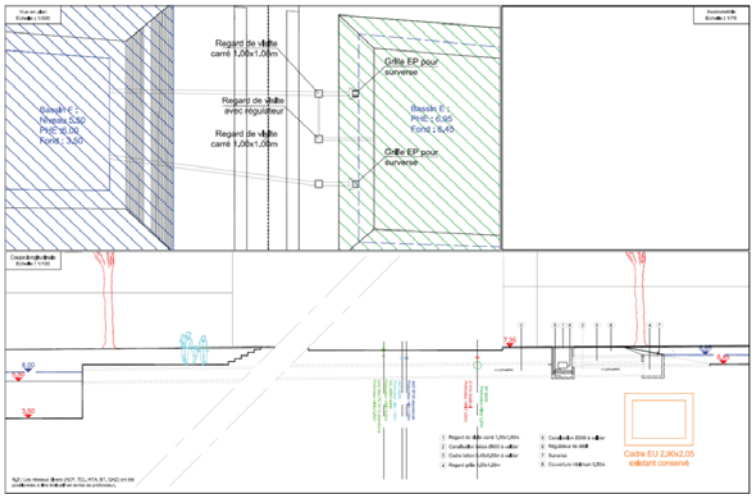
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins D et E

Bassin D	
Cote Fond de l'ouvrage	6.90
Cote RNE	-
Cote PHE théoriques	7.40
Cote TN	7.85
Régulation par orifice	



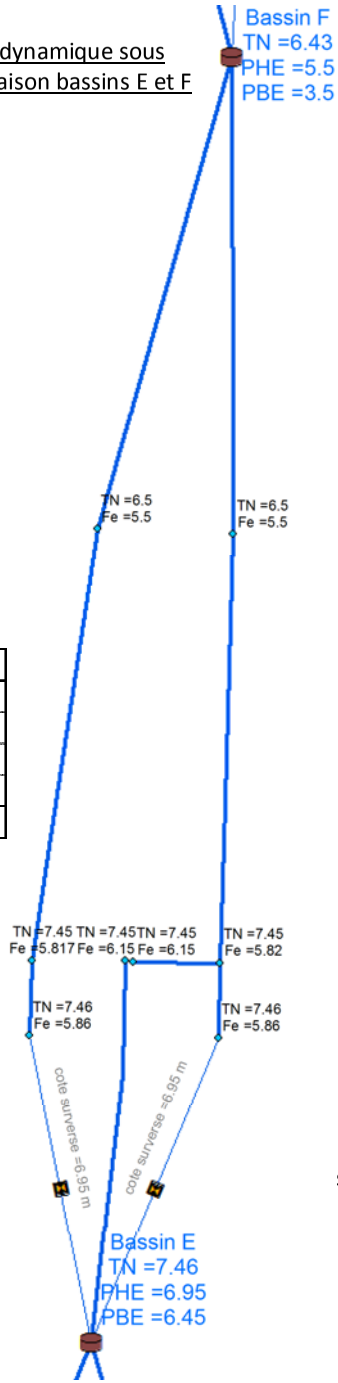
La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins E et F – AVP Partiel



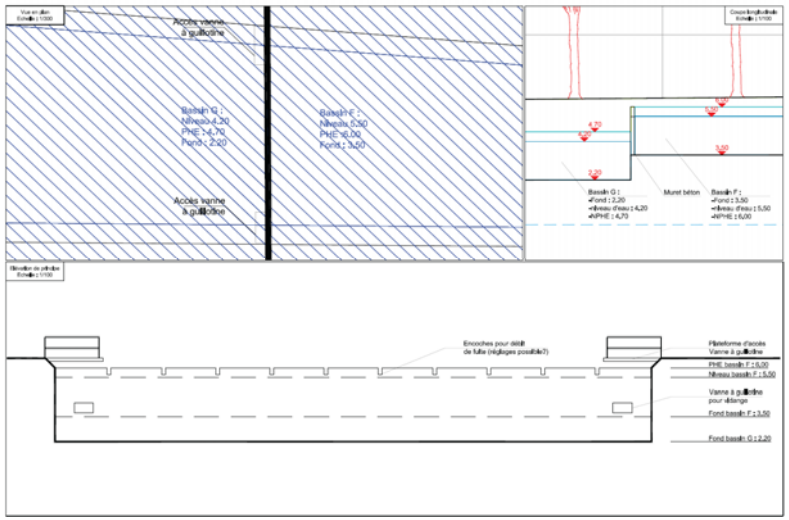
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins E et F

Bassin E	
Cote Fond de l'ouvrage	6.45
Cote RNE	-
Cote PHE théoriques	6.95
Cote TN	7.46
Régulation par orifice	



La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins F et G – AVP Partiel

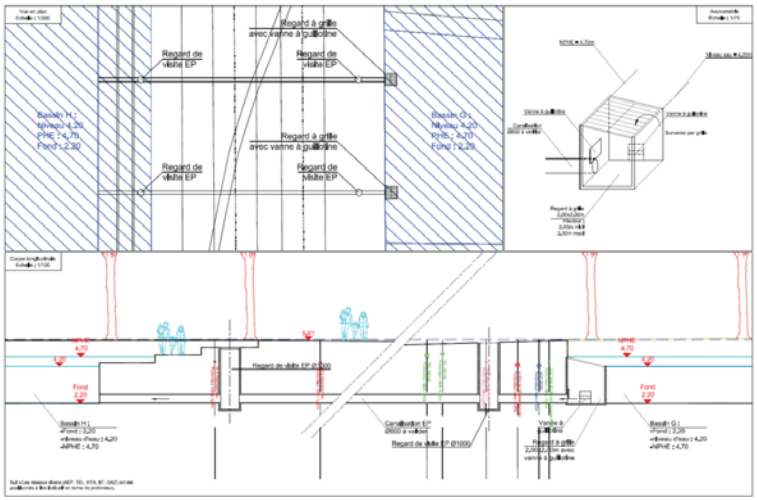


Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins F et G

Bassin F	
Cote Fond de l'ouvrage	3.50
Cote RNE	5.50
Cote PHE théoriques	6.00
Cote TN	6.43
Régulation par surverse	

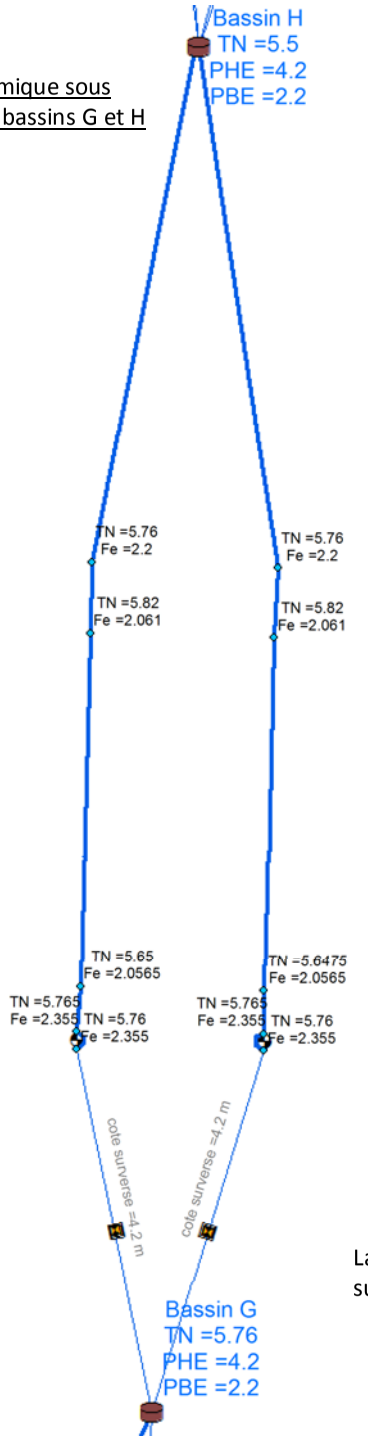
La liaison est modélisée par une surverse

Liaison entre les bassins G et H – AVP Partiel



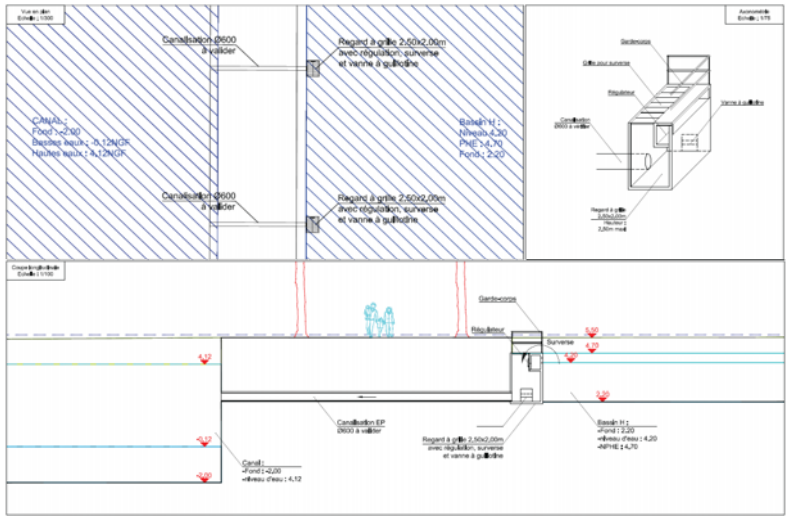
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins G et H

Bassin G	
Cote Fond de l'ouvrage	2.20
Cote RNE	4.20
Cote PHE théoriques	4.70
Cote TN	5.76
Bassin G et H en équilibre	



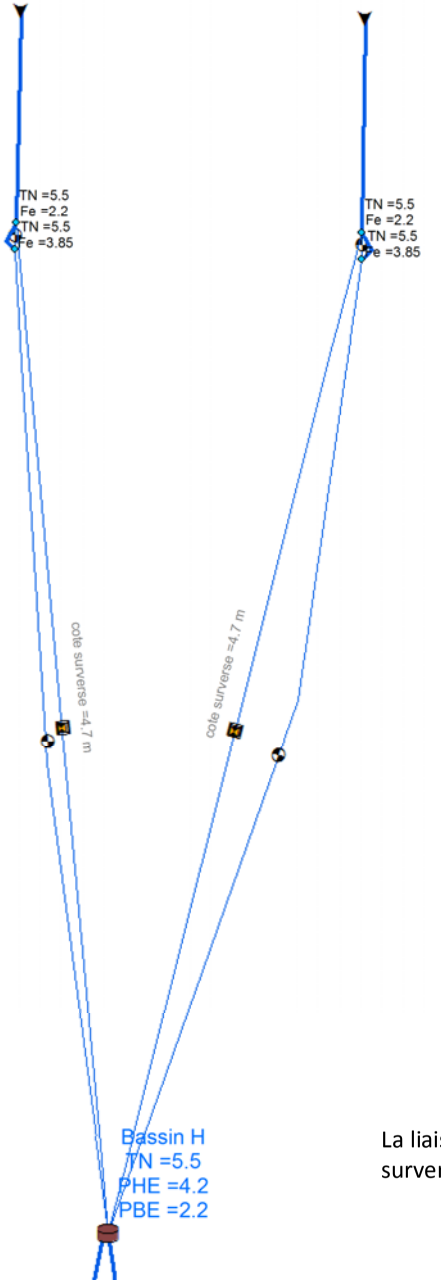
La liaison est modélisée par deux surverses et deux canalisations de liaison

Liaison entre les bassins H et canal de jonction – AVP Partiel



Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassin H et canal de jonction

Bassin H	
Cote Fond de l'ouvrage	2.20
Cote RNE	4.20
Cote PHE théoriques	4.70
Cote TN	5.50
Régulation par orifices	



La liaison est modélisée par deux surverses et deux orifices de régulation

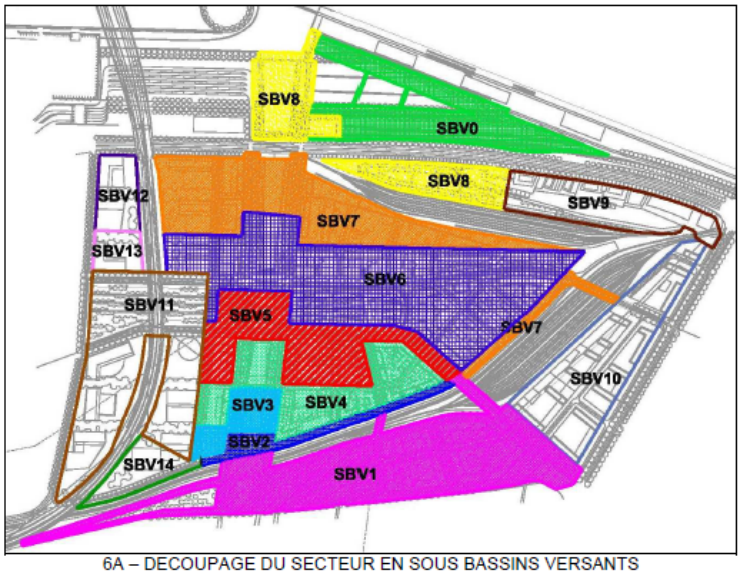
1 – AVP Partiel

Cahier technique Bassins et Canaux

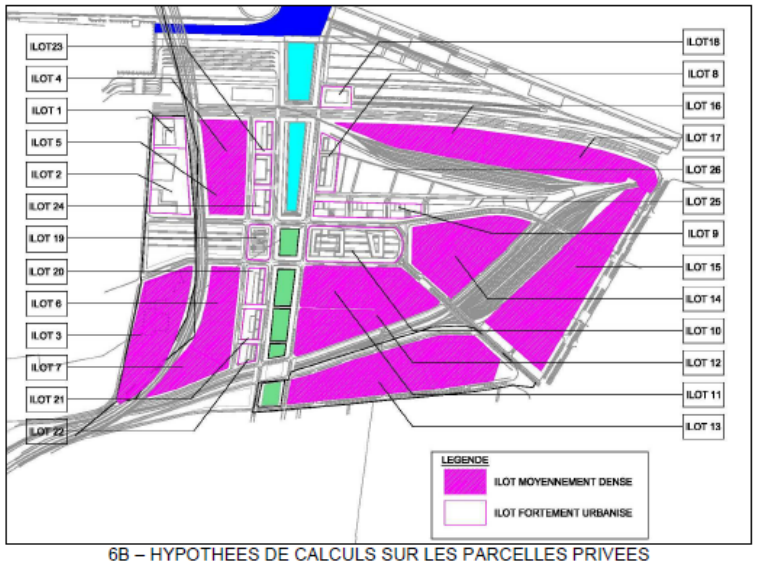
Hydrologie

Construction du modèle urbain - Hydrologie

Découpage en bassin versant : AVP partiel

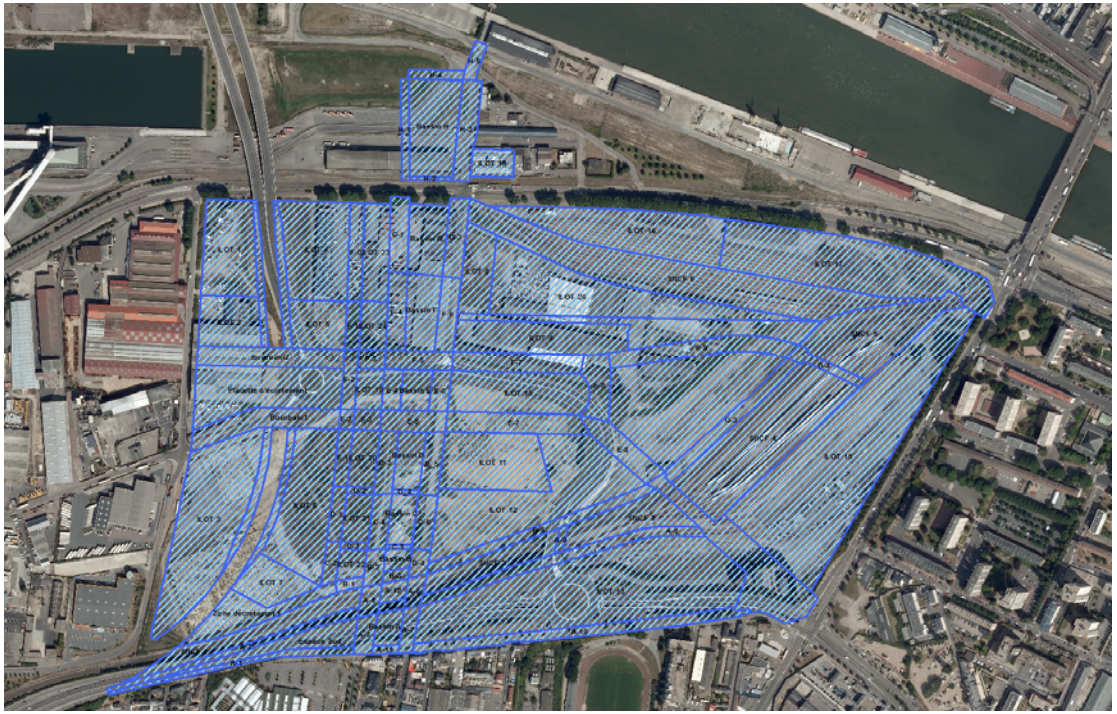


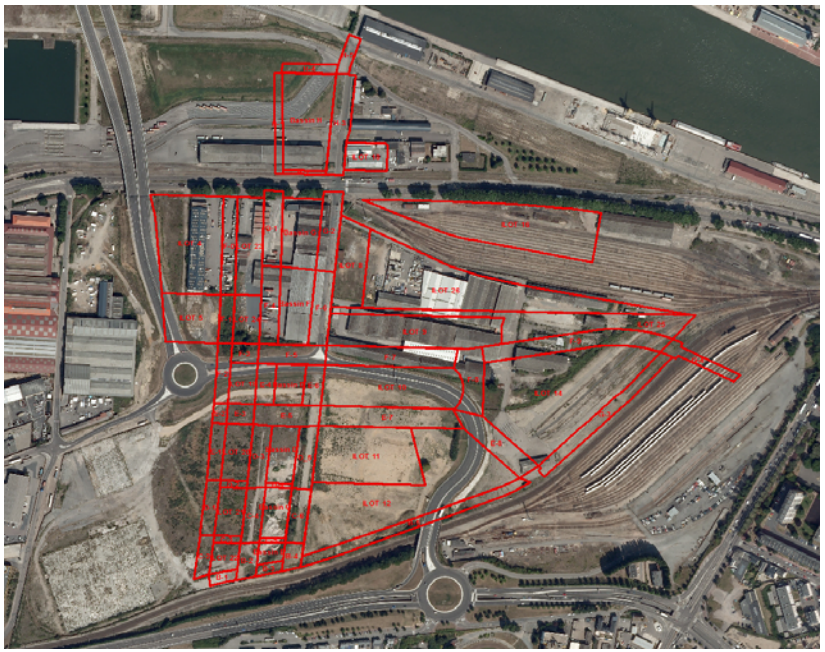
6A – DECOUPAGE DU SECTEUR EN SOUS BASSINS VERSANTS



6B – HYPOTHEES DE CALCULS SUR LES PARCELLES PRIVEES

Intégration dans MIKE URBAN :





Construction du modèle urbain - Hydrologie

Caractéristique des sous bassins versant

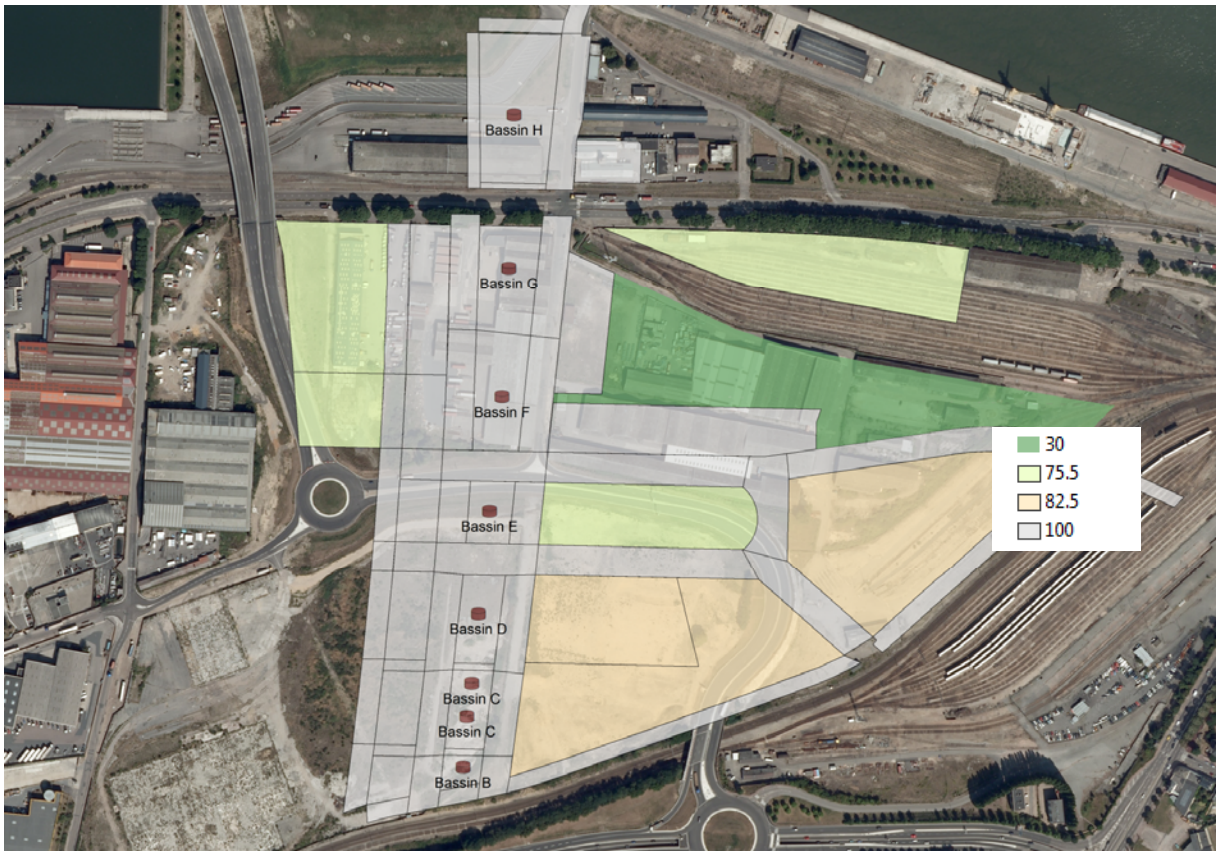
Nom	Surface	Bassin Versant	Coefficient de ruissellement	Longueur hydraulique en m	Denivellé en m	Pente en %	Tc moyen en min
ILOT 1	9 190		0	570	35	6.14	6
ILOT 2	5 710		75.5	650	40	6.15	6
ILOT 3	20 900		75.5	360	10	2.78	8
ILOT 4	11 825	G	75.5	460	22	4.78	6
ILOT 5	5 000	F	75.5	515	10	1.94	7
ILOT 6	13 430		75.5	720	22	3.06	9
ILOT 7	4 620		75.5	900	75	8.33	6
ILOT 8	4 925	G	100	975	85	8.72	6
ILOT 9	10 035	F	100	3900	105	2.69	22
ILOT 10	10 350	F	75.5	850	85	10	6
ILOT 11	10 850	E	82.5	450	20	4.44	6
ILOT 12	21 350	D	82.5	1800	55	3.06	15
ILOT 13	37 450	A	82.5	2200	30	1.36	25
ILOT 14	22 475	F	82.5	850	85	10	8
ILOT 15	41 000		82.5	450	20	4.44	10
ILOT 16	14 610	H	75.5	1800	55	3.06	14
ILOT 17	23 840		75.5	2200	30	1.36	23
ILOT 18	2 160	H	100	850	85	10	5
ILOT 19	2 000	E	100	450	20	4.44	4
ILOT 20	2 830	E	100	1800	55	3.06	11
ILOT 21	2 390	D	100	2200	30	1.36	17
ILOT 22	1 450	C	100	850	85	10	4
ILOT 23	4 775	G	100	450	20	4.44	5
ILOT 24	2 370	F	100	450	20	4.44	4
ILOT 25	9 265	F	30	1800	55	3.06	13
ILOT 26	18 460	G	30	2200	30	1.36	22
A-1	2 340	A	100	850	85	10	5
A-2	2 995	A	100	450	20	4.44	5
A-3	1 370	A	100	1800	55	3.06	10
A-4	1 085	A	100	2200	30	1.36	16
A-5	470	A	100	450	20	4.44	3
A-6	995	A	100	1800	55	3.06	10
A-7	1 275	A	100	2200	30	1.36	16
A-8	5 160	A	100	850	85	10	6
A-9	395	A	100	450	20	4.44	3
A-10	6 090	A	100	450	20	4.44	6
A-11	11 260	A	100	1800	55	3.06	14
A-12	965	A	100	2200	30	1.36	16
A-13	425	A	100	850	85	10	4
B-1	540	B	100	450	20	4.44	4
B-2	1 260	B	100	1800	55	3.06	10
B-3	505	B	100	2200	30	1.36	15
B-4	910	B	100	1800	55	3.06	10
B-5	4 285	B	100	2200	30	1.36	18
C-2	1 125	C	100	450	20	4.44	4
C-3	370	C	100	1800	55	3.06	9
C-4	1 900	C	100	2200	30	1.36	17
C-5	210	C	100	850	85	10	4
C-6	1 950	C	100	450	20	4.44	4
D-1	1 460	D	100	1800	55	3.06	11
D-2	370	D	100	2200	30	1.36	15
D-3	2 190	D	100	850	85	10	5
D-4	220	D	100	450	20	4.44	3
D-5	2 270	D	100	450	20	4.44	4
E-1	1 520	E	100	1800	55	3.06	11
E-2	525	E	100	2200	30	1.36	15
E-3	980	E	100	850	85	10	4
E-4	1 450	E	100	450	20	4.44	4
E-5	2 550	E	100	1800	55	3.06	11
E-6	1 450	E	100	2200	30	1.36	16
E-7	5 100	E	100	450	20	4.44	5
E-8	3 400	E	100	1800	55	3.06	12
F-0	2 610	F	100	2200	30	1.36	17
F-1	1 300	F	100	850	85	10	4
F-2	1 600	F	100	450	20	4.44	4
F-3	975	F	100	450	20	4.44	4
F-4	2 690	F	100	1800	55	3.06	11
F-5	2 500	F	100	2200	30	1.36	17
F-6	2 635	F	100	850	85	10	5
F-7	4 770	F	100	450	20	4.44	5
F-8	2 950	F	100	1800	55	3.06	11
F-9	5 660	F	100	2200	30	1.36	19
G-1	2 600	G	100	1800	55	3.06	11
G-2	2 820	G	100	2200	30	1.36	17
G-3	3 775	G	100	850	85	10	5
G-4	1 470	G	100	450	20	4.44	4
H-1	1 515	H	100	1800	55	3.06	11
H-2	290	H	100	2200	30	1.36	15
H-3	3 480	H	100	450	20	4.44	5
H-4	915	H	100	1800	55	3.06	10
H-5	910	H	100	2200	30	1.36	16
bourbaki 1	5 600		100	850	85	10	6
bourbaki 2	5 450		100	450	20	4.44	5
Zone ecret 1	5 550		100	850	85	10	6
Zone ecret 2	12 445		100	450	20	4.44	7

Les hypothèses retenues :

- Coefficient de ruissellement : 30 % sur les espaces verts;
- Coefficient de ruissellement : 100 % sur les voiries ;
- Coefficient de ruissellement : 100 % sur le bâti.

Ilot	Espaces verts	Toitures	Voiries
4	35%	40%	25%
5	35%	40%	25%
8	0%	100%	0%
9	0%	100%	0%
10	35%	40%	25%
11	25%	35%	40%
12	25%	35%	40%
13	25%	35%	40%
14	25%	35%	40%
16	35%	40%	25%

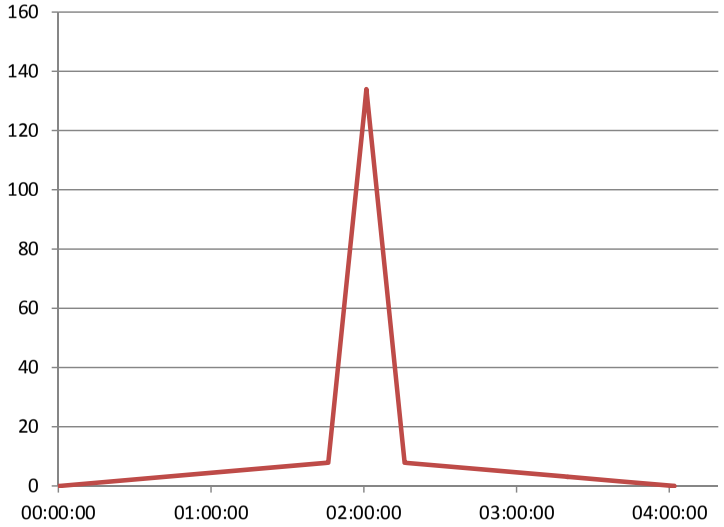
Ilot	Espaces verts	Toitures	Voiries
18	0%	100%	0%
19	0%	100%	0%
20	0%	100%	0%
21	0%	100%	0%
22	0%	100%	0%
23	0%	100%	0%
24	0%	100%	0%
25	100%	0%	0%
26	100%	0%	0%



Modélisation d'une pluie de projet de période de retour 100 ans

Les coefficient de Montana utilisé sont de la station de Météo France de Rouen pour une période de retour 100 ans :
a = 20.712
b = -0.842

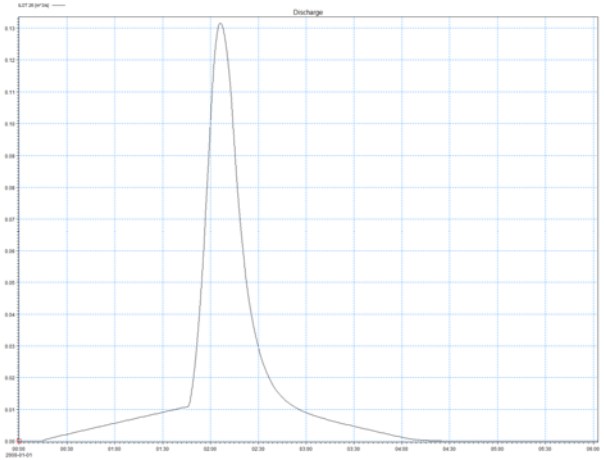
La pluie de projet est une pluie double triangle de durée totale 4 heures avec une durée de période intense de 30 minutes,



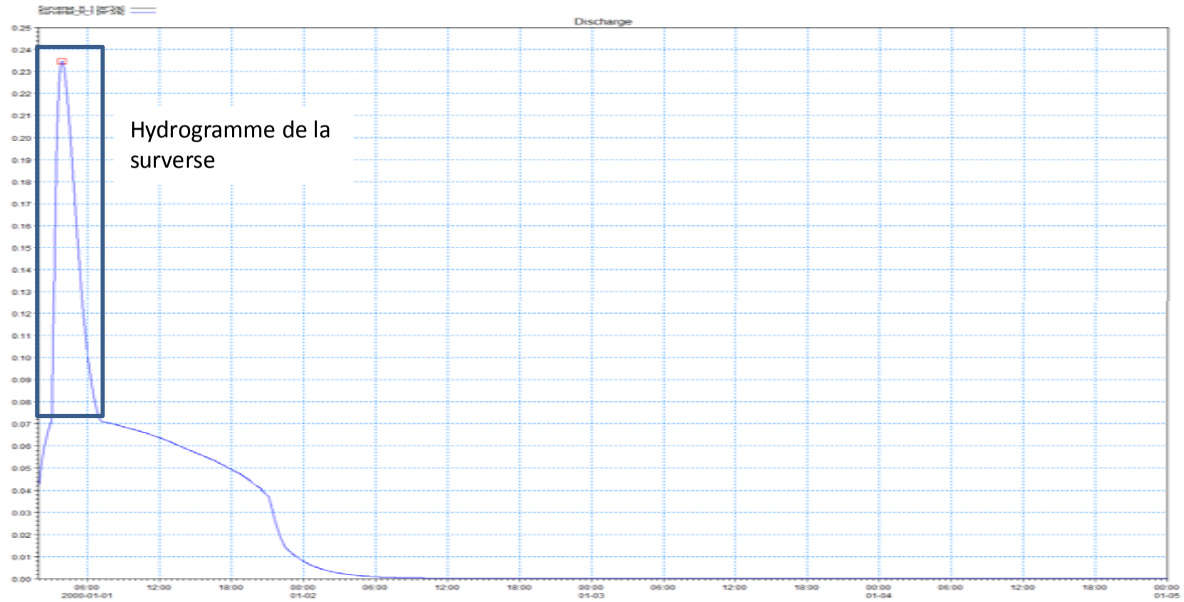
La hauteur totale précipitée est de 49,27 mm, la hauteur intense est de 35,58 mm,

Cette pluie de projet est à la fois pénalisante en volume et en débit.

Exemple : hydrogramme ruisselé sur l'ilot 26



Hydrogramme aux exutoires
Débit de pointe = 470 l/s (débit régulé à 156 l/s + débit de surverse)
pour un objectif de 240 l/s (24 ha régulés à 10l/s/ha)



1 – AVP Partiel

Cahier technique Bassins et Canaux

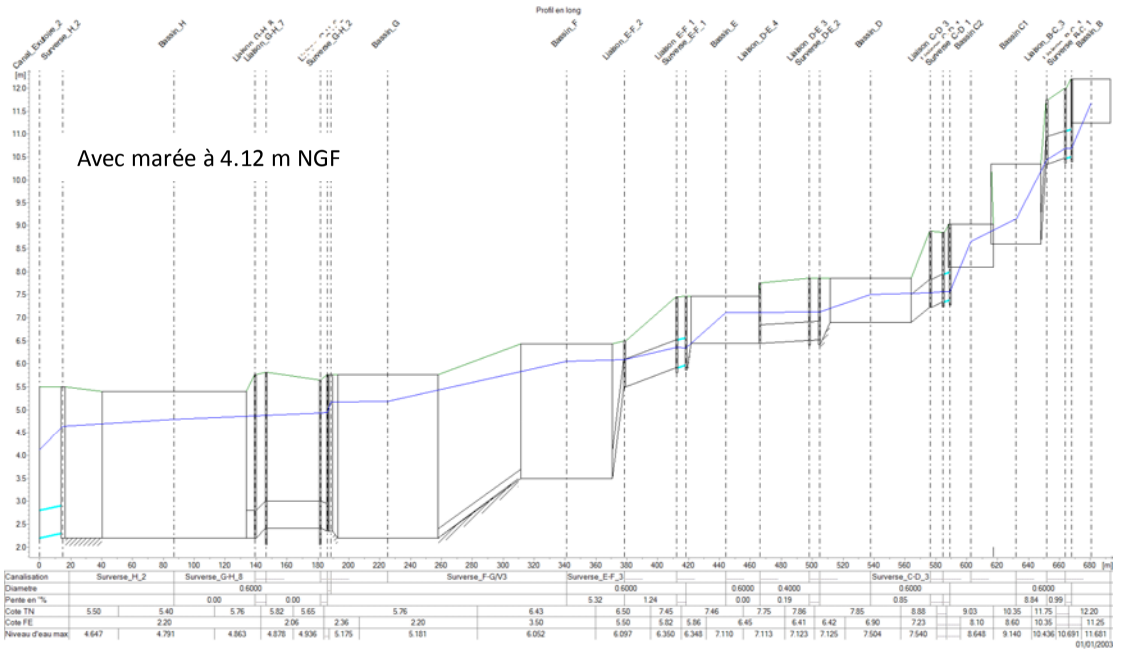
Résultats

La modélisation de la pluie projet de période de retour 100 ans et d'un niveau de marée à 4.12 m NGF ne montre pas de débordement pour la marée de projet :

	PHE théoriques	PHE atteintes	Delta
Bassin_B	11.75	11.68	-0.07
Bassin C1	9.10	9.14	0.04
Bassin C2	8.60	8.65	0.05
Bassin_D	7.40	7.50	0.10
Bassin_E	6.95	7.11	0.16
Bassin_F	6.00	6.05	0.05
Bassin_G	4.70	5.18	0.48
Bassin_H	4.70	4.79	0.09

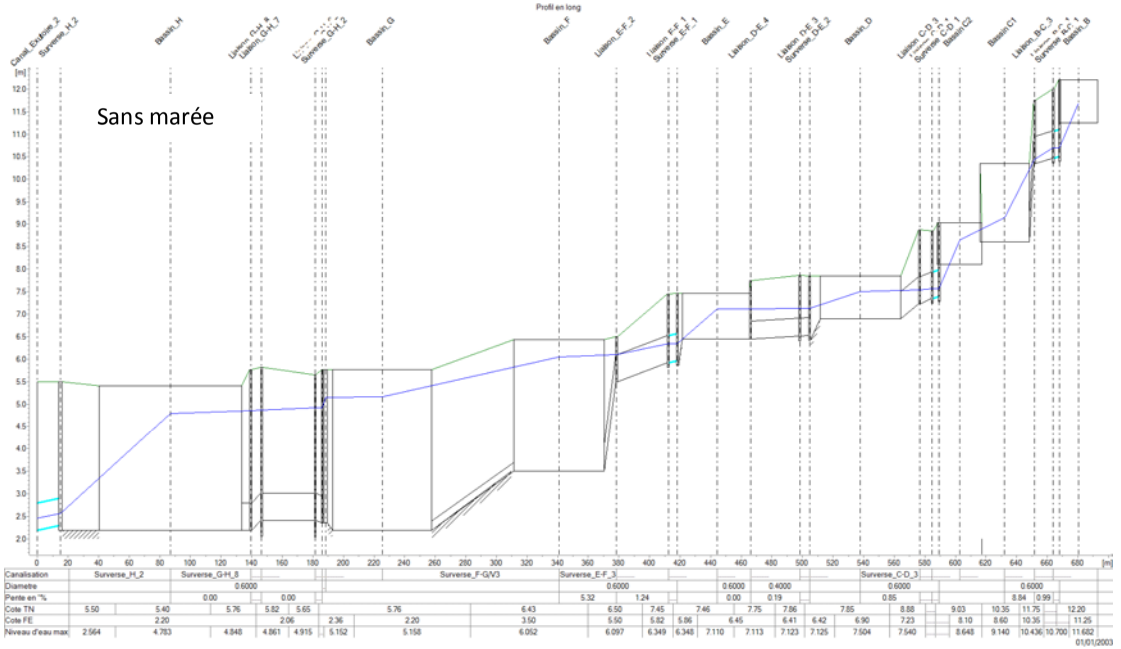
Les bassins C2, D, E et H passent en surverse pour la pluie projet 100 ans

Les bassins C2, D, E, F, G et H dépassent leur cote PHE théoriques.



En absence de marée, les cotes atteintes pour la période de retour centennale sont quasi identiques aux cotes atteintes pour la marée de projet.

	PHE théoriques	PHE atteintes	Delta
Bassin_B	11.75	11.68	-0.07
Bassin C1	9.10	9.14	0.04
Bassin C2	8.60	8.65	0.05
Bassin_D	7.40	7.50	0.10
Bassin_E	6.95	7.11	0.16
Bassin_F	6.00	6.05	0.05
Bassin_G	4.70	5.16	0.46
Bassin_H	4.70	4.78	0.08

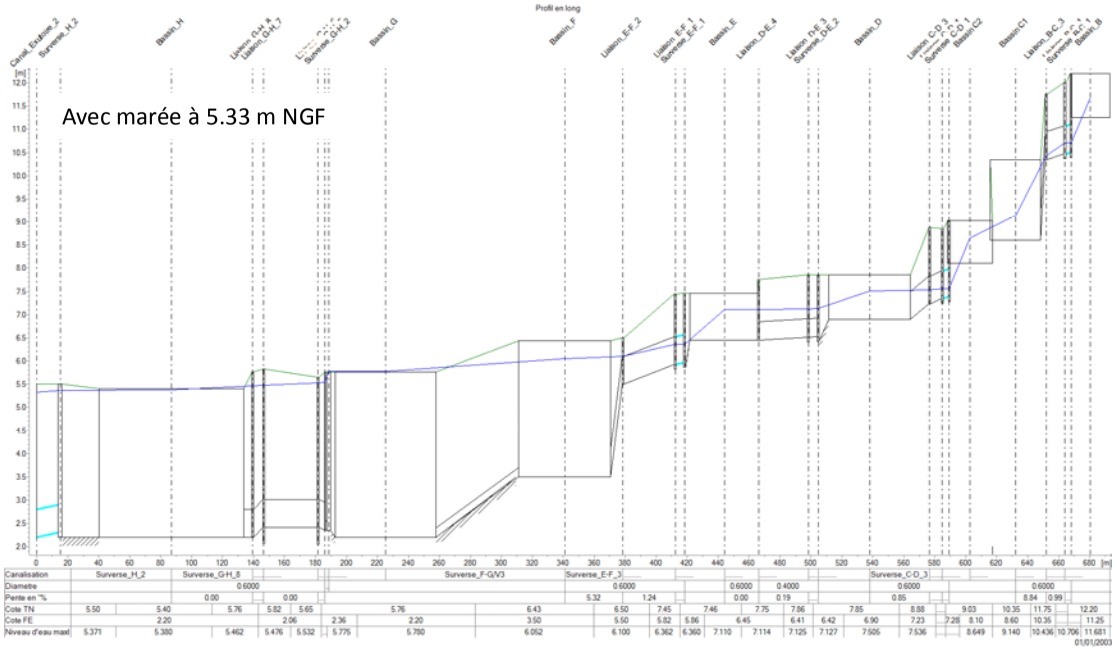


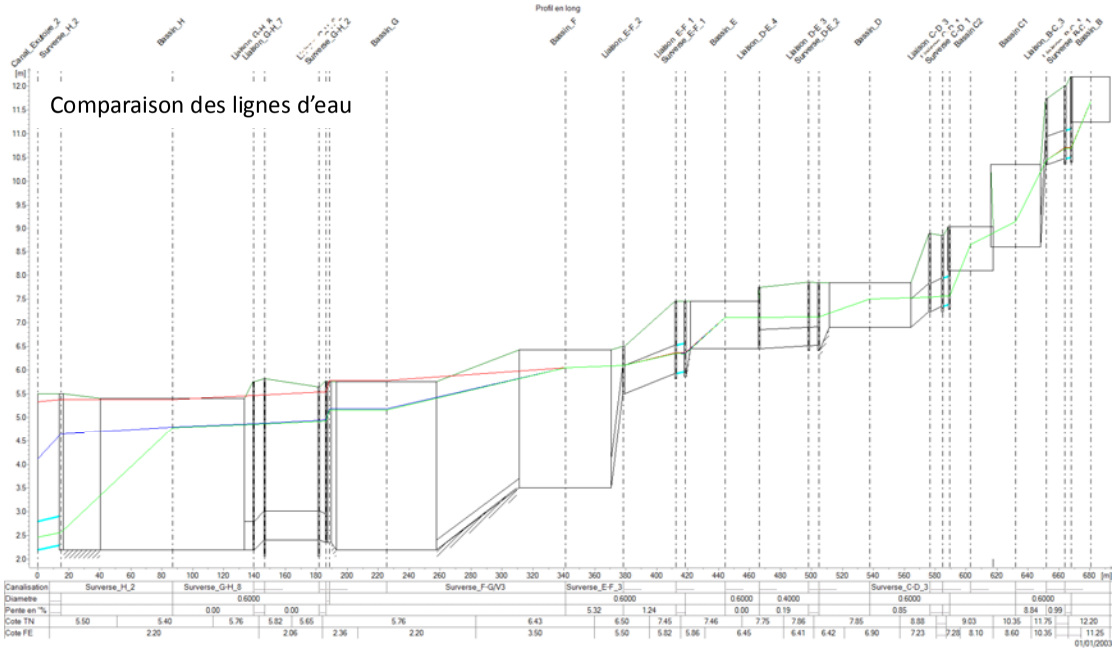
Lorsque le niveau d'eau maximum de la Seine de 5.33 m NGF est pris en compte aux exutoires, on observe <u>des débordements pour les bassins H et G</u> pour la pluie de projet d'occurrence 100 ans.

	PHE théoriques	PHE atteintes	Delta
Bassin_B	11.75	11.68	-0.07
Bassin C1	9.10	9.14	0.04
Bassin C2	8.60	8.65	0.05
Bassin_D	7.40	7.51	0.11
Bassin_E	6.95	7.11	0.16
Bassin_F	6.00	6.05	0.05
Bassin_G	4.70	5.78	1.08
Bassin_H	4.70	5.38	0.68

On notera que l'influence de la marée se fait ressentir jusqu'au bassin F.

Ci contre les trois lignes d'eau superposées :





Modélisation de trois années de pluie

Justifications et hypothèses

La modélisation de trois années de pluie réelle permet d'appréhender le fonctionnement de l'ensemble des bassins d'une manière plus globale en intégrant la variabilité des conditions hydro météorologiques extérieures.

Elle permettra par ailleurs d'affiner le dimensionnement hydraulique des ouvrages :

- Vérification du fonctionnement en crue ;
- Maintien d'une cote minimale ;
- Possibilité de vidange ;
- Franchissabilité, …

Dans le cas de système de régulation plus complexe, la modélisation permettra de définir les consignes d'asservissement de manière fine.

Les données pluviométriques sont issues de la station de Rouen Boos. Les années retenues sont :

- 1995 (année humide) ;
- 2002 (année moyenne) ;
- 2003 (année sèche).

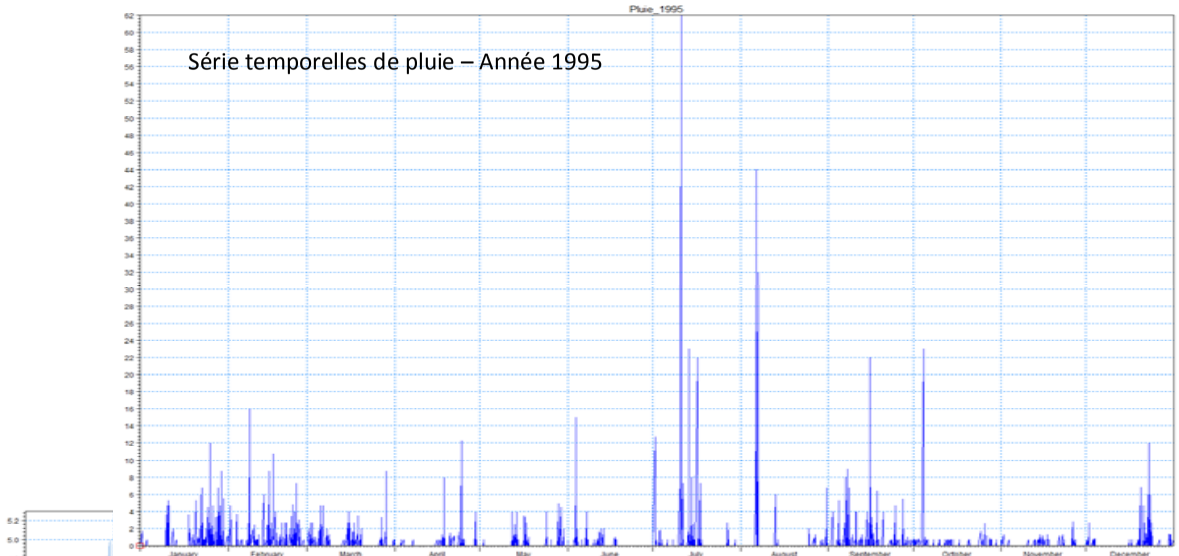
Elles correspondent aux années retenues pour le schéma directeur d'assainissement de la CREA.

Les données sont à un pas de temps variable.

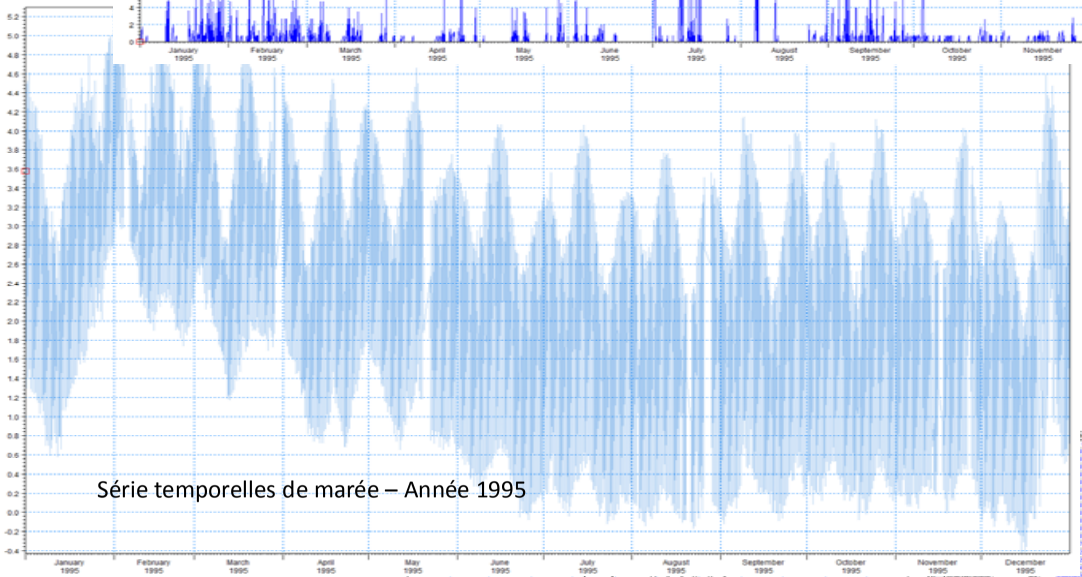
Il existe des données locales (mesures CREA station Emeraude), mais la profondeur de mesure est faible et beaucoup de données manquantes.

Pour ces mêmes années, les hauteurs d'eau de la seine sont modélisées sous forme de condition aval. Ces données ont été acquises auprès du port de Rouen. On notera que le niveau maximum est de 5.33 m NGF (28/02/2002). Les données sont au pas de temps de 5 minutes,

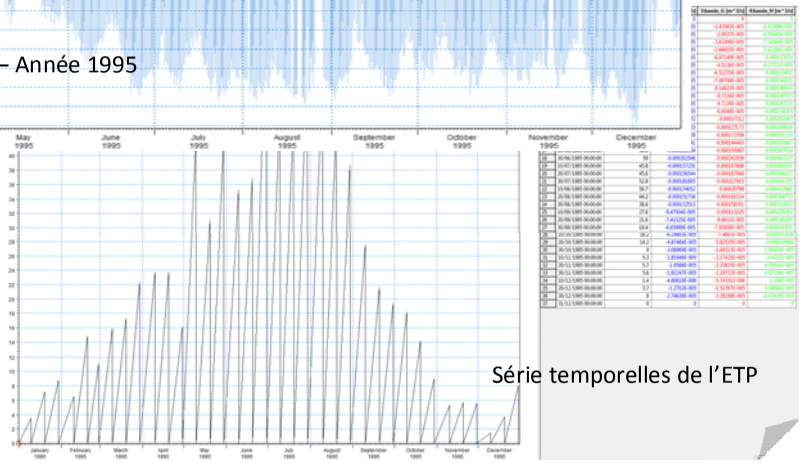
De plus, des valeurs d'évapotranspirations ont également été prise en compte sur les bassins en eau (bassins F, G et H).



Série temporelles de pluie – Année 1995



Série temporelles de marée – Année 1995



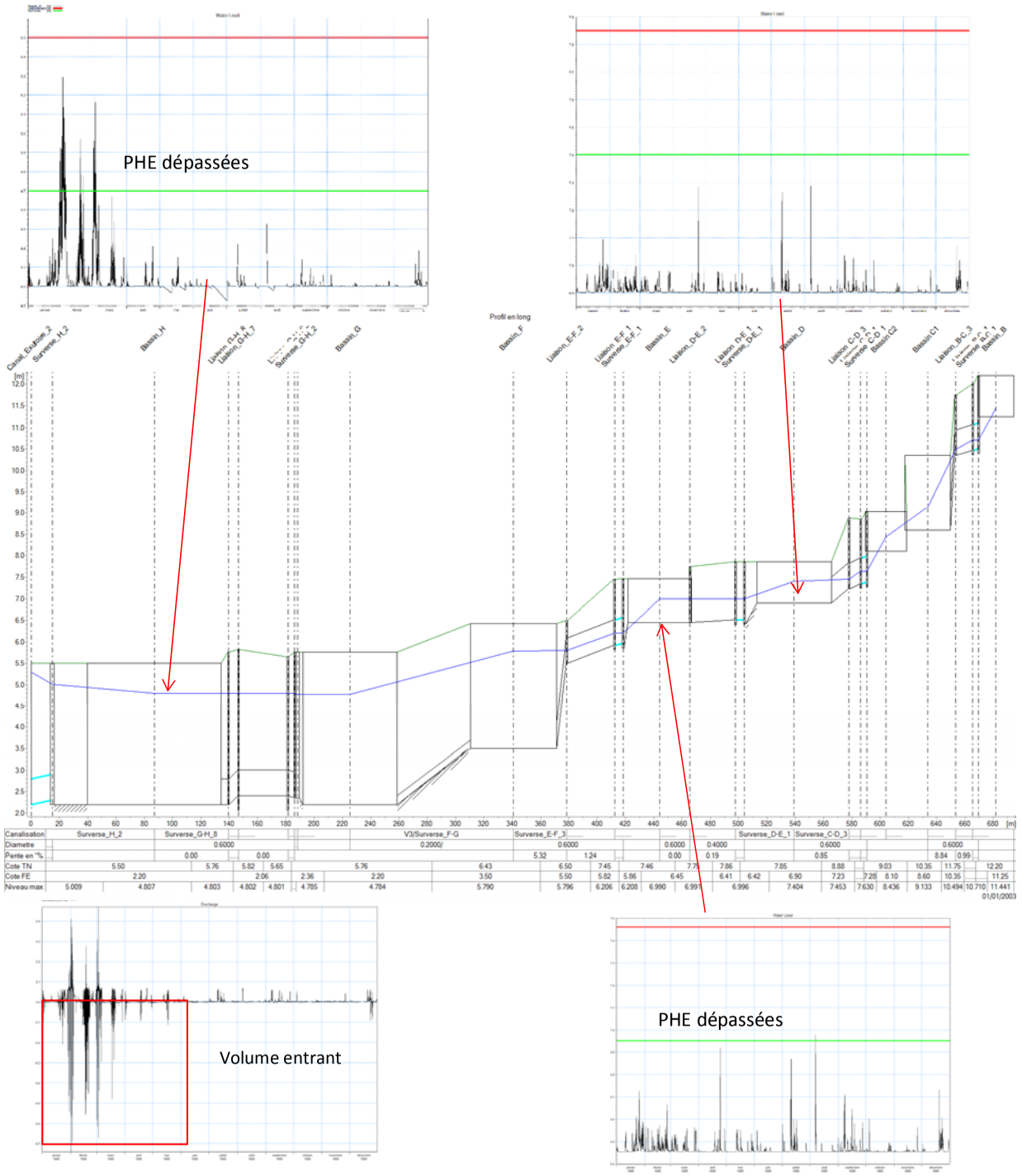
Série temporelles de l'ETP

Modélisation de trois années de pluie

Résultats 1995

Aucun débordements n'apparaissent lors de la simulation de l'année 1995

1995	m3
volume ruisselé	177 071
volume sortant	448 763
volume entrant (marée)	233 224
ETP	11 619

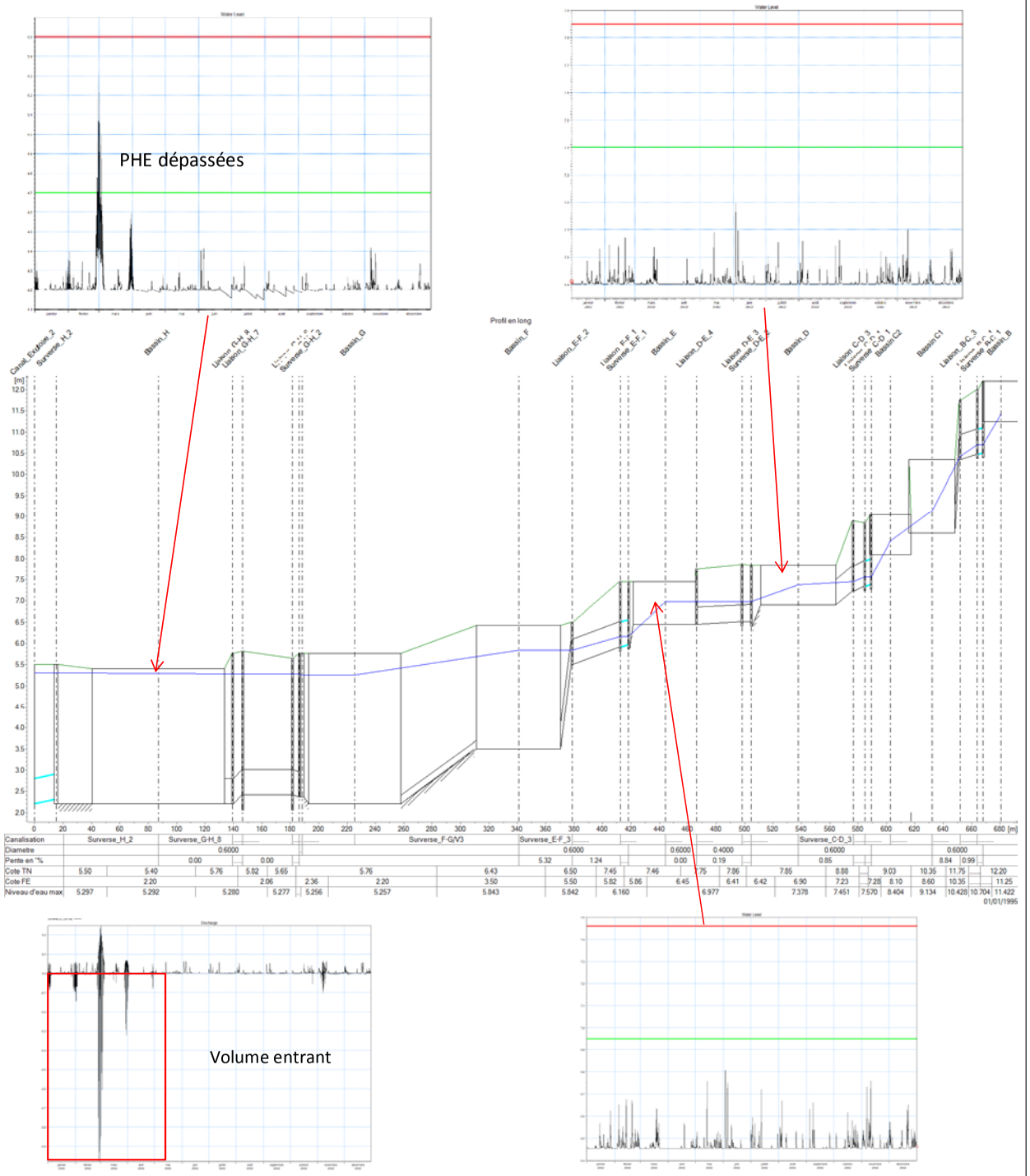


Modélisation de trois années de pluie

Résultats 2002

Aucun débordements n'apparaissent lors de la simulation de l'année 2002

2002	m3
volume ruisselé	174 967
volume sortant	370 749
volume entrant (marée)	157 263
ETP	10 281

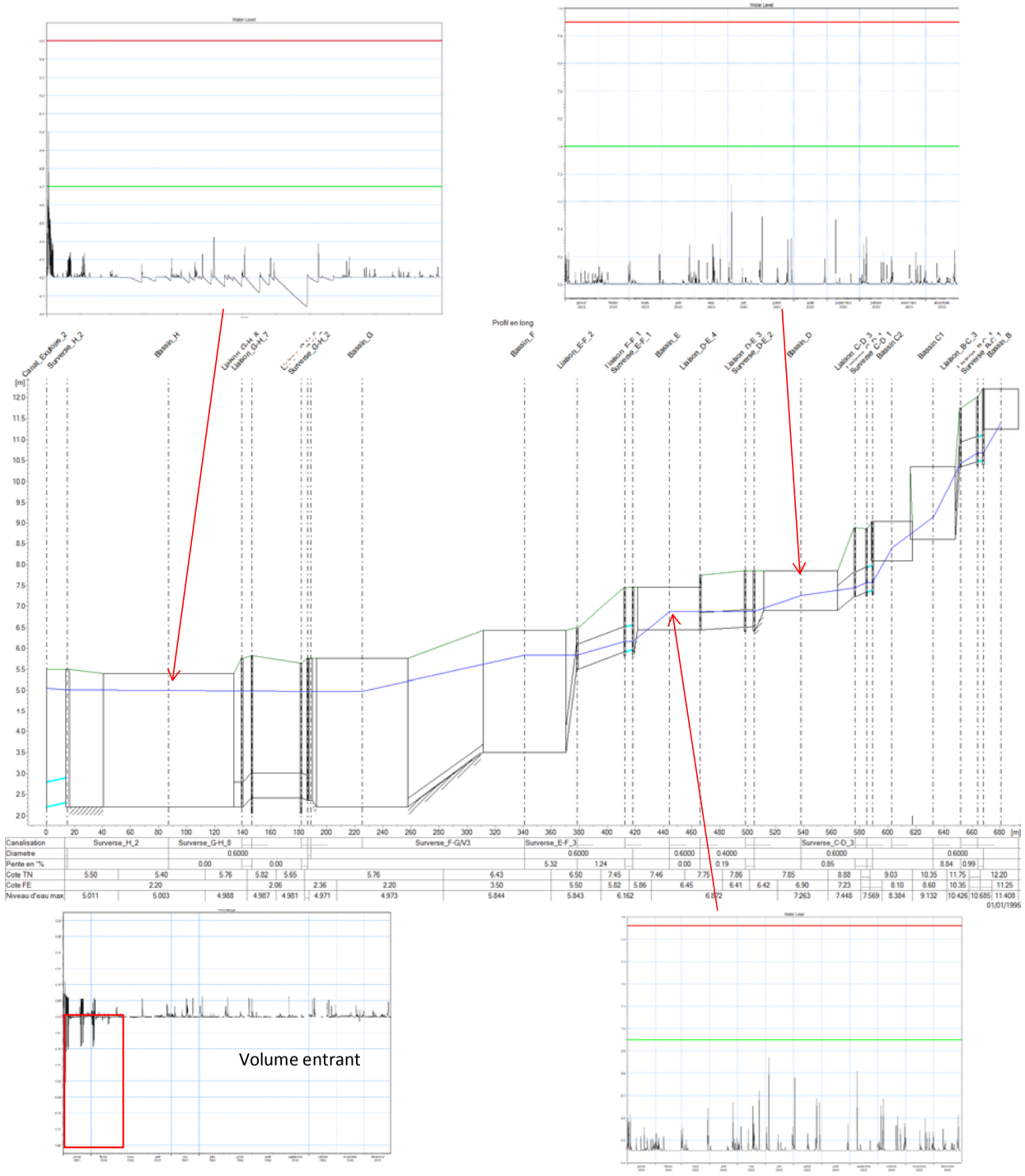


Modélisation de trois années de pluie

Résultats 2003

Aucun débordements n'apparaissent lors de la simulation de l'année 2003

2003	m3
volume ruisselé	125 977
volume sortant	200 627
volume entrant (marée)	40 009
ETP	15 213

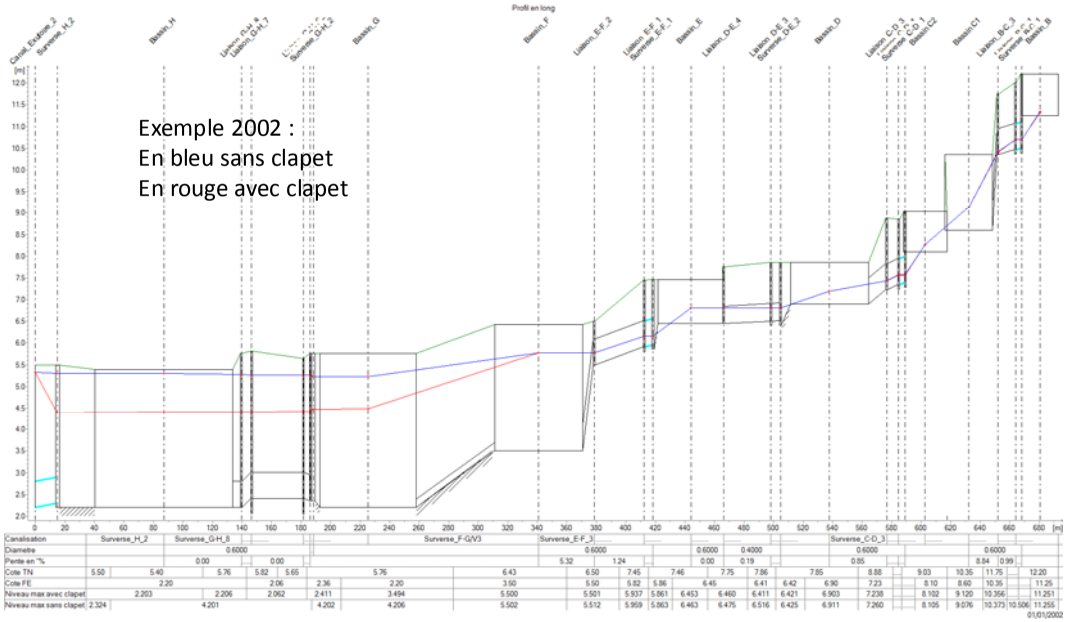


Modélisation de trois années de pluie

Premiers tests

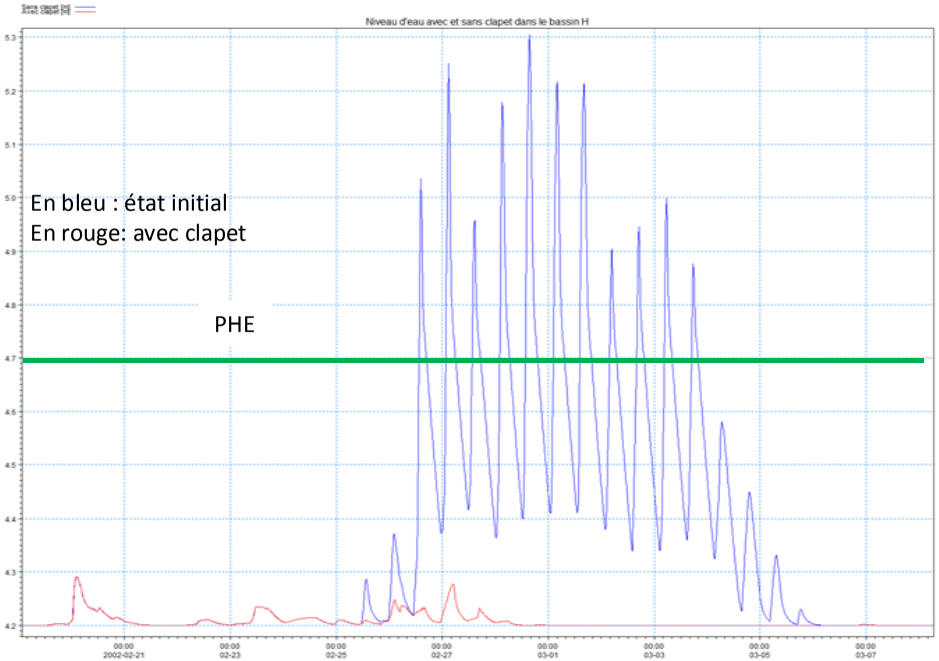
Mise en place d'un clapet anti-retour sur les conduites exutoires

Effet sur les niveaux d'eau



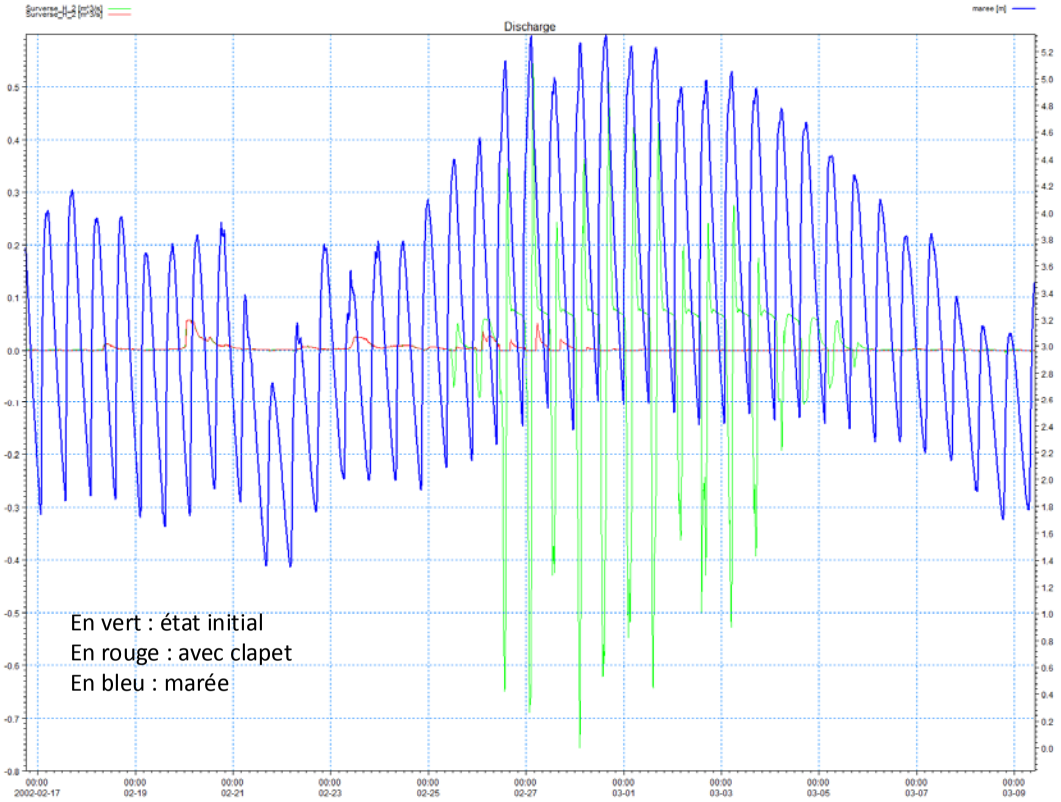
Mise en place d'un clapet anti-retour sur les conduites exutoires

Effet sur les niveaux



Mise en place d'un clapet anti-retour sur les conduites exutoires

Effet sur les niveaux



Modélisation d'une pluie 100ale

Conclusions sur l'AVP partiel :

Conditions limites aval :

- Pas de sensibilité des bassins jusqu'à la marée de dimensionnement;
- Grande sensibilité au-delà.

Comportement pour la crue de dimensionnement :

- Bon comportement global pour la marée de projet;
- Bassin D, E et H passent en surverse => dimensionnement à finaliser ;
- Débit de fuite du système > à l'objectif (10 l/s/Ha) => ajustement de la régulation

Un travail d'ajustement et de répartition des volumes régulés est à faire.

Conception :

- La régulation entre bassin F et G n'est pas optimale ;
- Le bassin C1 n'a pas de fuite. Ce bassin est constamment rempli.
- La liaison bassin G / bassin H (bassins en équilibre) est régulée notamment par les surverses.

Comportement pluies > 100 ans :

- Test à mener ;
- Hypothèses à définir (occurrence de pluie, conditions hydrologiques) ;
- Proposition pluie 100ale bassins pleins.

Ajustement de la géométrie des ouvrages du réseau pour optimiser le fonctionnement général du système pour l'évènement dimensionnant (pluie projet 100 ans et marée à 4.12 m NGF) :

- Débits de fuite des bassins;
- Cote PHE;
- Volumes des bassins;
- Liaisons entre bassins.

Des nombreuses itérations ont été nécessaires afin de combiner différentes types d'ajustement.

Orientations:

- Augmentation de la cote PHE des bassins E, G et H;
- Ajustement du débit de fuite du bassin H ;
- Ajustement de la surverse entre les bassins F et G;
- Ajustement du débit de fuite de l'ensemble des bassins pour garantir une optimisation des volumes de stockage;
- Mise en place d'une conduite de fuite entre les bassins C1 et C2;

1 – AVP Partiel

Cahier technique Bassins et Canaux

Optimisation du fonctionnement

Optimisation du fonctionnement des bassins pour P100

Proposition d'optimisation

Débits de fuite:

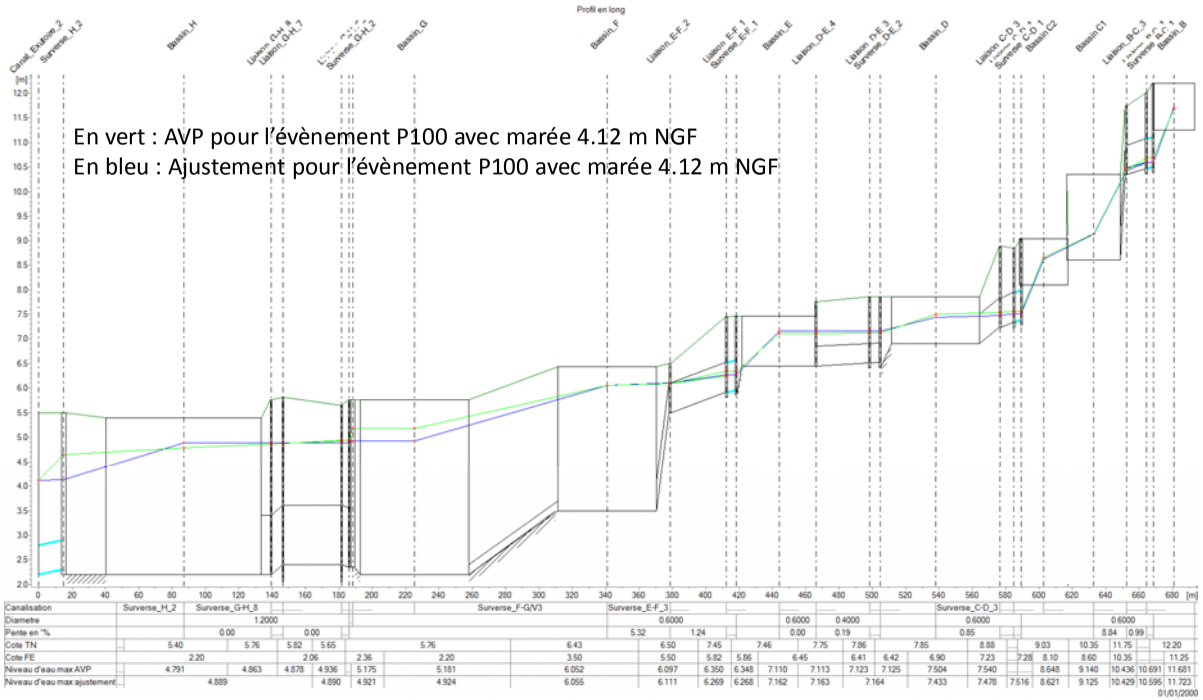
- Débit de fuite du bassin B contrôlé par une canalisation en 200 mm vannée à 15 cm d'ouverture;
- Débit de fuite du bassin C1 contrôlé par une canalisation en 300 mm à la cote 8.60 m NGF pour permettre la vidange du bassin;
- Débit de fuite du bassin C2 contrôlé par une canalisation en 200 mm;
- Débit de fuite du bassin D contrôlé par une canalisation en 400 mm;
- Débit de fuite du bassin E contrôlé par une canalisation en 400 mm;
- Surverse du bassin F tel que :

- Surverse du bassin G assurée par deux ouvrages avec une crête de 4 m de largeur (contre 2 m dans l'AVP);
- Liaison entes les bassins G et H en 800 mm;
- Débit de fuite du bassin H contrôlé par une canalisation en 300 mm vannée à 20 cm d'ouverture assurant un **débit de fuite vers le milieu récepteur de 261 l/s**.

Augmentation de la cote PHE:

- Cote PHE des bassins G **et H à 4.90 m NGF (4**.7 m NGF dans l'AVP);
- Cote PHE du bassin E à 7.1 m NGF (6.95 m NGF dans l'AVP).

Ces augmentations de cote PHE permettent l'augmentation du volume de rétention des bassins de rétention.



Optimisation des hauteurs d'eau pour l'évènement dimensionnant

Evènement dimmensionnant		AVP				Optimisation				
Nom	Cote surverse theorique	H max	delta H	Q fuite l/s	observation	Cote surverse testée	H max	delta H	Q fuite l/s	fuite
Bassin_B	11.75	11.68	-0.07	76	200mm	11.75	11.72	-0.03	68	200mm ouvert au 3/4
Bassin C1	9.1	9.14	0.04	293	fuite par surverse	9.1	9.13	0.03	185	ajout fuite 300 mm
Bassin C2	8.6	8.65	0.05	137	200mm	8.6	8.62	0.02	100	200mm
Bassin_D	7.4	7.50	0.10	231	200 mm	7.4	7.43	0.03	195	400 mm
Bassin_E	6.95	7.11	0.16	440	200mm	7.1	7.16	0.06	355	400 mm + cote surverse à 7.1 m NGF
Bassin_F	6	6.05	0.05	1618	surverse tel que dans l'avp	6	6.06	0.05	1675	modification du déversoir de liaison (diminution Qf)
Bassin_G	4.7	5.18	0.46	688	surverse de 2m + liaison en 600mm + surverse à 4.7 mNGF	4.9	4.93	0.03	1366	surverse de 4m + liaison en 800mm + surverse à 4.9 mNGF
Bassin_H	4.7	4.79	0.08	474	200mm	4.9	4.89	-0.01	261	300mm ouvert au 2/3

Optimisation du fonctionnement des bassins

Conclusions :

Conditions limites aval :

- Pas de sensibilité des bassins jusqu'à la marée de dimensionnement;
- Grande sensibilité au-delà : débordement pour un niveau à l'exutoire de 5.33 m concomitante avec la pluie projet 100 ans.

Comportement pour la crue de dimensionnement :

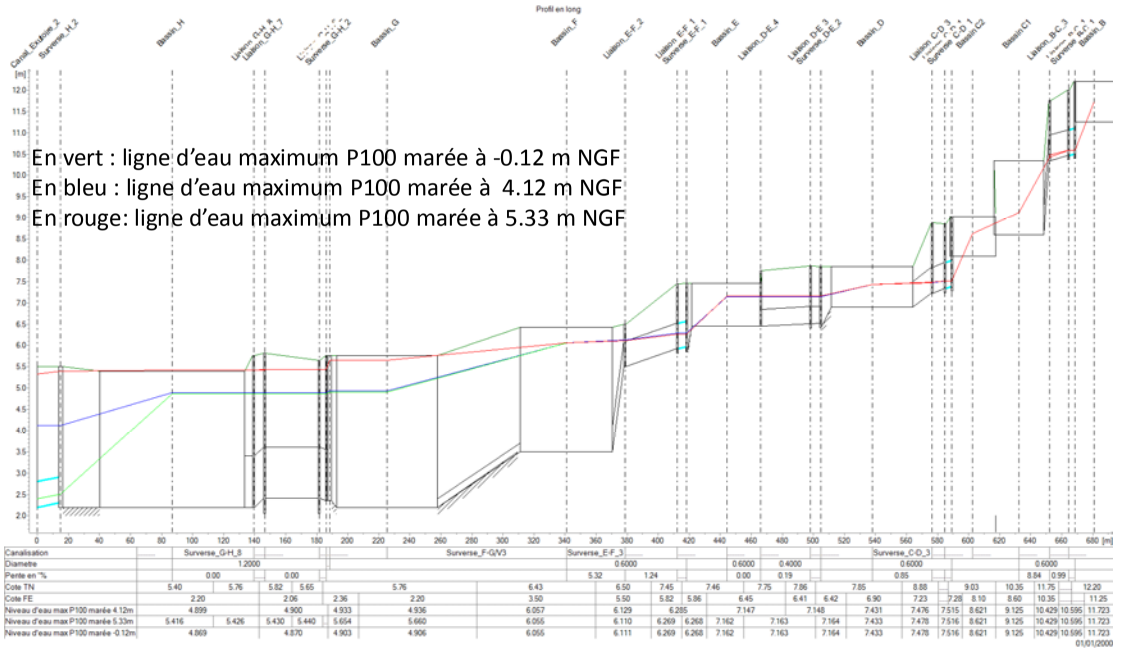
- Bon comportement global pour la marée de projet;
- Niveau d'eau dans les bassins optimisé
- Débit de fuite du système = à l'objectif (10 l/s/Ha)

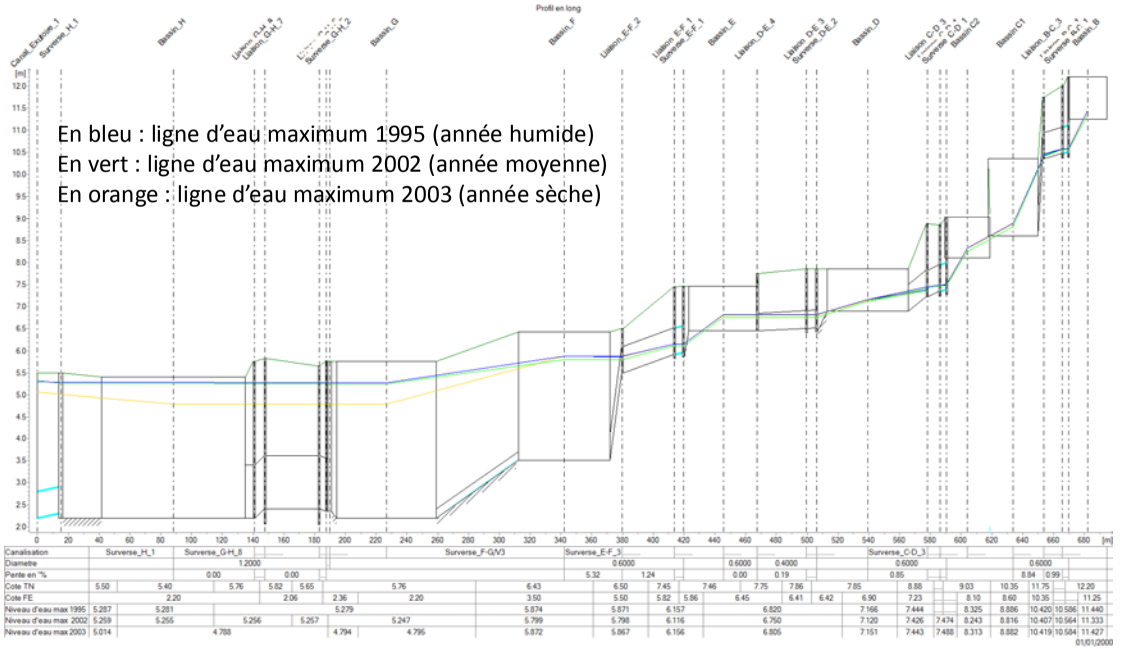
Comportement lors de forte marée:

- Ligne d'eau des bassin G et H fortement impactée par les niveau de marée > 4.20 m NGF

	Pluie 100 ans			marée à -0.12 m NGF		marée à 4.12 m NGF		marée à 5.33 m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin_B	12.2	11.25	11.75	11.72	-0.03	11.72	-0.03	11.72	-0.03
Bassin C1	10.35	8.6	9.1	9.13	0.03	9.13	0.03	9.13	0.03
Bassin C2	9.03	8.1	8.6	8.62	0.02	8.62	0.02	8.62	0.02
Bassin_D	7.85	6.9	7.4	7.43	0.03	7.43	0.03	7.43	0.03
Bassin_E	7.46	6.45	7.1	7.16	0.06	7.16	0.06	7.16	0.06
Bassin_F	6.43	3.5	6	6.06	0.05	6.06	0.05	6.06	0.05
Bassin_G	5.76	2.2	4.9	4.91	0.01	4.93	0.03	5.66	0.76
Bassin_H	5.4	2.2	4.9	4.87	-0.03	4.89	-0.01	5.42	0.52

	Chronique			2003 H max [m]		2002 Hmax [m]		1995 Hmax [m]	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin_B	12.2	11.25	11.75	11.43	-0.32	11.33	-0.42	11.44	-0.31
Bassin C1	10.35	8.6	9.1	8.88	-0.22	8.82	-0.28	8.89	-0.21
Bassin C2	9.03	8.1	8.6	8.31	-0.29	8.24	-0.36	8.33	-0.28
Bassin_D	7.85	6.9	7.4	7.15	-0.25	7.12	-0.28	7.17	-0.23
Bassin_E	7.46	6.45	7.1	6.81	-0.30	6.75	-0.35	6.82	-0.28
Bassin_F	6.43	3.5	6	5.87	-0.13	5.80	-0.20	5.87	-0.13
Bassin_G	5.76	2.2	4.9	4.80	-0.11	5.25	0.35	5.28	0.38
Bassin_H	5.4	2.2	4.9	4.79	-0.11	5.26	0.36	5.28	0.38





2 – AVP Juillet 2012

Cahier technique Bassins et Canaux

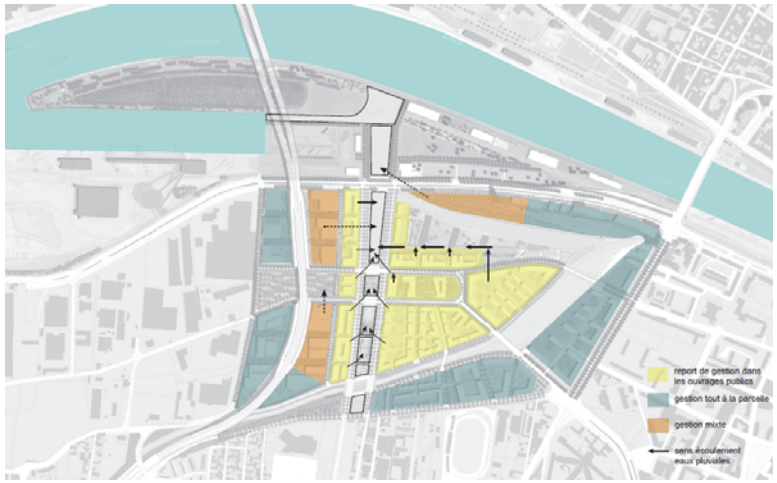
Construction du modèle

Fonctionnement des bassins en gestion mixte

Les deux scénarii de gestion mixte des eaux pluviales (gestion dans les bassins et gestion à la parcelle) des pages suivantes ont été testés en situation AVP et optimisation. Ils sont à comparer au scénario hydrologique de base, à savoir la gestion de la pluie centennale par les bassins.

Option 1: Gestion des eaux pluviales mixte

Pluie décennale gérée à la parcelle et pluie centennale orientée vers les bassins (ilots en orange).

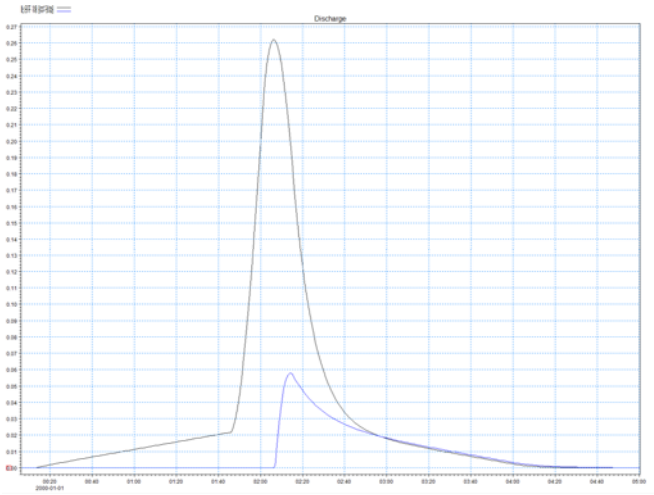


Dans ce scénario de gestion des eaux pluviales, il est considéré que la solution de gestion des eaux pluviales décennales (stockage, infiltration) à la parcelle est pleinement disponible.

L'impact d'une gestion mixte des ilots 4, 5 et 16 est limité. Ainsi, seul les bassins G et H sont impactés, et cela de façon minime (de l'ordre de quelques centimètres).

Différence induite par la gestion mixte n°1 par rapport à l'optimisation:

Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse [m]	Marée à -012 m NGF	marée à 4.12m NGF	marée à 5.33m NGF
Bassin_B	12.2	11.25	11.75	0.00	0.00	0.00
Bassin C1	10.35	8.6	9.1	0.00	0.00	0.00
Bassin C2	9.03	8.1	8.6	0.00	0.00	0.00
Bassin_D	7.85	6.9	7.4	0.00	0.00	0.00
Bassin_E	7.46	6.45	7.1	-0.02	-0.02	-0.02
Bassin_F	6.43	3.5	6	0.00	0.00	0.00
Bassin_G	5.76	2.2	4.9	-0.05	-0.04	-0.03
Bassin_H	5.4	2.2	4.9	-0.05	-0.03	0.00



En noir : Hydrogramme centennal issu de l'ilot 16 en gestion public
En bleu: Hydrogramme centennal issu de l'ilot 16 en gestion mixte

Hauteurs d'eau pour l'option de gestion mixte n°1 - AVP

			AVP	Gestion mixte					
				marée à -0.12m NGF		marée à 4.12m NGF		marée à 5.33m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	Delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin_B	12.2	11.25	11.75	11.68	-0.07	11.68	-0.07	11.68	-0.07
Bassin C1	10.35	8.6	9.1	9.14	0.04	9.14	0.04	9.14	0.04
Bassin C2	9.03	8.1	8.6	8.65	0.05	8.65	0.05	8.65	0.05
Bassin_D	7.85	6.9	7.4	7.50	0.10	7.50	0.10	7.51	0.11
Bassin_E	7.46	6.45	6.95	7.11	0.16	7.11	0.16	7.11	0.16
Bassin_F	6.43	3.5	6	6.05	0.05	6.05	0.05	6.05	0.05
Bassin_G	5.76	2.2	4.7	5.07	0.37	5.14	0.44	5.78	1.08
Bassin_H	5.4	2.2	4.7	4.77	0.06	4.79	0.09	5.37	0.67

Hauteurs d'eau pour l'option de gestion mixte n°1 - Optimisée

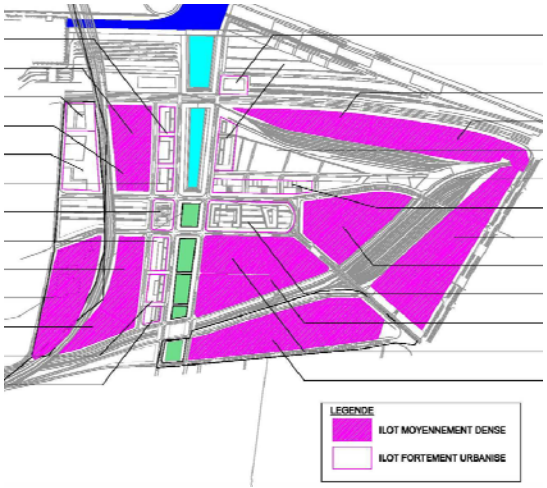
			Optimisation	Gestion mixte					
				marée à -0.12m NGF		marée à 4.12m NGF		marée à 5.33m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	Delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin_B	12.2	11.25	11.75	11.72	-0.03	11.72	-0.03	11.72	-0.03
Bassin C1	10.35	8.6	9.1	9.12	0.03	9.13	0.03	9.13	0.03
Bassin C2	9.03	8.1	8.6	8.62	0.02	8.62	0.02	8.62	0.02
Bassin_D	7.85	6.9	7.4	7.43	0.03	7.43	0.03	7.43	0.03
Bassin_E	7.46	6.45	7.1	7.14	0.04	7.14	0.04	7.14	0.04
Bassin_F	6.43	3.5	6	6.05	0.05	6.05	0.05	6.05	0.05
Bassin_G	5.76	2.2	4.9	4.85	-0.05	4.90	-0.01	5.63	0.73
Bassin_H	5.4	2.2	4.9	4.81	-0.09	4.86	-0.04	5.41	0.51

Fonctionnement des bassins en gestion mixte

Option 2: Gestion des eaux pluviales mixte

Pluie centennale gérée à la parcelle des ilots moyennement denses (ilots magenta).
Gestion de la pluie centennale des autres ilots dans les bassins

Ce scénario consiste à retirer des apports hydrologiques pour la pluie de projet centennale, les bassins moyennement denses de l'illustration ci dessous:



Ce scénario a un impact important sur les niveaux d'eau dans les bassins, à partir du bassin D. Cet impact est de l'ordre de la dizaine de centimètres. Toutefois, la nécessité d'optimiser le réseau de bassins F, G et H persiste.

Différence induite par la gestion mixte n°2 par rapport à l'optimisation:

Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse [m]	Marée à -012 m NGF	marée à 4.12m NGF	marée à 5.33m NGF
Bassin_B	12.2	11.25	11.75	0.00	0.00	0.00
Bassin C1	10.35	8.6	9.1	0.00	0.00	0.00
Bassin C2	9.03	8.1	8.6	0.00	0.00	0.00
Bassin_D	7.85	6.9	7.4	-0.28	-0.28	-0.28
Bassin_E	7.46	6.45	7.1	-0.23	-0.24	-0.24
Bassin_F	6.43	3.5	6	-0.04	-0.04	-0.04
Bassin_G	5.76	2.2	4.9	-0.22	-0.20	-0.12
Bassin_H	5.4	2.2	4.9	-0.21	-0.19	-0.01

Hauteurs d'eau pour l'option de gestion mixte n°2 - AVP

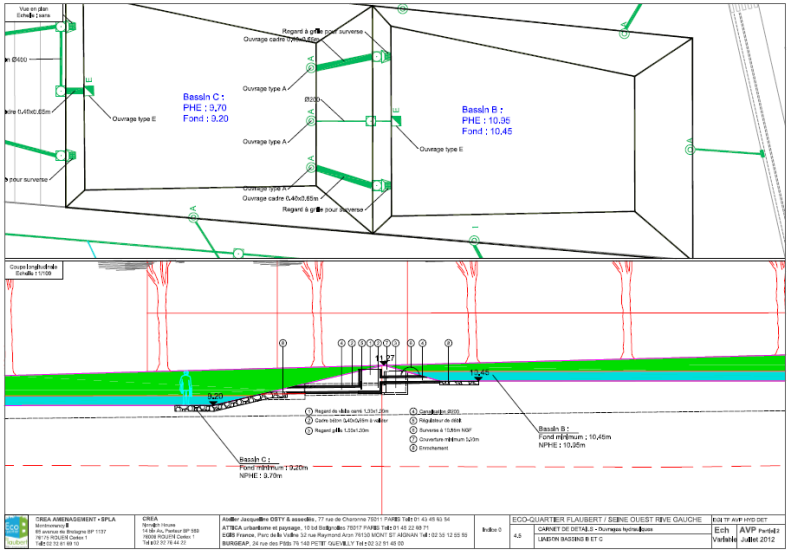
				Gestion mixte2					
			AVP	marée à -0.12m NGF		marée à 4.12m NGF		marée à 5.33m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin_B	12.2	11.25	11.75	11.68	-0.07	11.68	-0.07	11.68	-0.07
Bassin C1	10.35	8.6	9.1	9.14	0.04	9.14	0.04	9.14	0.04
Bassin C2	9.03	8.1	8.6	8.65	0.05	8.65	0.05	8.65	0.05
Bassin_D	7.85	6.9	7.4	7.41	0.01	7.41	0.01	7.41	0.01
Bassin_E	7.46	6.45	6.95	7.02	0.07	7.02	0.07	7.02	0.07
Bassin_F	6.43	3.5	6	5.99	-0.01	5.99	-0.01	5.99	-0.01
Bassin_G	5.76	2.2	4.7	4.82	0.12	4.83	0.13	5.67	0.97
Bassin_H	5.4	2.2	4.7	4.63	-0.07	4.67	-0.03	5.36	0.66

Hauteurs d'eau pour l'option de gestion mixte n°2 - Optimisée

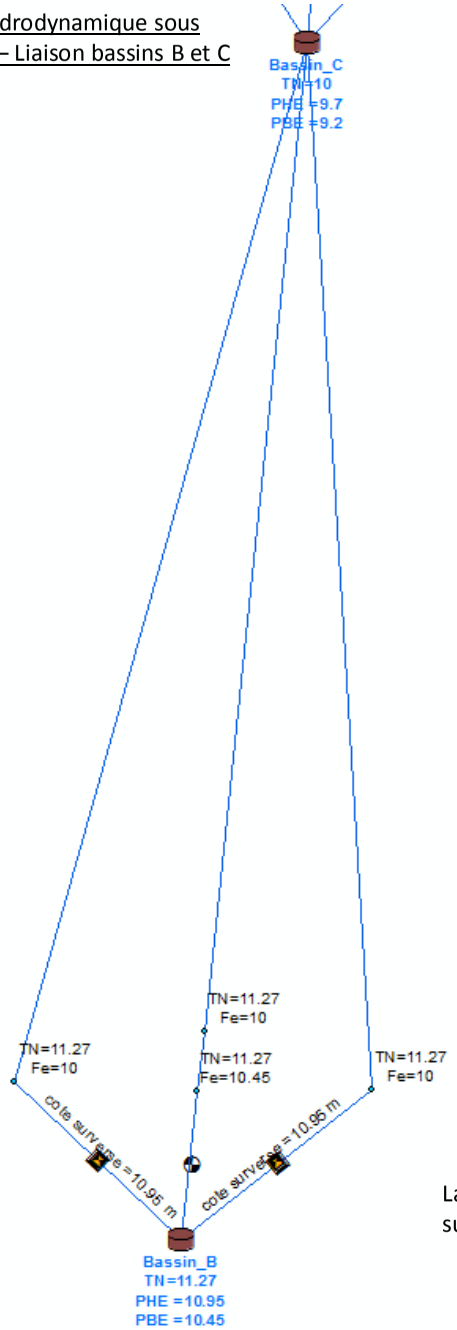
				Gestion mixte2					
			Optimisation	marée à -0.12m NGF		marée à 4.12m NGF		marée à 5.33m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin_B	12.2	11.25	11.75	11.72	-0.03	11.72	-0.03	11.72	-0.03
Bassin C1	10.35	8.6	9.1	9.13	0.03	9.13	0.03	9.13	0.03
Bassin C2	9.03	8.1	8.6	8.62	0.02	8.62	0.02	8.62	0.02
Bassin_D	7.85	6.9	7.4	7.16	-0.24	7.15	-0.25	7.15	-0.25
Bassin_E	7.46	6.45	7.1	6.93	-0.17	6.93	-0.17	6.93	-0.17
Bassin_F	6.43	3.5	6	6.01	0.01	6.01	0.01	6.01	0.01
Bassin_G	5.76	2.2	4.9	4.69	-0.21	4.73	-0.17	5.54	0.64
Bassin_H	5.4	2.2	4.9	4.65	-0.25	4.70	-0.20	5.40	0.50

Fonctionnement des bassins – AVP Juillet 2012

Liaison entre les bassins B et C – AVP Juillet 2012

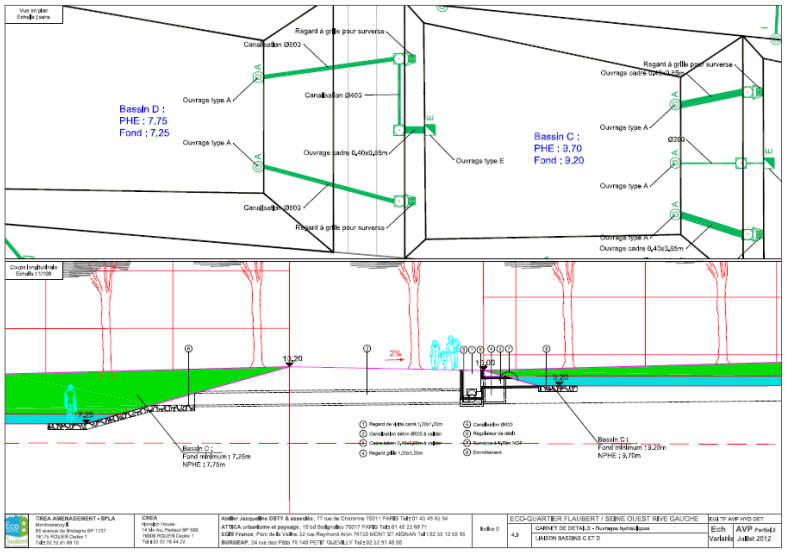


Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins B et C

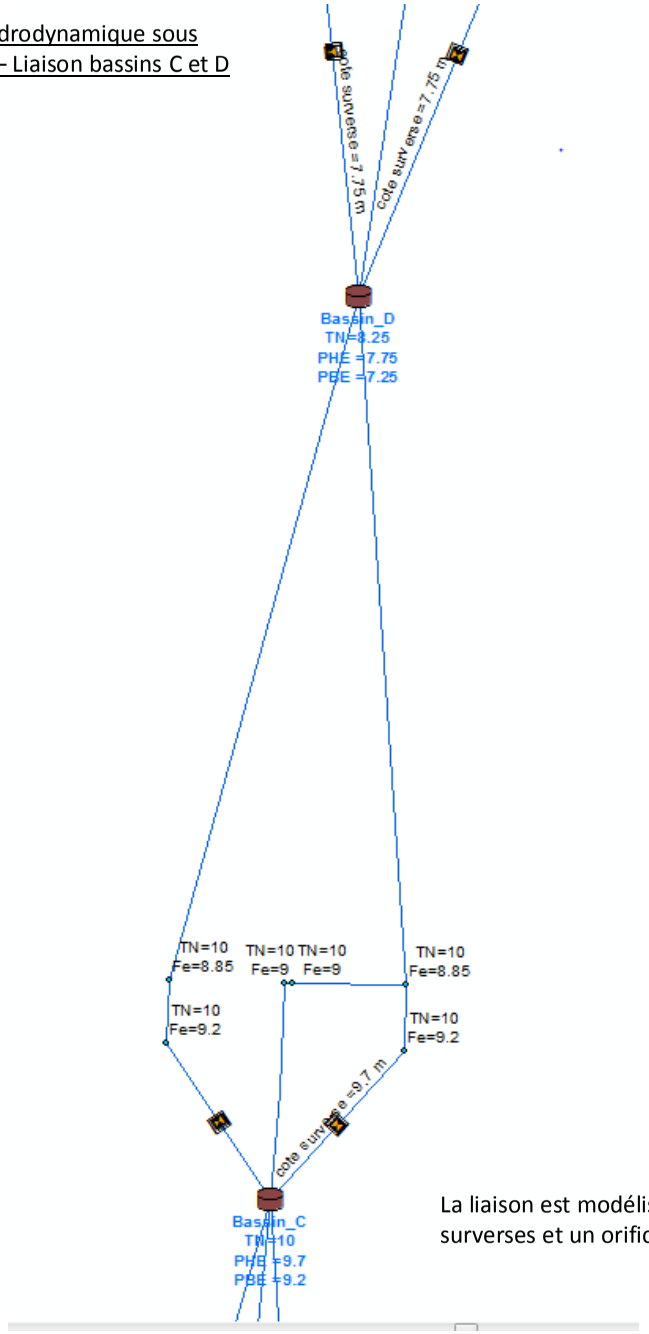


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins C et D – AVP Juillet 2012

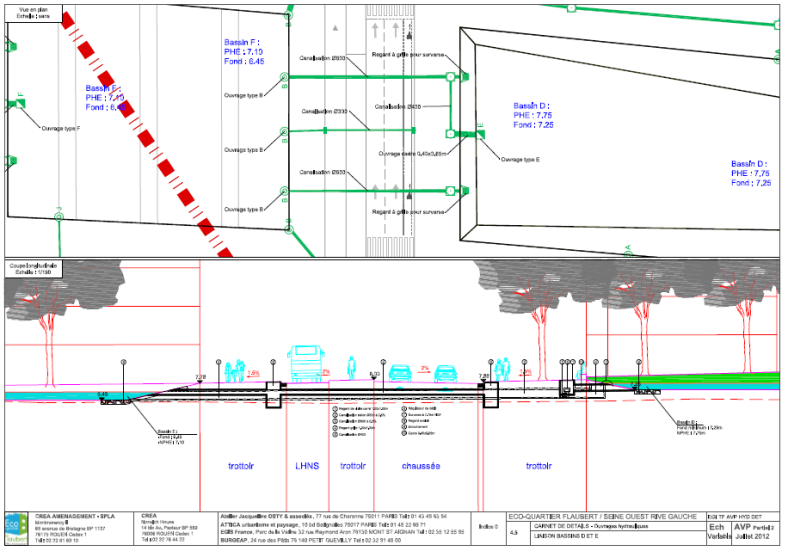


Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins C et D

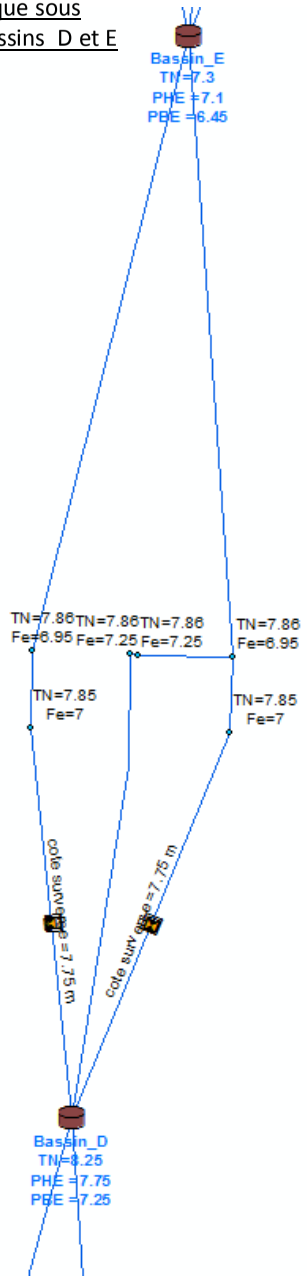


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins D et E – AVP Juillet 2012

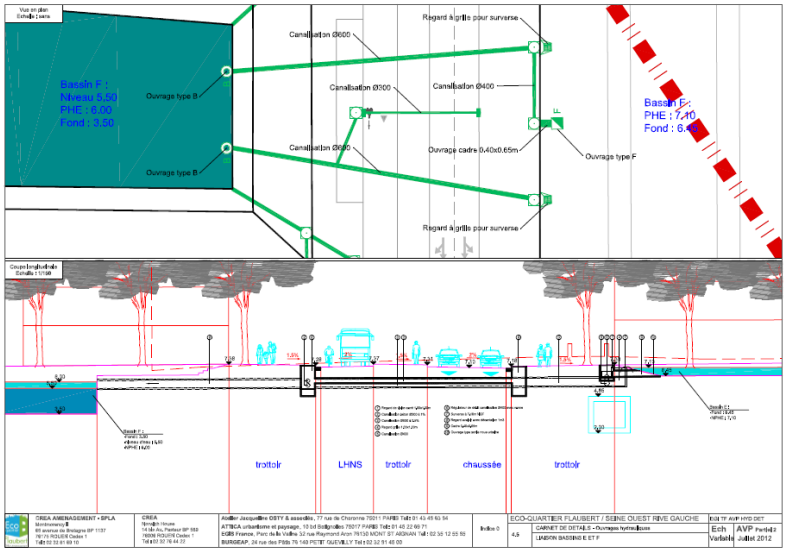


Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins D et E

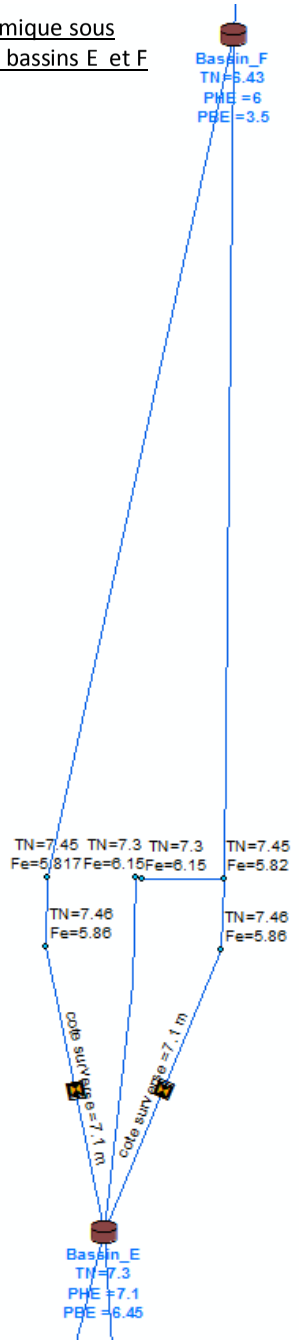


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins E et F – AVP Juillet 2012

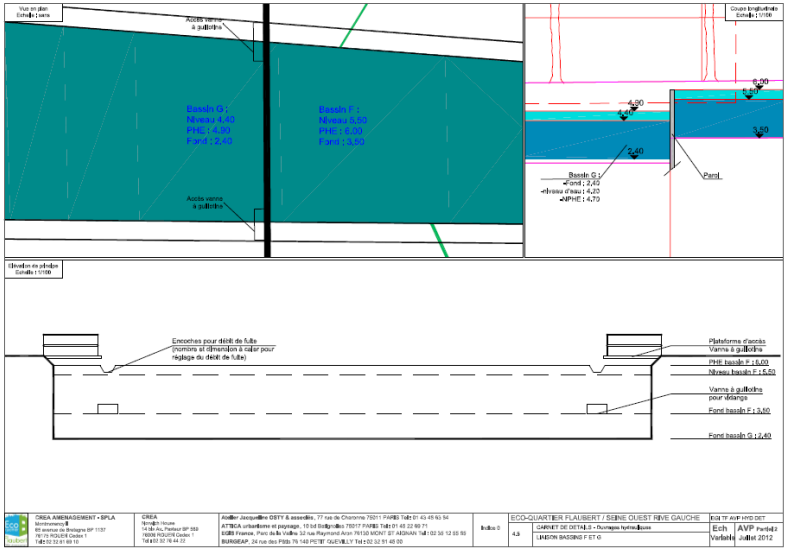


Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins E et F

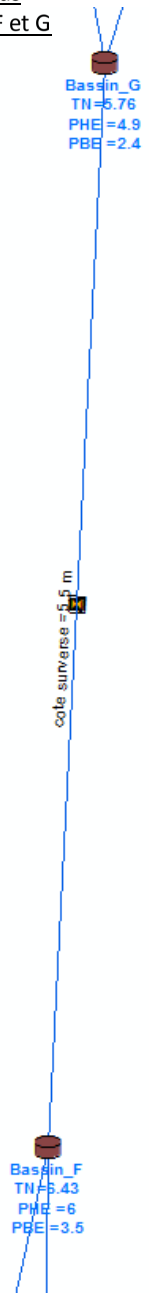


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins F et G – AVP Juillet 2012



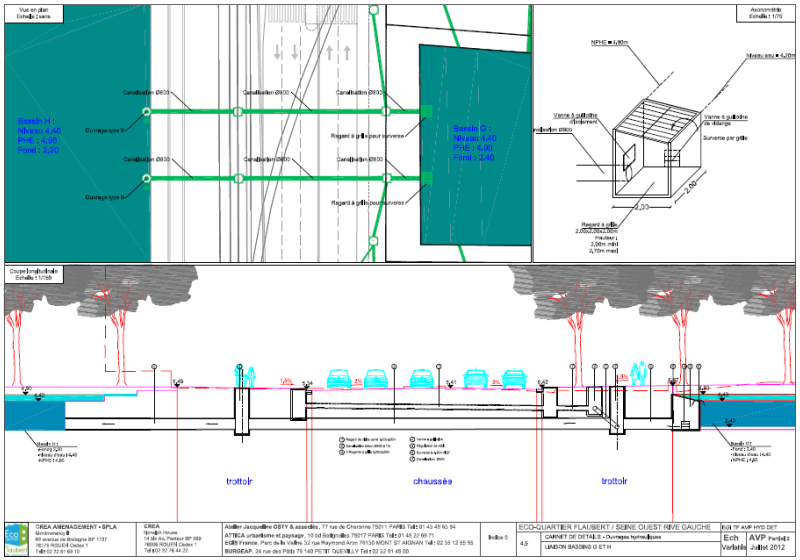
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins F et G



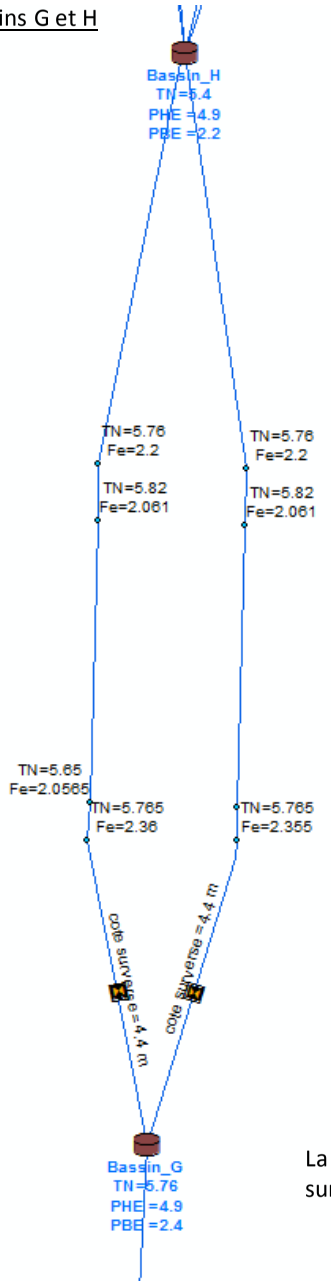
Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 5.50 m NGF

La liaison est modélisée par une surverse

Liaison entre les bassins G et H – AVP Juillet 2012



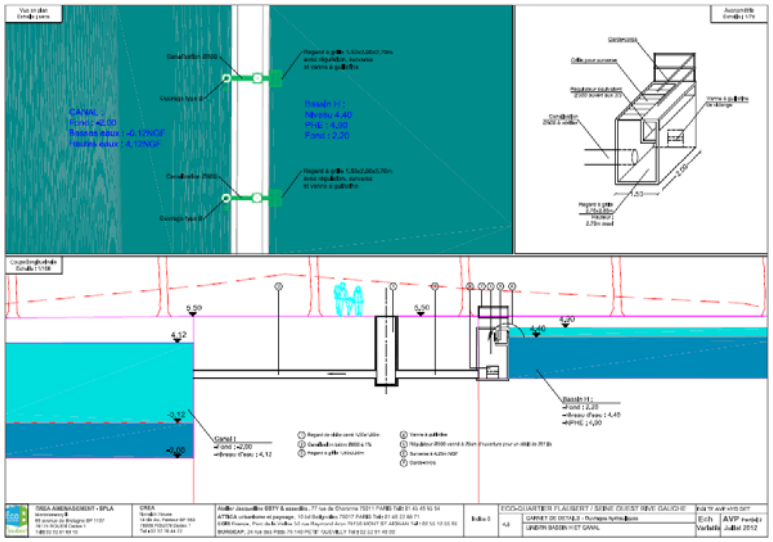
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins G et H



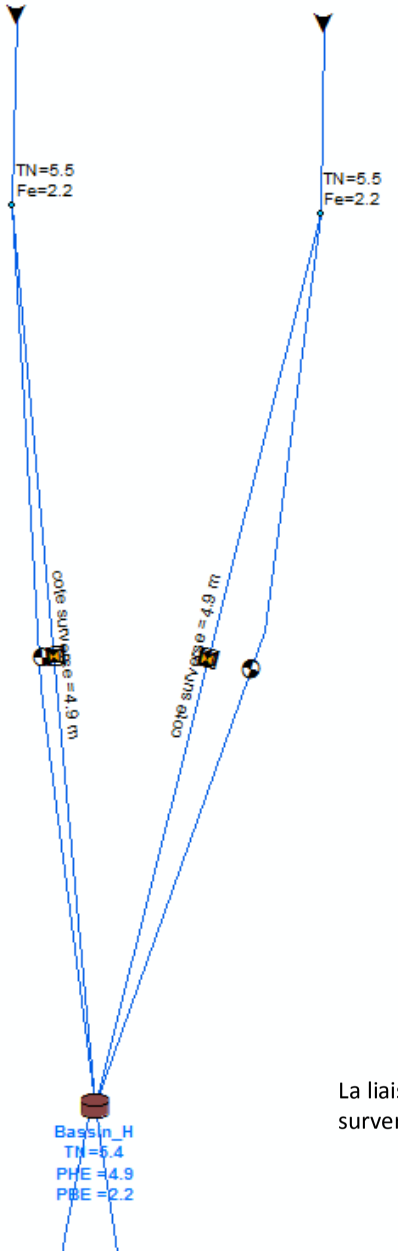
Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 4.40 m NGF

La liaison est modélisée par deux surverses

Liaison entre le bassin H et le canal de jonction – AVP Juillet 2012



Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN
- Vue de détail – Liaison bassins H et le canal exutoire



Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 4.40 m NGF

La liaison est modélisée par deux surverses et deux orifices de régulation

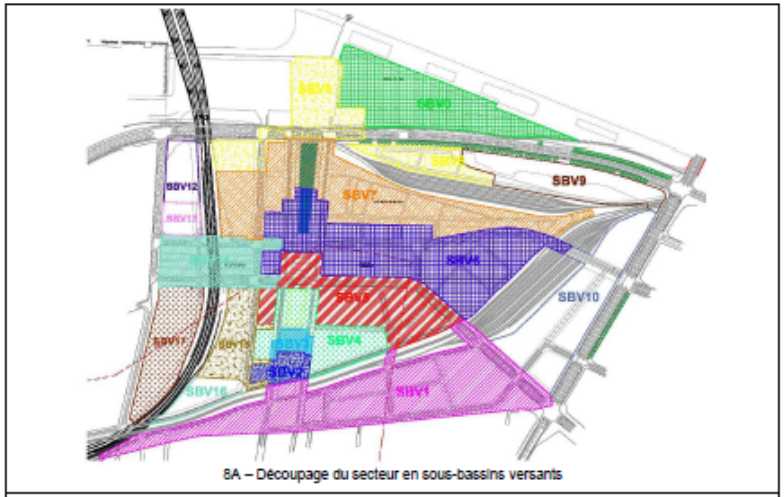
2 – AVP Juillet 2012

Cahier technique Bassins et Canaux

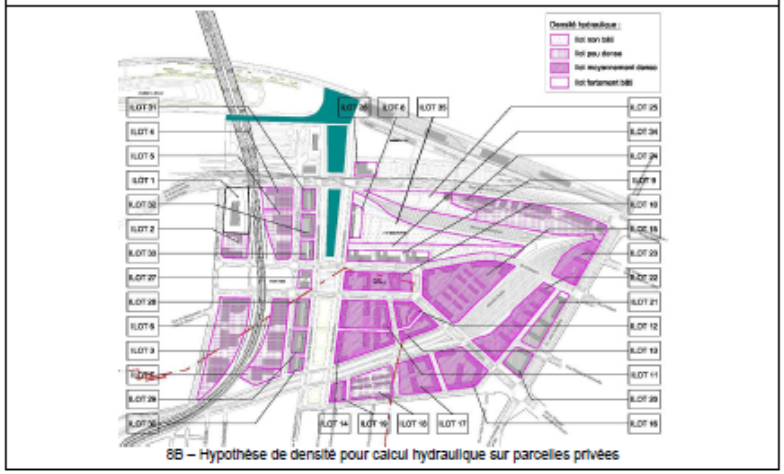
Hydrologie

Construction du modèle urbain - Hydrologie

Découpage en bassin versant : AVP 2012



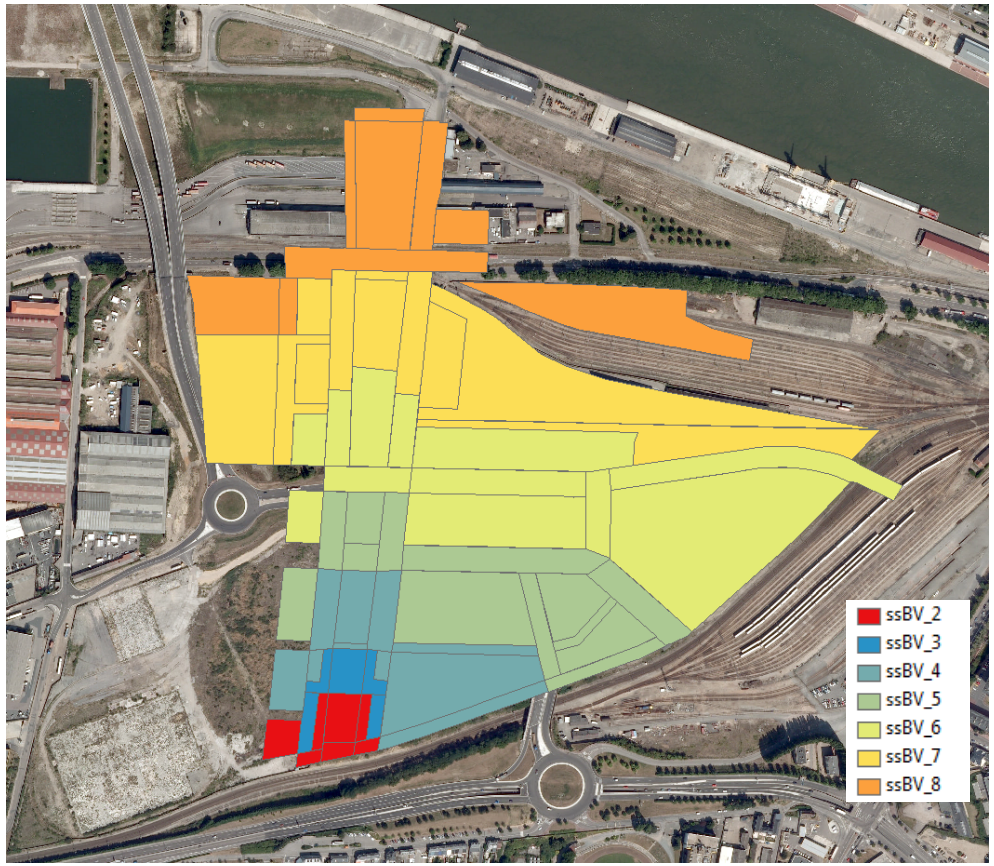
8A – Découpage du secteur en sous-bassins versants



8B – Hypothèse de densité pour calcul hydraulique sur parcelles privées

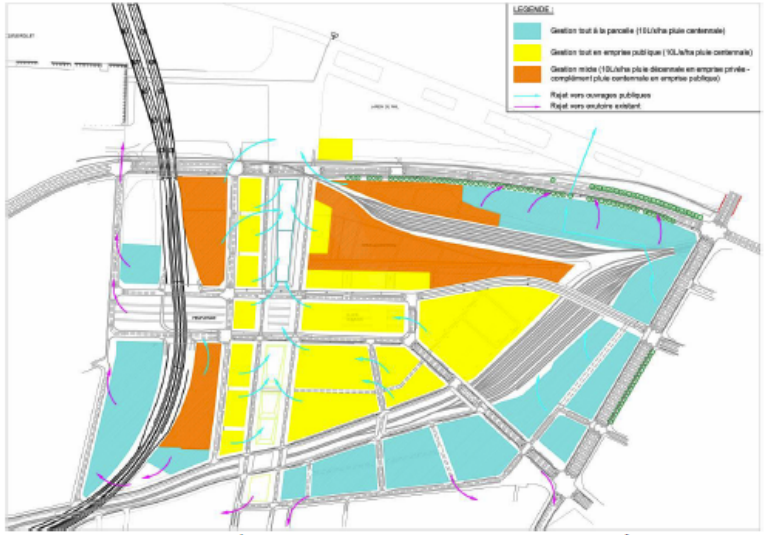
Les hypothèses hydrologiques sont entièrement reprises du document 4.1 Notice gestion des eaux pluviales.pdf

Intégration dans MIKE URBAN :



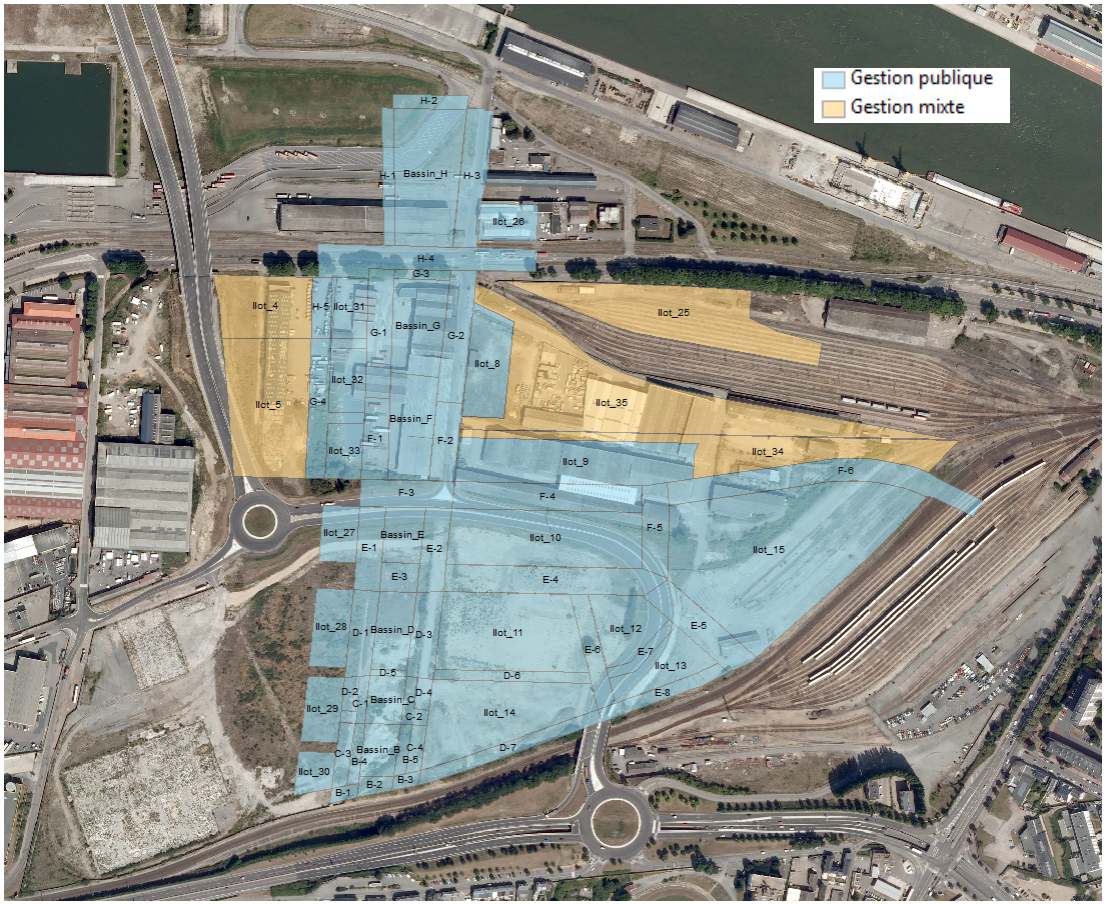
Construction du modèle urbain - Hydrologie

Gestion mixte des eaux pluviales: AVP 2012



1C – Plan de différenciation du mode de gestion des eaux pluviales des îlots

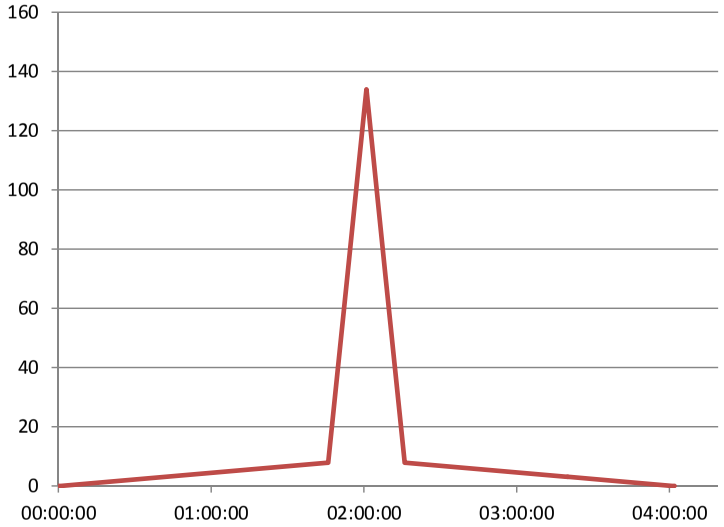
Intégration dans MIKE URBAN :



Modélisation d'une pluie de projet de période de retour 100 ans

Les coefficient de Montana utilisé sont de la station de Météo France de Rouen pour une période de retour 100 ans :
a = 20.712
b = -0.842

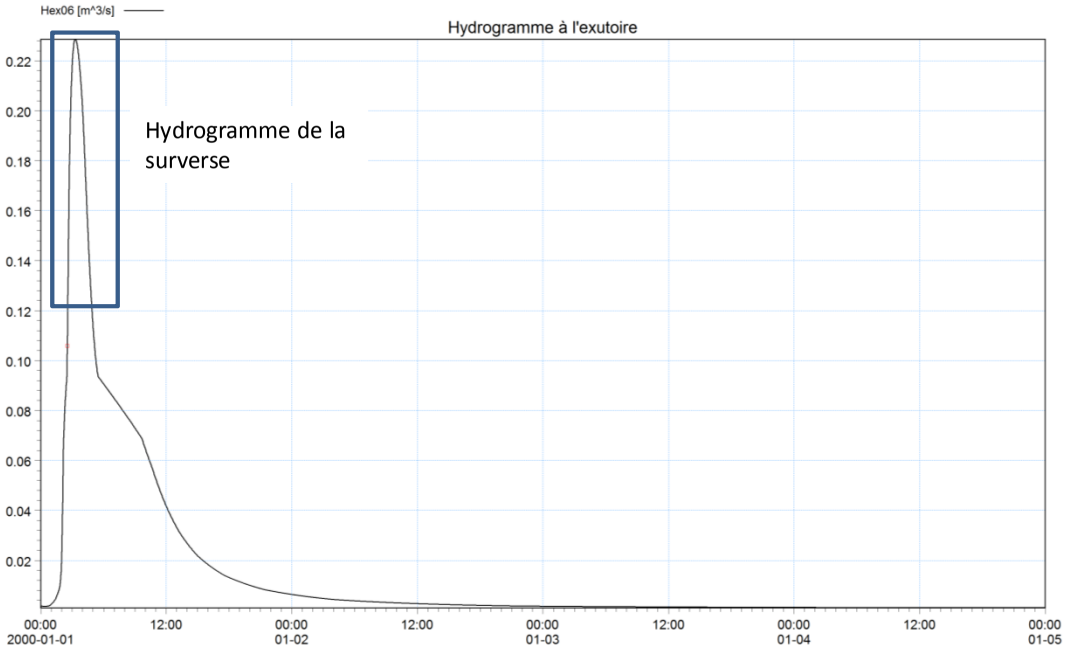
La pluie de projet est une pluie double triangle de durée totale 4 heures avec une durée de période intense de 30 minutes,



La hauteur totale précipitée est de 49,27 mm, la hauteur intense est de 35,58 mm,

Cette pluie de projet est à la fois pénalisante en volume et en débit.

Hydrogramme aux exutoires
Débit de pointe = 460 l/s (débit régulé à 156 l/s + débit de surverse)
pour un objectif de 240 l/s (24 ha régulés à 10l/s/ha)



Hydrogramme à l'un des deux exutoire

2 – AVP Juillet 2012

Cahier technique Bassins et Canaux

Résultats

Avec marée à 4.12 m NGF

La modélisation de la pluie projet de période de retour 100 ans et d'un niveau de marée à 4.12 m NGF ne montre pas de débordement pour la marée de projet :

Les bassins E et H passent en surverse pour la pluie projet 100 ans

Les bassins E, G et H dépassent leur cote PHE théoriques.

	PHE théoriques	PHE atteintes	Delta
Bassin_B	10.95	10.85	-0.10
Bassin C	9.7	9.46	-0.24
Bassin_D	7.75	7.70	-0.05
Bassin_E	7.1	7.19	0.09
Bassin_F	6	5.74	-0.26
Bassin_G	4.9	5.00	0.10
Bassin_H	4.9	4.98	0.08

Sans marée

En absence de marée, les cotes atteintes pour la période de retour centennale sont identiques aux cotes atteintes pour la marée de projet.

	PHE théoriques	PHE atteintes	Delta
Bassin_B	10.95	10.85	-0.10
Bassin C	9.7	9.46	-0.24
Bassin_D	7.75	7.70	-0.05
Bassin_E	7.1	7.19	0.09
Bassin_F	6	5.74	-0.26
Bassin_G	4.9	5.00	0.10
Bassin_H	4.9	4.98	0.08

Avec marée à 5.33 m NGF

Lorsque le niveau d'eau maximum de la Seine de 5.33 m NGF est pris en compte aux exutoires, on observe des débordements pour le bassin G pour la pluie de projet d'occurrence 100 ans.

	PHE théoriques	PHE atteintes	Delta
Bassin_B	10.95	10.85	-0.10
Bassin C	9.7	9.46	-0.24
Bassin_D	7.75	7.70	-0.05
Bassin_E	7.1	7.19	0.09
Bassin_F	6	5.74	-0.26
Bassin_G	4.9	5.60	0.70
Bassin_H	4.9	5.41	0.51

Conclusion

L'AVP de Juillet 2012 ne permet pas de respecter l'ensemble des conditions de dimensionnement, à savoir le respect du débit de de fuite de 240 l/s maximum (24 ha à 10l/s/ha).
De plus , il est possible d'optimisé les fonctionnements des bassins E, G et H.

On notera également que la ligne d'eau des bassin G et H fortement impactée par les niveau de marée > 4.40 m NGF.

Optimisation du fonctionnement des bassins

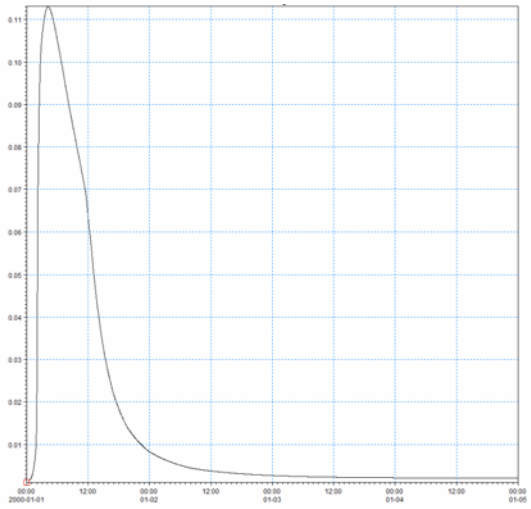
Proposition d'optimisation

Bassin G et H

- Pour permettre une régulation optimale, le **marnage dans le bassin H doit être de 70 cm**. La niveau de déversement dans se bassin doit donc être à 5.10 m NGF.
- Grande sensibilité au-delà : débordement pour un niveau à l'exutoire de 5.33 m concomitante avec la pluie projet 100 ans.

Comportement pour la crue de dimensionnement :

- Bon comportement global pour la marée de projet;
- Niveau d'eau dans les bassins optimisé excepté pour les bassins E, G et H
- Débit de fuite du système = à l'objectif (10 l/s/Ha)



Comportement lors de forte marée:

- Ligne d'eau des bassin G et H fortement impactée par les niveau de marée > 4.40 m NGF

	Pluie 100 ans			marée à -0.12 m NGF		marée à 4.12 m NGF		marée à 5.33 m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin B	11.27	10.45	10.95	10.85	-0.10	10.85	-0.10	10.85	-0.10
Bassin C	10	9.2	9.7	9.46	-0.24	9.46	-0.24	9.46	-0.24
Bassin D	7.85	7.25	7.75	7.70	-0.05	7.70	-0.05	7.70	-0.05
Bassin E	7.3	6.45	7.1	7.19	0.09	7.19	0.09	7.19	0.09
Bassin F	6.43	5.5	6	5.74	-0.26	5.74	-0.26	5.74	-0.26
Bassin G	5.57	4.4	5.1	5.07	-0.03	5.07	-0.03	5.58	0.51
Bassin H	5.4	4.4	5.1	5.06	-0.04	5.06	-0.04	5.41	0.31

	Pluie 100 ans			2003		2002		1995	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	H max	delta H	H max	delta H	H max	delta H
Bassin B	11.27	10.45	10.95	10.65	-0.30	10.59	-0.36	10.63	-0.32
Bassin C	10	9.2	9.7	9.37	-0.33	9.32	-0.38	9.35	-0.35
Bassin D	7.85	7.25	7.75	7.50	-0.25	7.46	-0.29	7.51	-0.24
Bassin E	7.3	6.45	7.1	6.81	-0.29	6.74	-0.36	6.79	-1.47
Bassin F	6.43	5.5	6	5.64	-0.36	5.59	-0.41	5.63	-0.71
Bassin G	5.57	4.4	5.1	4.92	0.02	5.31	0.41	5.29	0.39
Bassin H	5.4	4.4	5.1	4.92	0.02	5.31	0.41	5.29	0.39

2 – AVP Juillet 2012

Cahier technique Bassins et Canaux

Bassins de la Peupleraie

Bassin de la Peupleraie

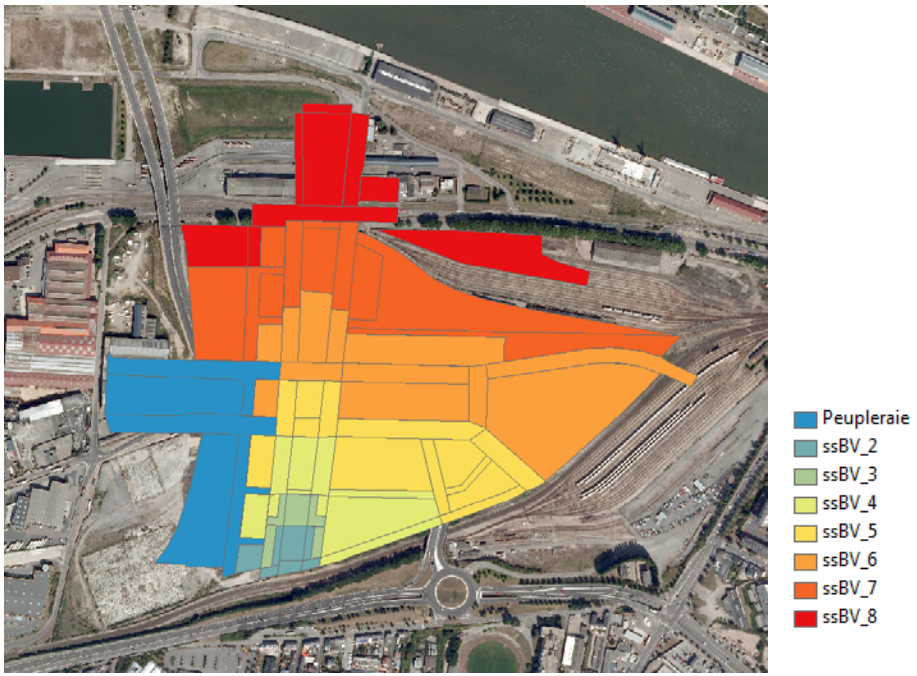
Le principe de fonctionnement de cet aménagement est une emprise végétalisée de grande superficie et de faible pente.
Les hauteurs d'eau au centre de la zone seront de l'ordre de 20 à 30 cm pour favoriser la décantation.
Le débit de sortie maximum pour une pluie centennale est fixé à 44l/s.

La zone raccordée à ce bassin est composée de :

- J-1, 2, 3 et 4
- Ilot 6

Ainsi, les eaux pluviales de 4,4 hectares sont gérées par cet aménagement.

Cet ouvrage a pour exutoire le réseau de la rue Bourbaki.



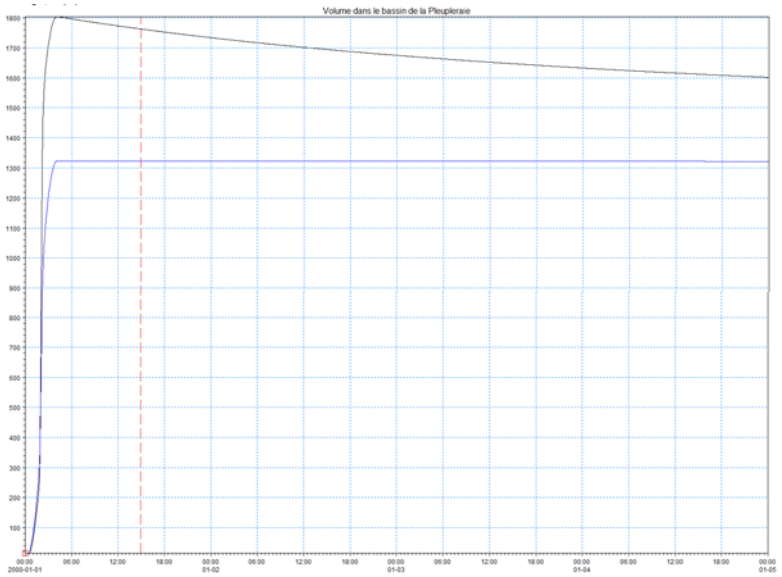
Dimensionnement du bassin de la Peupleraie

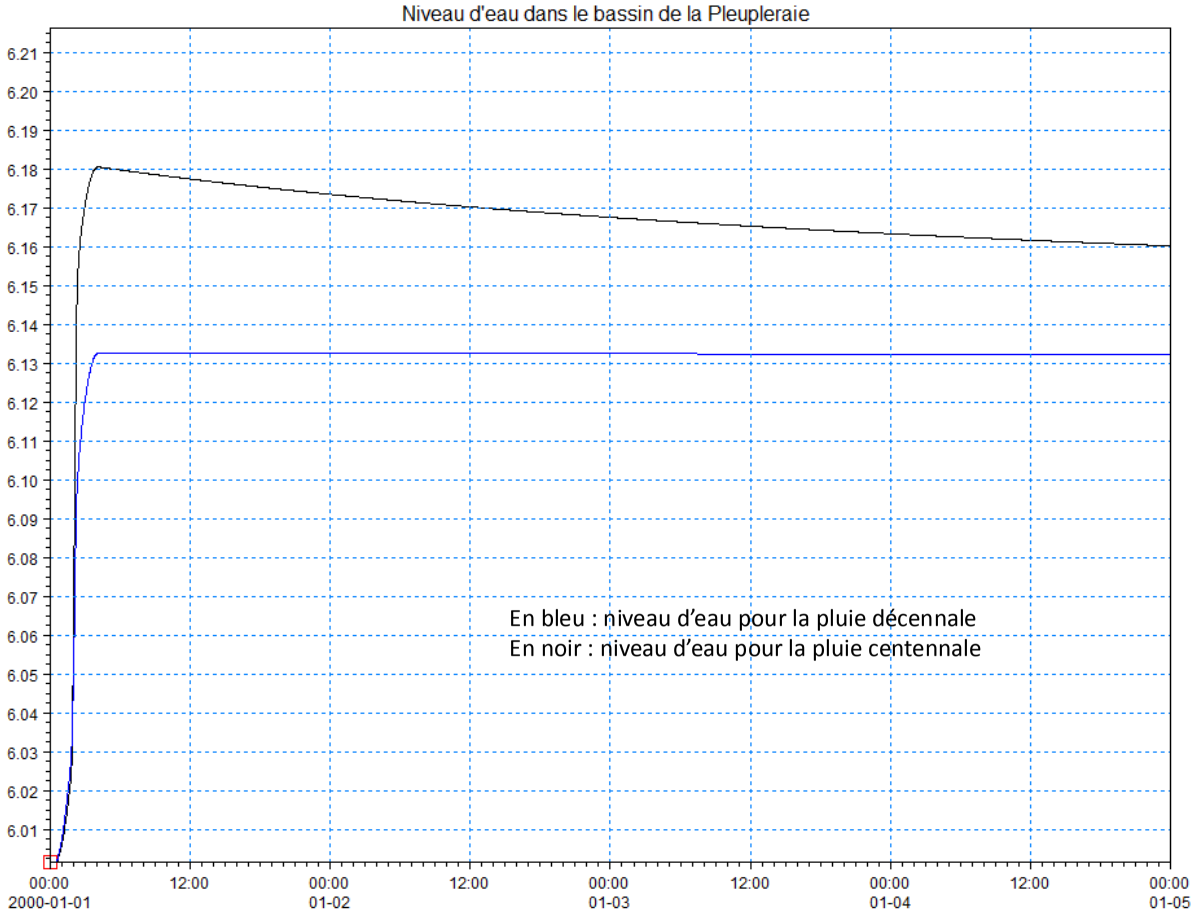
L'ouvrage devra permettre de stocker sans rejet , une pluie décennale.

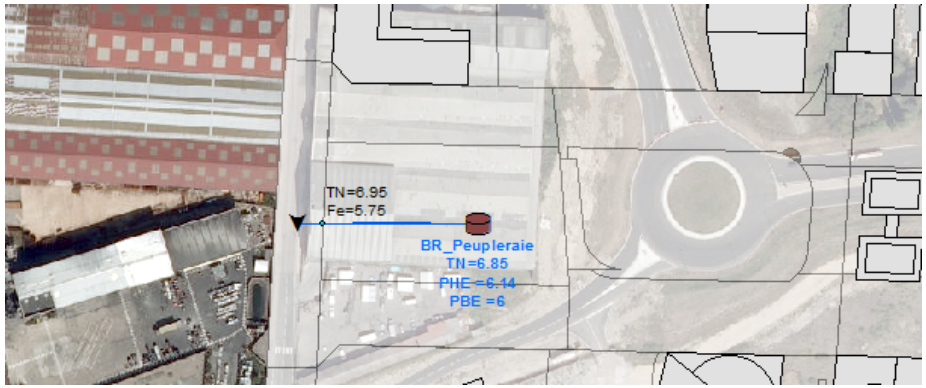
Pour une superficie de 10 000 m², le marnage nécessaire pour stocker la pluie décennale est de 13 cm pour un volume de 1324 m3.

Le volume à stocker pour la pluie centennale est d'environ 1800m3, soit 18 cm.

La conduite de sortie du bassin pourra être placée à 13 cm au dessus du fond du bassin afin de gérer les pluies inférieures à la décennale. A noter que le débit de fuite atteint dans cette configuration est inférieur à de 2l/s avec un émissaire de diamètre 300mm.







3 – Qualité des eaux

Cahier technique Bassins et Canaux

Gestion des sédiments

Une estimation des volumes de sédimentation a été réalisée par approche modélisatrice. La modélisation concerne :

- Le lessivage des sols ;
- Le transport sédimentaire ;
- La sédimentation dans les bassins.

Trois années de pluies réelles ont permis d'estimer les volumes sédimentés dans les bassins F G et H.

Le lessivage des sols comprend 2 phénomènes :

- L'accumulation des sédiments sur le bassin versant (toiture, voirie, fossés…). ;
- Le lessivage des sols .

Deux fractions de sédiments classiques ont été modélisées (sur la base des éléments bibliographiques) :

- 60 % des sédiments sont des sédiments fins ayant pour diamètre moyen 0.1 mm (d_{50});
- 40 % des sédiments sont des sédiments plus grossiers ayant pour diamètre moyen 1 mm (d_{50});

La sédimentation dans les bassins dépend de :

- la vitesse de sédimentation des particules ;
- le débit transitant dans le bassin ;
- la surface du bassin ;
- la performance du bassin.

La performance des bassins est un paramètre empirique. Il a été retenu une efficacité moyenne.

Bassin	Moyenne sur 3 ans	[Min-Max]
F	39000 kg	[34200 kg - 44970 kg]
G	20000 kg	[17500 kg – 23000 kg]
H	14500 kg	[12700 kg – 16800 kg]

Masse de matériaux sédimentés annuellement dans les bassins

Bassin	Moyenne sur 3 ans	[Min-Max]
F (S = 2500 m²)	2.5 cm	[2.2 cm – 2.8 cm]
G (S = 2980 m²)	1 cm	[0.9 cm – 1.2 cm]
H (S = 6630 m²)	0.3 cm	[0.3 cm – 0.4 cm]

Profondeur de sédiment annuelle moyenne dans les bassins

Conclusions :

- Les incertitudes liées au calcul est fort ;
- Cependant les estimations montrent que sur une typologie urbaine, les flux de MES sont globalement peu élevés ;
- Des mesures de traitement délocalisés (noues urbaines, …) peuvent abattre jusqu'à 60 % les flux de sédiment fins vers les bassins.
- Il est par ailleurs préconisé la mise en place de dispositifs de rétention des macro déchets.

Gestion des macro déchets

En assainissement urbain les macro déchets sont difficiles à quantifier.

La logique est alors une logique de prévention à priori plus qu'un dimensionnement.

La trame bleu étant un aménagement de qualité, il est important d'en préserver sa qualité visuelle en minimisant son exploitation.

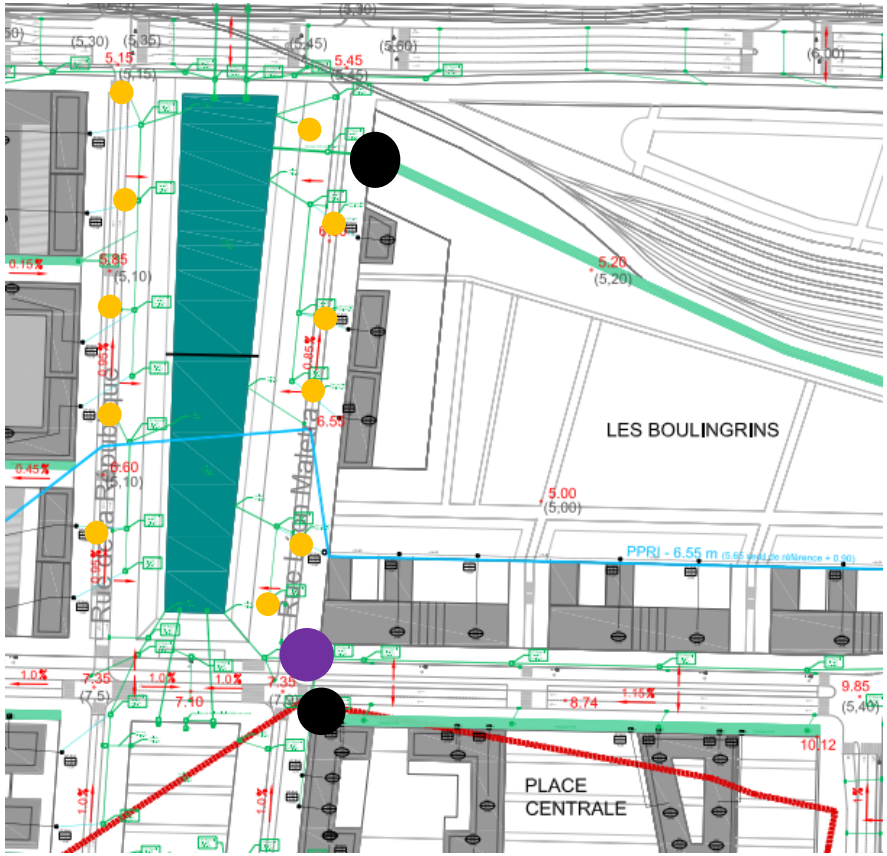
Il est conseillé de mettre en œuvre des dispositifs spéciaux de décantation aux nœuds stratégiques du réseau d'assainissement alimentant les bassins toujours en eau. Ces dispositifs peuvent être :

- un cloisonnement siphoïde ;
- des avaloirs à décantation ;
- Des ouvrages spéciaux (décantation tangentielle).

Les systèmes de cloisonnement siphoïde pourront être mis à l'extrémité des noues urbaines et paysagères. ●

Les avaloirs à décantation pourront équiper le réseau d'assainissement des petites surfaces drainées directement dans les bassins. ●

Des dispositifs spéciaux pourront être mis en place sur les collecteurs principaux. ●



Renouvellement d'eau

Le renouvellement d'eau dans les bassins toujours en eau dépend :

- De la géométrie (volumétrie) des bassins ;
- Des apports
- Des sorties (débit de fuite, évaporation).

L'estimation la durée totale de renouvellement des eaux est effectuée par modélisation des 3 années de pluie réelle correspondant à une climatologie moyenne sur la zone d'étude. Le calcul a été réalisé sur les bassins F et G (le bassin H en communication avec la Seine ne pouvant faire l'objet de cette estimation). L'ensemble des apports est pris en considération dans la modélisation.

La volumétrie du bassin est une fonction de la hauteur totale d'eau comprenant :

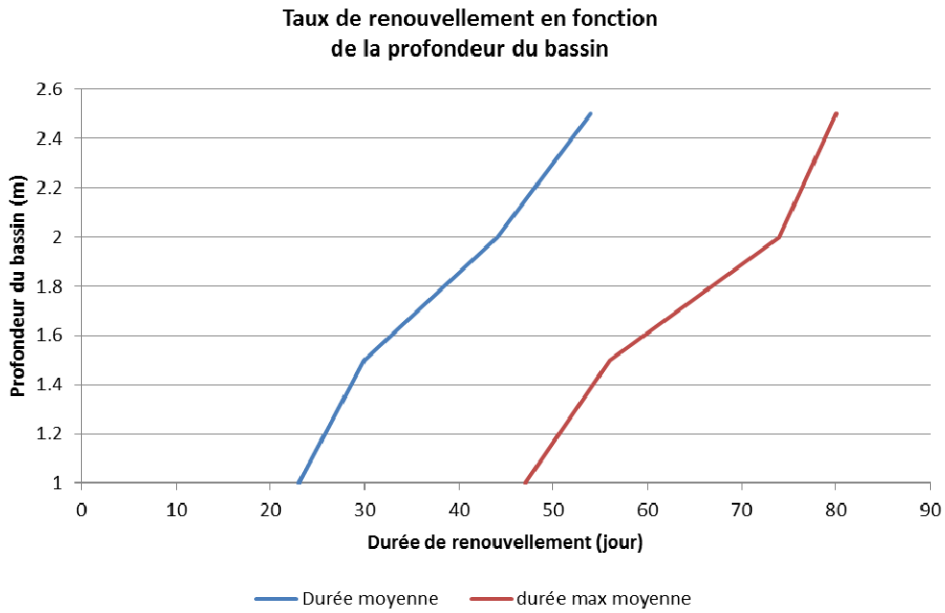
- La lame d'eau fixe ;
- La hauteur de marnage.

Quatre hauteurs totales ont été testées :

- 1 mètre ;
- 1,5 mètre ;
- 2 mètres ;
- 2,5 mètres ;

Les résultats sont :

- La durée moyenne de renouvellement ;
- La durée maximum de renouvellement.



Taux de renouvellement en fonction de la profondeur des bassins

Conclusions :

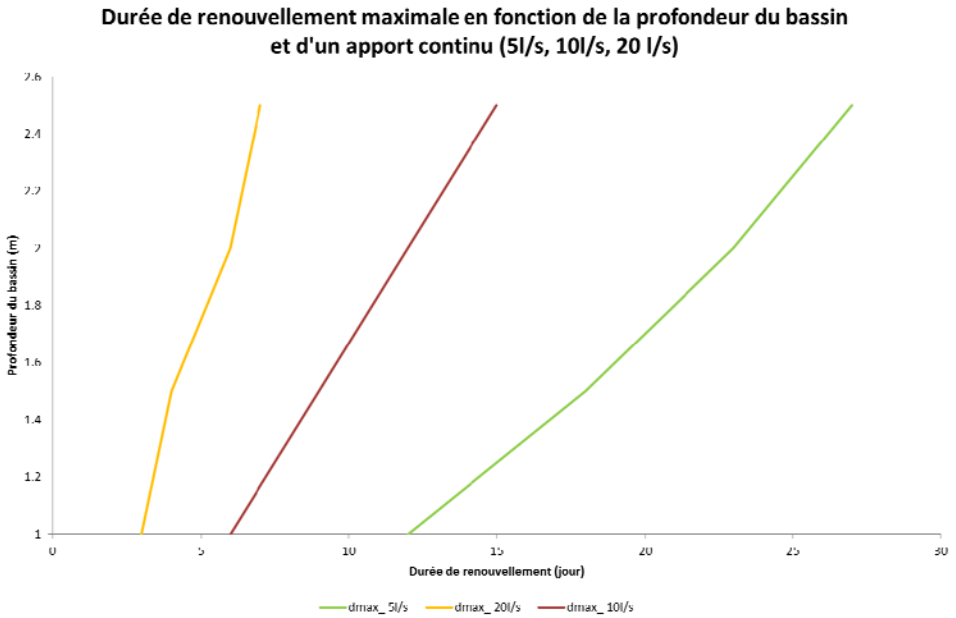
- Les durées de renouvellement des bassins augmentent en fonction de la hauteur total des bassins ;
- Les durées de renouvellement des bassins sont élevées en regard du risque d'eutrophisation.

La hauteur d'eau des bassins devra être minimisée pour réduire les temps de séjours.

Renouvellement d'eau

La diminution des temps de séjour peut passer par un apport d'eau exogène. Trois tests on été réalisés :

- Un apport de 5 l/s ;
- Un apport de 10 l/s ;
- Un apport de 20 l/s.



Impact d'un apport d'eau en fonction de la profondeur des bassins

Conclusions :

- Les durées de renouvellement d'eau sont très sensibles à un apport d'eau exogène (dès 5 l/s)
- Plus l'apport extérieur est important moins la sensibilité à la hauteur d'eau est forte .

Une mesure d'apport d'eau extérieure peut être une solution efficace pour réduire le risque d'eutrophisation.

Qualité écologique des bassins

L'objectif est d'obtenir et de garder une bonne qualité des eaux pour permettre le bon développement de la flore et piscicole. Le premier risque est le risque d'eutrophisation. Il dépend :

- des nutriments apportés ;
- de la température ;
- de l'oxygénation.

Dans un contexte urbain, les éléments traces métalliques et les hydrocarbures sont présents dans les eaux de ruissellement.

Les nutriments :

- Sur le site de l'éco quartier, en situation urbaine, les sources d'azote et leur transport vers les bassins toujours en eau seront réduites.

- Les sources de phosphore sont liées aux pollutions domestiques et l'apport en phosphore est essentiellement dû à la défaillance des réseaux d'assainissement. Le dimensionnement de l'assainissement sur le secteur de l'éco quartier devra impérativement être séparatif. Les ouvrages spéciaux du type déversoir d'orage ou trop plein de station de refoulement / relèvement vers les bassins toujours en eau devront être proscrits.

- Le risque d'apport de nutriment en provenance de la Seine est limité.

Le risque d'eutrophisation est minimisé par les apports de nutriments.

La température et l'oxygénation

Les deux paramètres sont liés. Ils dépendent de la conception des bassins.

Les éléments généralement retenus pour garantir une oxygénation suffisante et des températures compatibles avec la bonne qualité physico chimique des eaux sont :

- La profondeur minimale de 1,50 m est généralement admise ;
- Une profondeur supérieure à la valeur seuil de 1,50 m est souhaitable ;
- Une stratification verticale est souhaitable pour aménager des zones de refuge ;
- L'oxygénation peut être améliorée par la mise en œuvre de plantes oxygénantes.

Peu de retour d'expérience existe en la matière. Les conclusions sont par ailleurs parfois contradictoires. Nous conseillons cependant la mise en place de berges végétalisées sur la trame bleue.

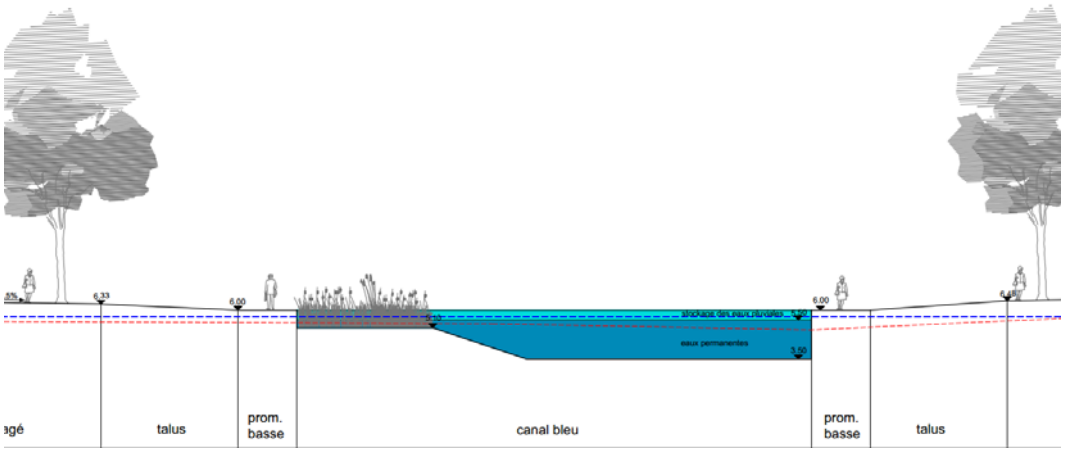
Qualité écologique des bassins

Aucun dimensionnement a priori ne peut garantir le bon fonctionnement écologique des bassins. L'impact de la profondeur d'eau sur la qualité des eaux est contradictoire: un renouvellement des eaux est plus efficace pour de faible hauteur d'eau, mais une profondeur supérieur à 1,5 m est conseillée. C'est pourquoi il est proposé:

- La mise en place d'un système de mesure des paramètres de qualité de l'eau des bassins. Les paramètres suivants nous semblent nécessaires : oxygène dissous (mesure par procédé optique), température (nécessaire pour l'étalonnage de la mesure d'oxygène dissous), niveau et conductivité ;
- Un monitoring du paramètre oxygène dissous asservissant le déclenchement d'un pompage sur une consigne de gestion (5 mg/l étant l'objectif) ;
- Un système de pompage en Seine (ou dans le canal de jonction) permettant l'apport d'eau de renouvellement en tête de bassin F et H.

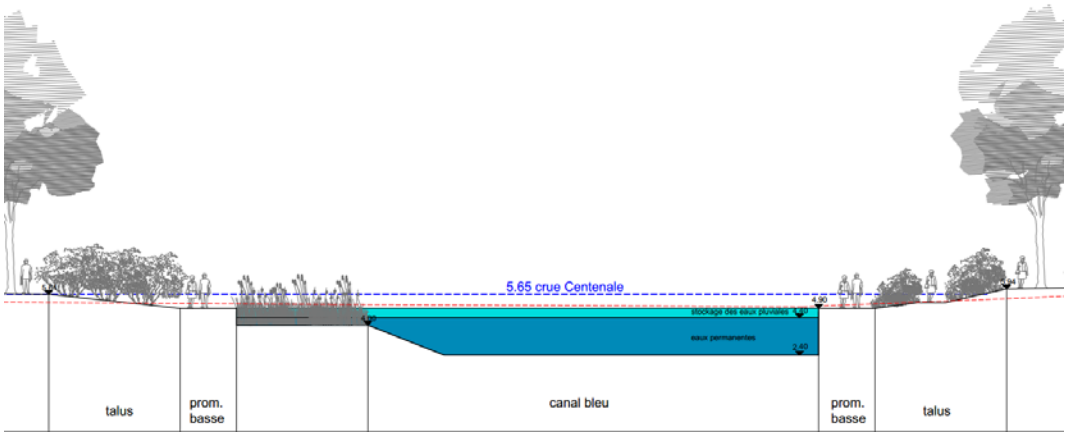
Les bassins présentent une hauteur d'eau de 2.5 m à 2.30 m dans l'AVP d'avril 2015. Ces hauteurs d'eau sont un bon compromis pour permettre une bonne qualité des eaux, couplé à un système de pompage permettant un renouvellement de l'eau à partir du bassin F.

Schéma de principe des bassins F



Coupe

Schéma de principe des bassins G



Coupe

Qualité écologique des bassins

Les espèces ont été déterminées sur la base des éléments bibliographiques.

La profondeur d'eau permanente est le paramètre contrôlant la diversité et le cortège floristique à mettre en œuvre.

- Nous conseillons la mise en place d'une berge végétalisée sous une faible lame d'eau permanente (20 cm au maximum). La diversité floristique sera plus importante.
- Nous conseillons la « végétalisation volontaire » et non la « végétalisation naturelle ».
- Nous conseillons de ne pas implanter d'espèces connues pour former des peuplements mono spécifiques (*Phragmites australis, Typha latifolia).*
- Nous conseillons la mise en place de plantes indigènes.

Le conservatoire botanique national de Bailleul pourrait être associé pour le choix des espèces.

Jonc des chaisiers (*Scirpus lacustris*)
Glycérie aquatique (*Glyceria aquatica Holmberg*)
Joncs (*Juncus glaucus, juncus effusus*)
Iris Pseudacore (*Iris pseudacorus*)
Iris fétide (*Iris foetidissima*)
Iris versicolore (*Iris versicolor*)
Baldengère (*Phalaris arundinacea*)
Scirpe des marais (*Scirpus lacustris*)
Lysimaque (*Lysimachia vulgaris*)
Salicaire (*Lythrum salicardia*)
Butome ou jonc fleuro (*Butomus umbellatus*)
Reine des prés (*Filipendula ulmaria*)
L'ail de l'ours (*Allium ursinum*)
Angélique (*Engelica archangekica*)
Chanvrine (*Eupatorium cannabinum*)
Menthe (*Mentha aquatica*)
Faux arum d'eau (*Calla palustris*)
Plantain d'eau (*Alisma plantago aquatica*)
Le trèfle d'eau (*Menyanthes trifolia*)
Myosotis des marais (*Myosotis palustris*)
Prêle (*Equisetum palustre*)

Espèces potentielles

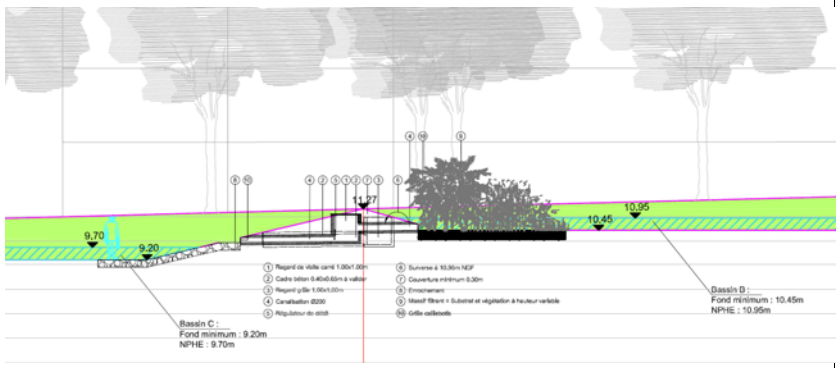
4 – AVP Mars 2014

Cahier technique Bassins et Canaux

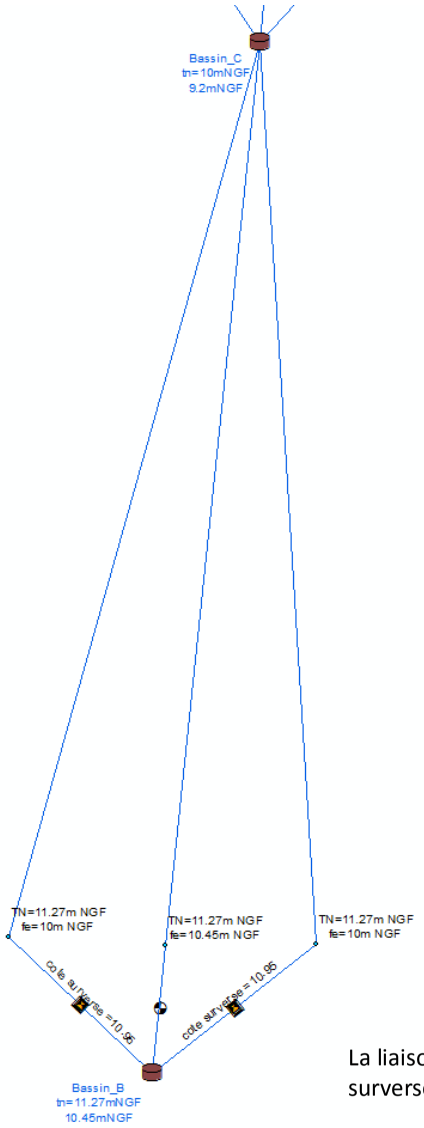
Construction du modèle

Fonctionnement des bassins – AVP Mars 2014

Liaison entre les bassins B et C – AVP mars 2014

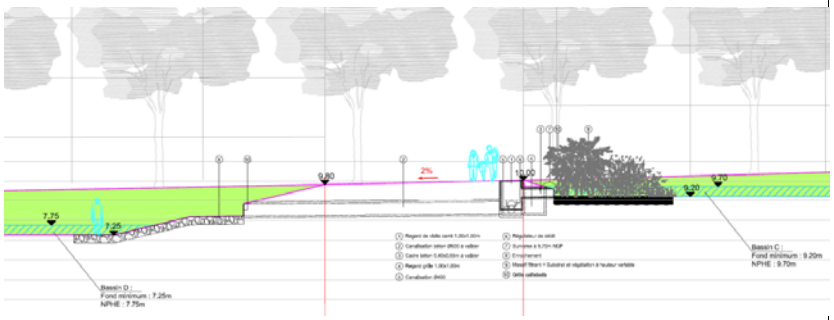


Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins B et C

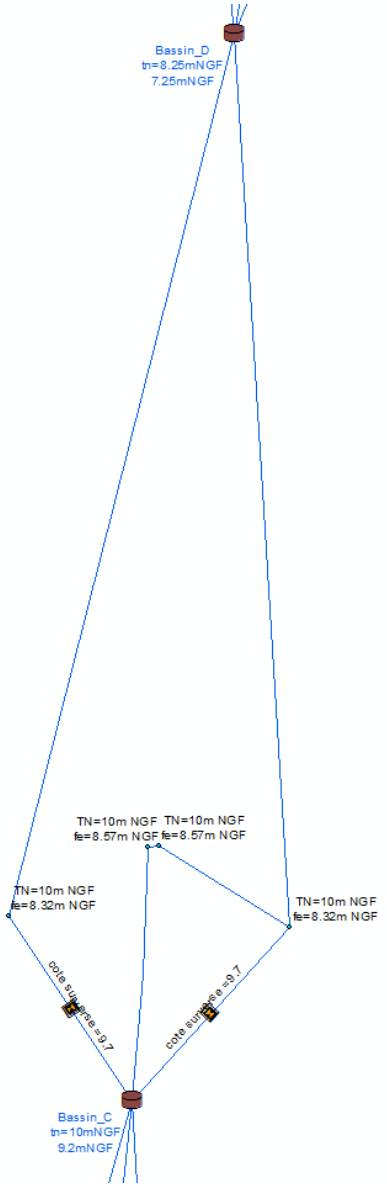


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins C et D – AVP Mars 2014

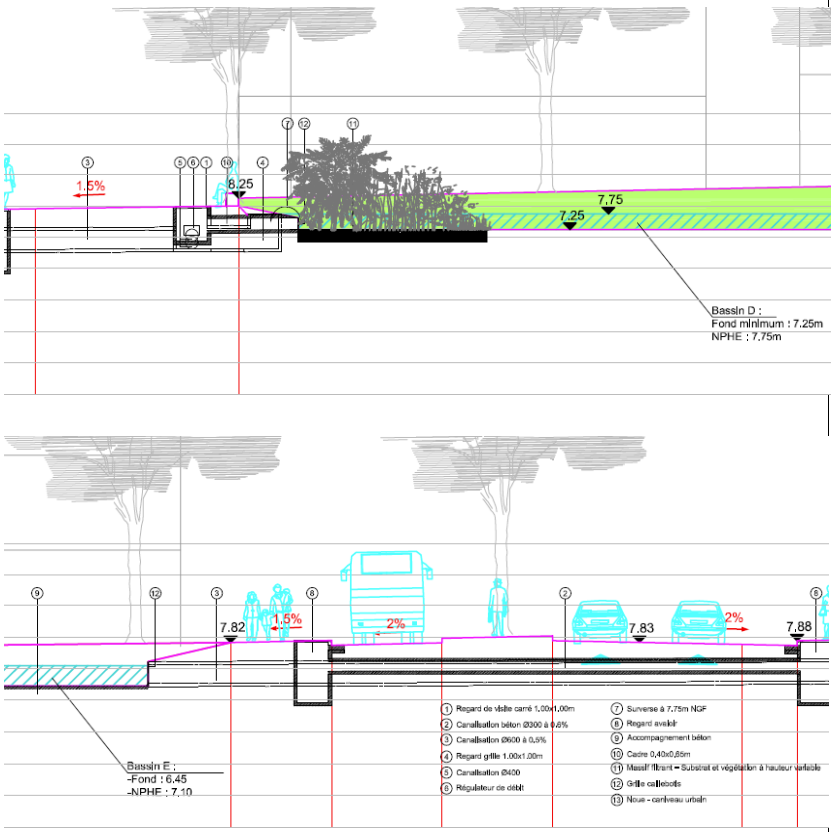


Construction d'un modèle hydrodynamique sous
MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins C et D

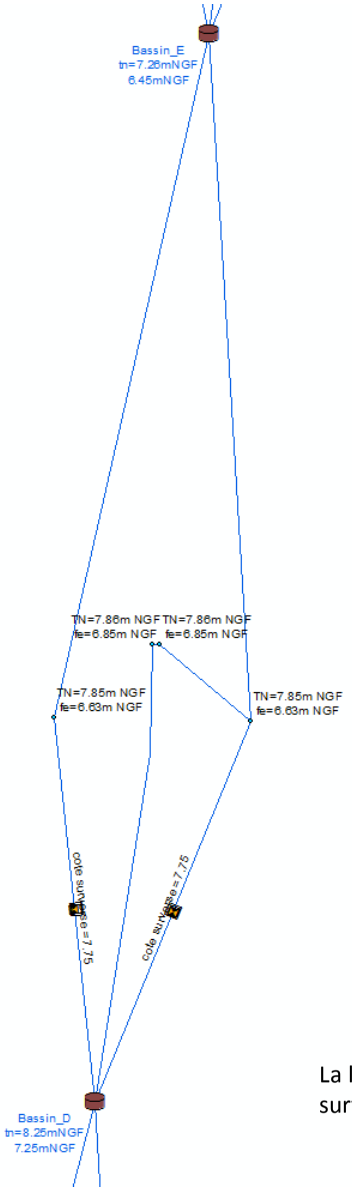


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins D et E – AVP Mars 2014

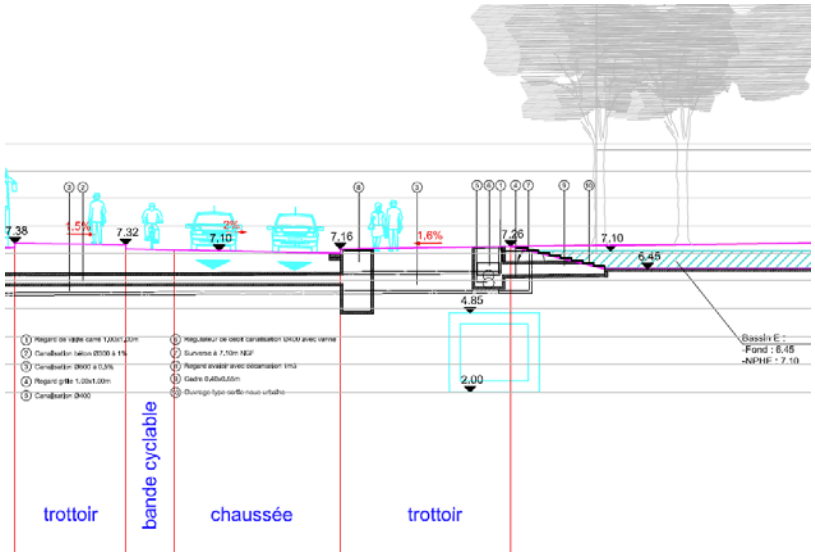


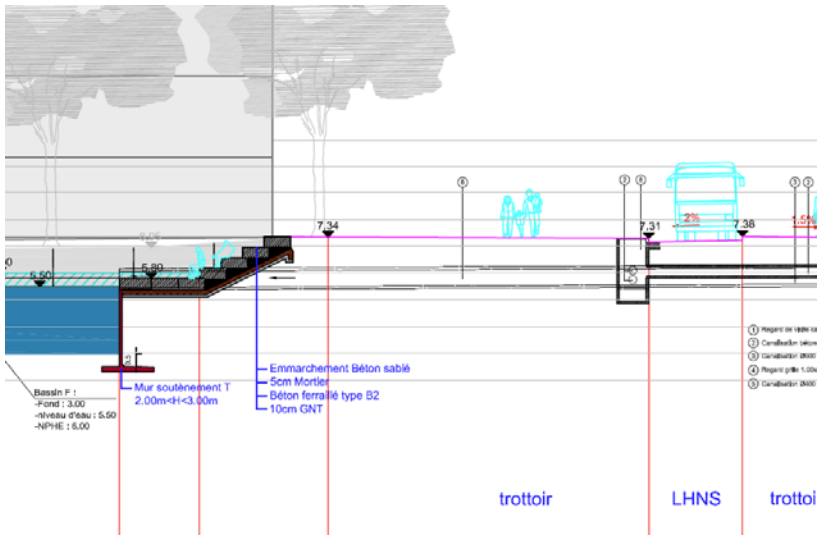
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins D et E



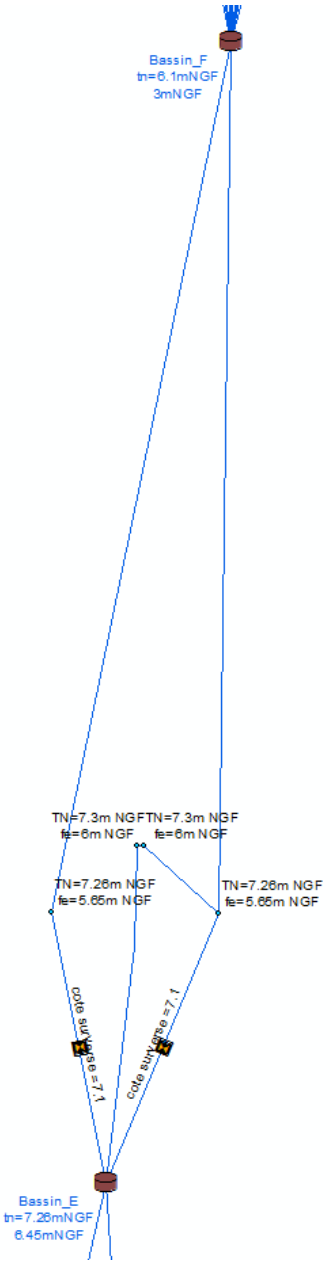
La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins E et F – AVP Mars 2014



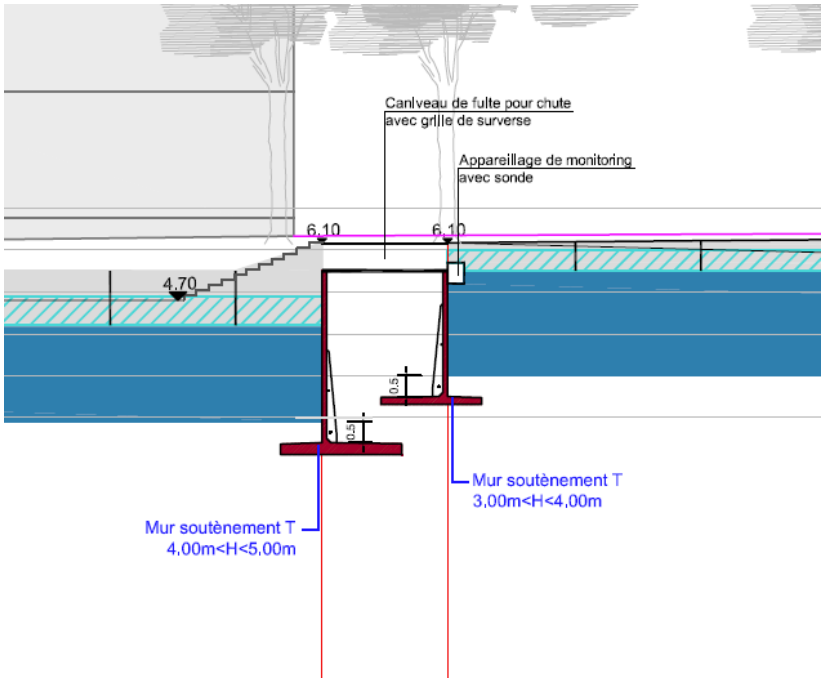


Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins E et F

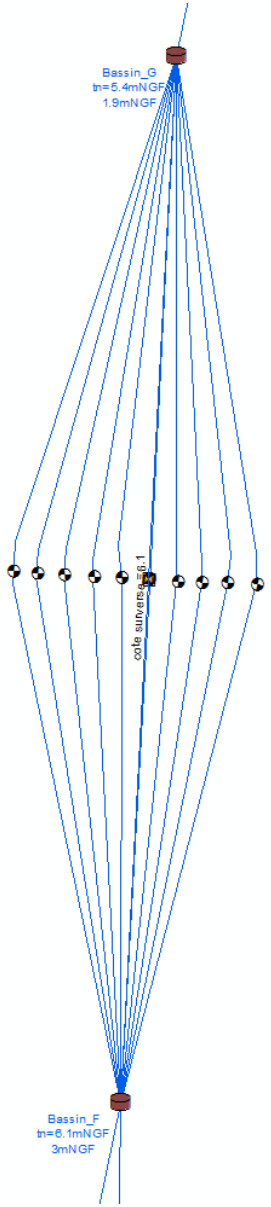


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins F et G – AVP Mars 2014



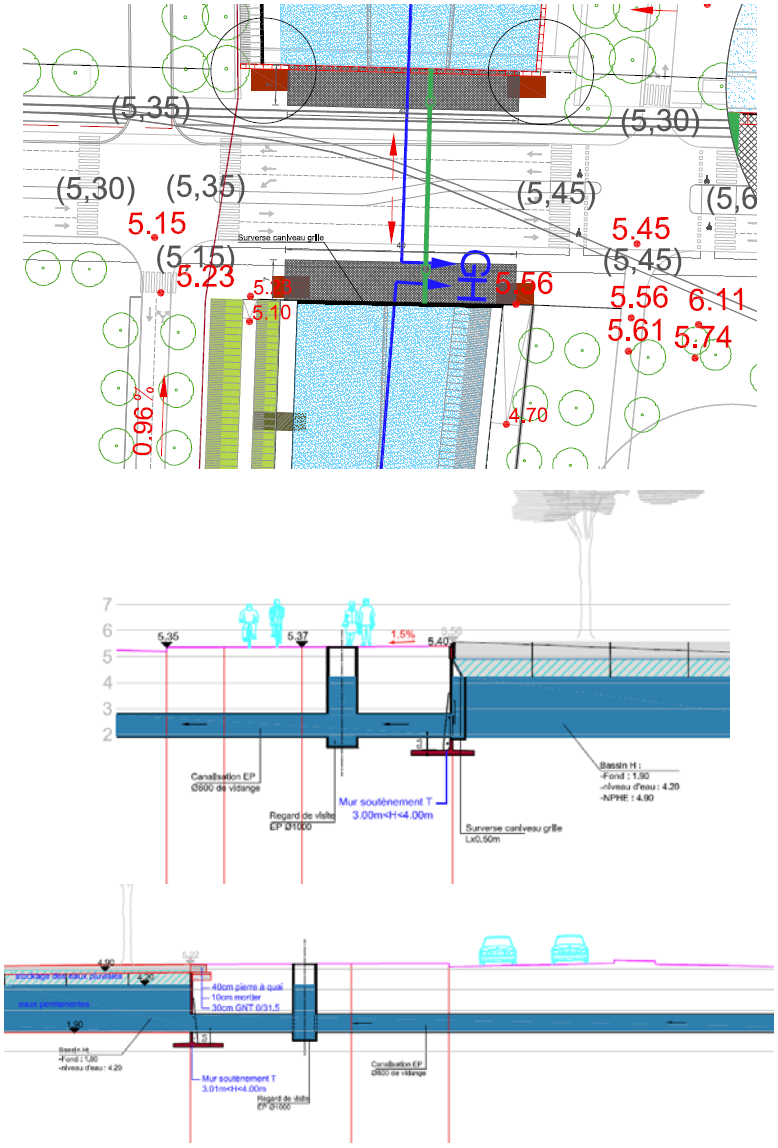
Construction d'un modèle hydrodynamique sous
MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins F et G



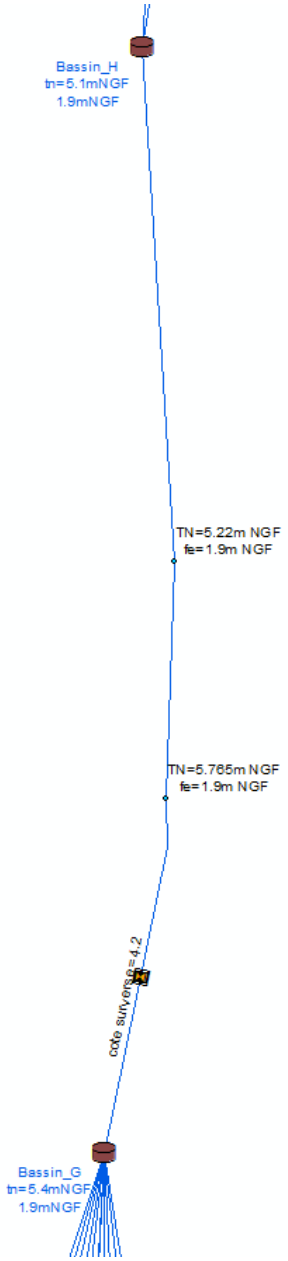
Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 5.50 m NGF

La liaison est modélisée par une surverse et par 9 orifice s rectangulaires

Liaison entre les bassins G et H – AVP Mars 2014



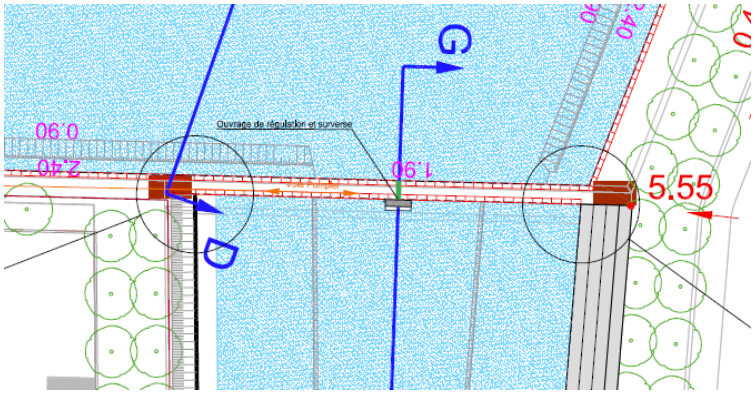
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins G et H

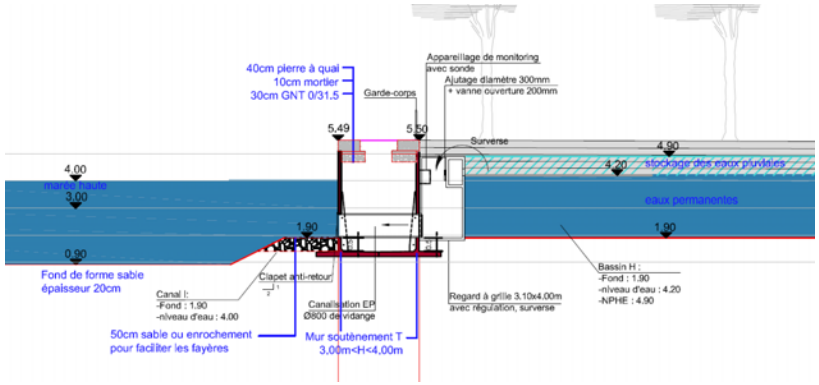


Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 4.20 m NGF

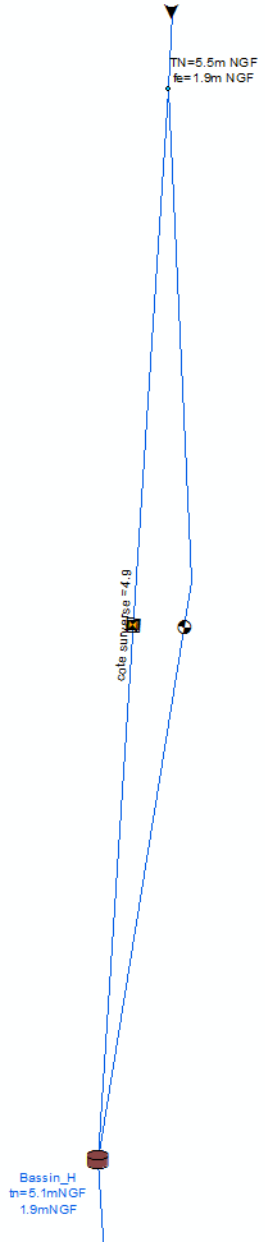
La liaison est modélisée par deux surverses

Liaison entre le bassin H et le canal de jonction – AVP Mars 2014





Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN
- Vue de détail – Liaison bassins H et le canal exutoire



Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 4.20 m NGF

La liaison est modélisée par deux surverses un orifices de régulation

4 – AVP Mars 2014

Cahier technique Bassins et Canaux

Résultats

fonctionnement des bassins

AVP Mars 2014

Comportement pour la crue de dimensionnement :

- Bon comportement global pour la marée de projet;
- Niveau d'eau dans les bassins optimisé ;
- Débit de fuite du système largement inférieur à l'objectif (10 l/s/Ha)
  - ➢ Possibilité de ne pas vanner la régulation à 200 mm

Comportement lors de forte marée:

- Ligne d'eau des bassin G et H fortement impactée par les niveau de marée > 4.20 m NGF
- Débordement du bassins H possible lors de forte marée > à 5.13 m NGF au niveau du profil EG (cote du terrain naturel à 5.13 m NGF)

Surverse des bassins

- Le bassin de rétention G n'est régulé que par surverse
- La surverse du bassin H est sollicité lorsque la marée rentre dans le bassin.

	Pluie 100 ans Régulation du bassin H vannée à 200 mm			marée à -0.12 m NGF		marée à 4.12 m NGF		marée à 5.33 m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin B	11.27	10.45	10.95	10.85	-0.10	10.86	-0.09	10.86	-0.09
Bassin C	10	9.2	9.7	9.40	-0.31	9.40	-0.30	9.40	-0.30
Bassin D	8.25	7.25	7.75	7.69	-0.06	7.69	-0.07	7.69	-0.06
Bassin E	7.26	6.45	7.1	7.19	0.09	7.19	0.09	7.19	0.09
Bassin F	6.1	3	6	5.84	-0.16	5.85	-0.16	5.84	-0.16
Bassin G	5.4	1.9	4.9	4.88	-0.03	4.87	-0.03	5.33	0.43
Bassin H	5.13	1.9	4.9	4.87	-0.03	4.87	-0.03	5.33	0.43

	Pluie 100 ans Régulation du bassin H non vannée			marée à -0.12 m NGF		marée à 4.12 m NGF		marée à 5.33 m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin B	11.27	10.45	10.95	10.85	-0.10	10.86	-0.09	10.86	-0.09
Bassin C	10	9.2	9.7	9.40	-0.31	9.40	-0.30	9.40	-0.30
Bassin D	8.25	7.25	7.75	7.69	-0.06	7.69	-0.07	7.69	-0.06
Bassin E	7.26	6.45	7.1	7.19	0.09	7.19	0.09	7.19	0.09
Bassin F	6.1	3	6	5.88	-0.12	5.88	-0.12	5.88	-0.12
Bassin G	5.4	1.9	4.9	4.83	-0.07	4.83	-0.07	5.33	0.43
Bassin H	5.13	1.9	4.9	4.83	-0.07	4.83	-0.07	5.33	0.43

				P100 marée à -0.12 m NGF			P100 marée à 4.12 m NGF			P100 marée à 5.33 m NGF		
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	H max	Volume surversé en m3	Qmax surversé en m3/s	H max	Volume surversé en m3	Qmax surversé en m3/s	H max	Volume surversé en m3	Qmax surversé en m3/s
Bassin_B	11.27	10.45	10.95	10.85	0	0	10.86	0	0	10.86	0	0
Bassin_C	10	9.2	9.7	9.40	0	0	9.40	0	0	9.40	0	0
Bassin_D	8.25	7.25	7.75	7.69	0	0	7.69	0	0	7.69	0	0
Bassin_E	7.3	6.45	7.1	7.19	1	1	7.19	1	1	7.19	1	1
Bassin_F	6.1	3	6.1	5.84	0	0	5.85	0	0	5.84	0	0
Bassin_G	5.4	1.9	4.2	4.88	7739	1	4.87	7845	1	5.33	-5544	1
Bassin_H	5.13	1.9	4.9	4.87	0	0	4.87	0	0	5.33	-212537	10

fonctionnement des bassins

AVP Mars 2014

Chronique s historiques

- ✓ 1995 (année humide) ;
- ✓ 2002 (année moyenne) ;
- ✓ 2003 (année sèche).

- Dépassement important du niveau PHE lié au niveau de marée important
- Dimensionnement des bassins satisfaisant pour les eaux pluviales

	Pluie 100 ans			2003		2002		1995	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	H max	delta H	H max	delta H	H max	delta H
Bassin B	11.27	10.45	10.95	10.66	-0.29	10.60	-0.35	10.60	-0.35
Bassin C	10	9.2	9.7	9.35	-0.35	9.30	-0.40	9.30	-0.40
Bassin D	8.25	7.25	7.75	7.47	-0.28	7.46	-0.29	7.46	-0.29
Bassin E	7.26	6.45	7.1	6.81	-0.29	6.78	-0.32	6.78	-0.32
Bassin F	6.1	3	6	5.71	-0.29	5.67	-0.33	5.67	-0.33
Bassin G	5.4	1.9	4.9	4.72	-0.18	5.25	0.35	5.25	0.35
Bassin H	5.13	1.9	4.9	4.72	-0.18	5.29	0.39	5.29	0.39

5 – AVP Juillet 2015

Cahier technique Bassins et Canaux

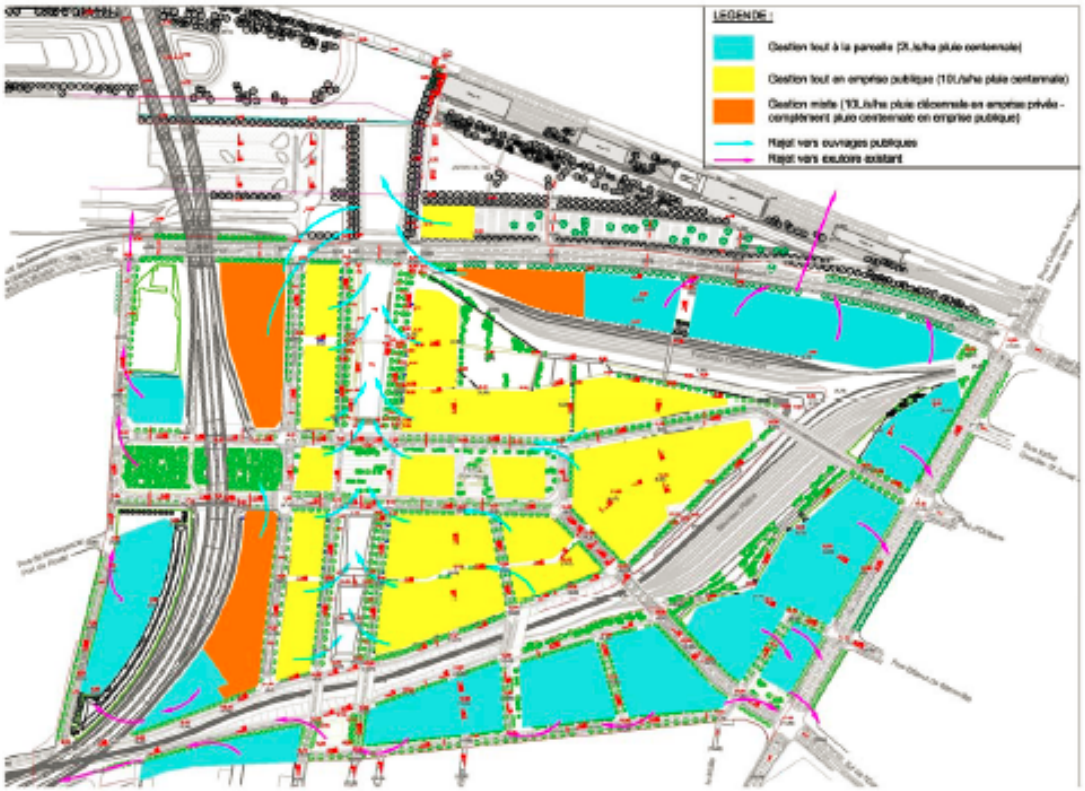
Construction du modèle

fonctionnement des bassins

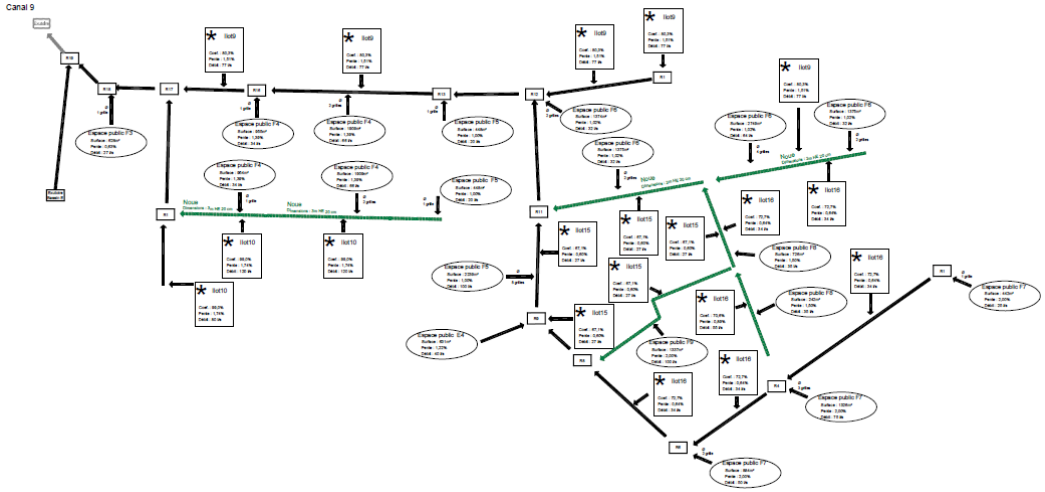
AVP avril 2015

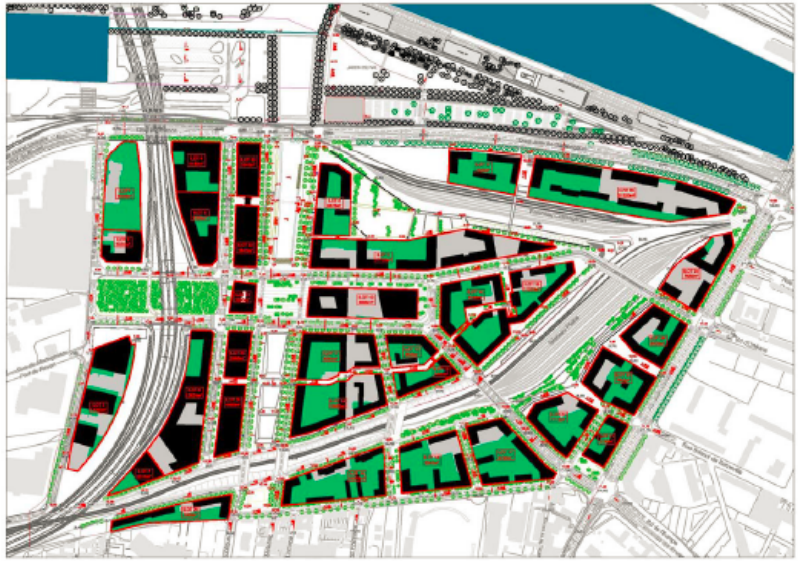
La mise à jour de l'AVP 2015 prend en compte les réseaux d'eau pluvial de l'eco-quartier et une nouvelle répartition des apports hydrologiques dans les bassins. Les ilots et espaces publics initialement sont répartis selon la notice hydraulique du plan guide d'octobre 2014.

De plus, le bassin E a évolué vers un bassin enterré associé à un bassin complémentaire. On notera également que des noues permettant un stockage des eaux pluviales sont mises en place.



2C – Plan de différenciation du mode de gestion des eaux pluviales des îlots

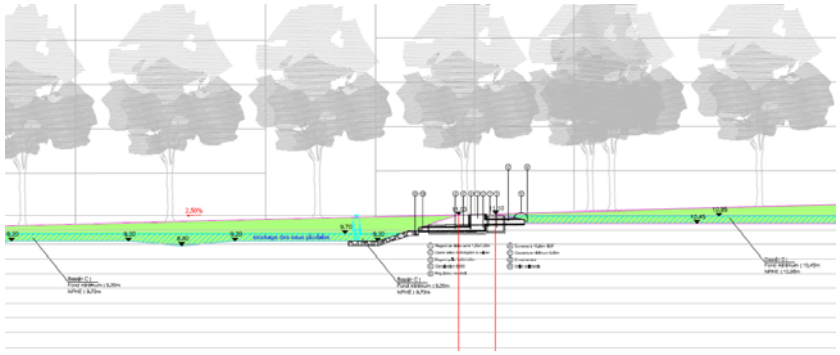




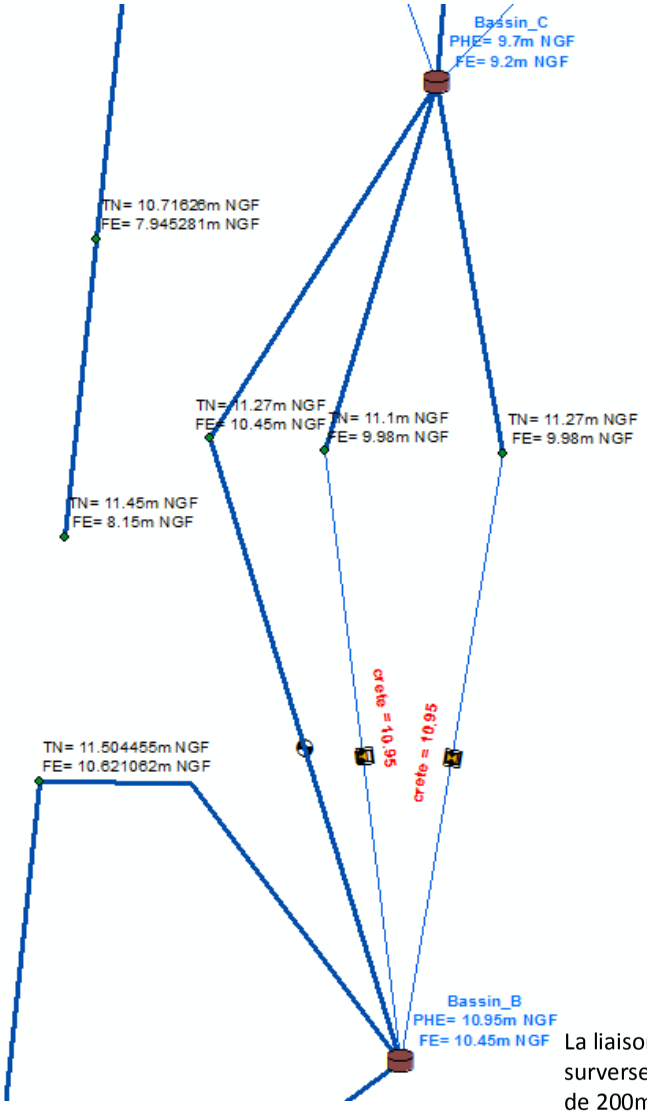
4A – Plan des surfaces collectées

Fonctionnement des bassins – AVP Juillet 2015

Liaison entre les bassins B et C – AVP avril 2015

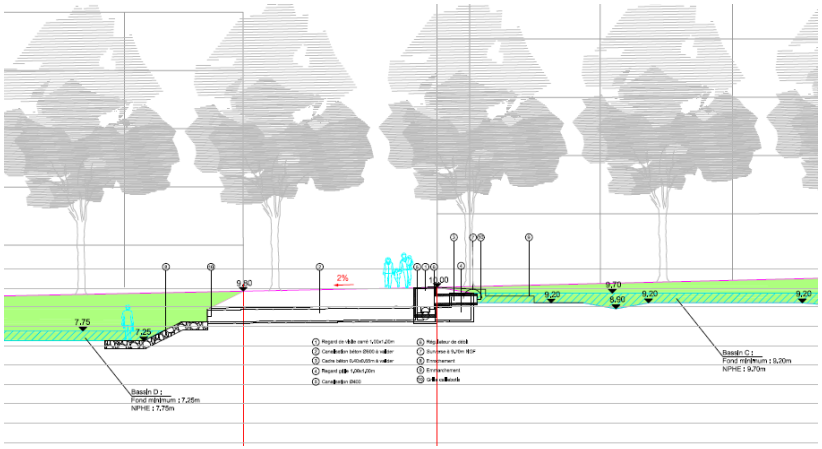


Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins B et C

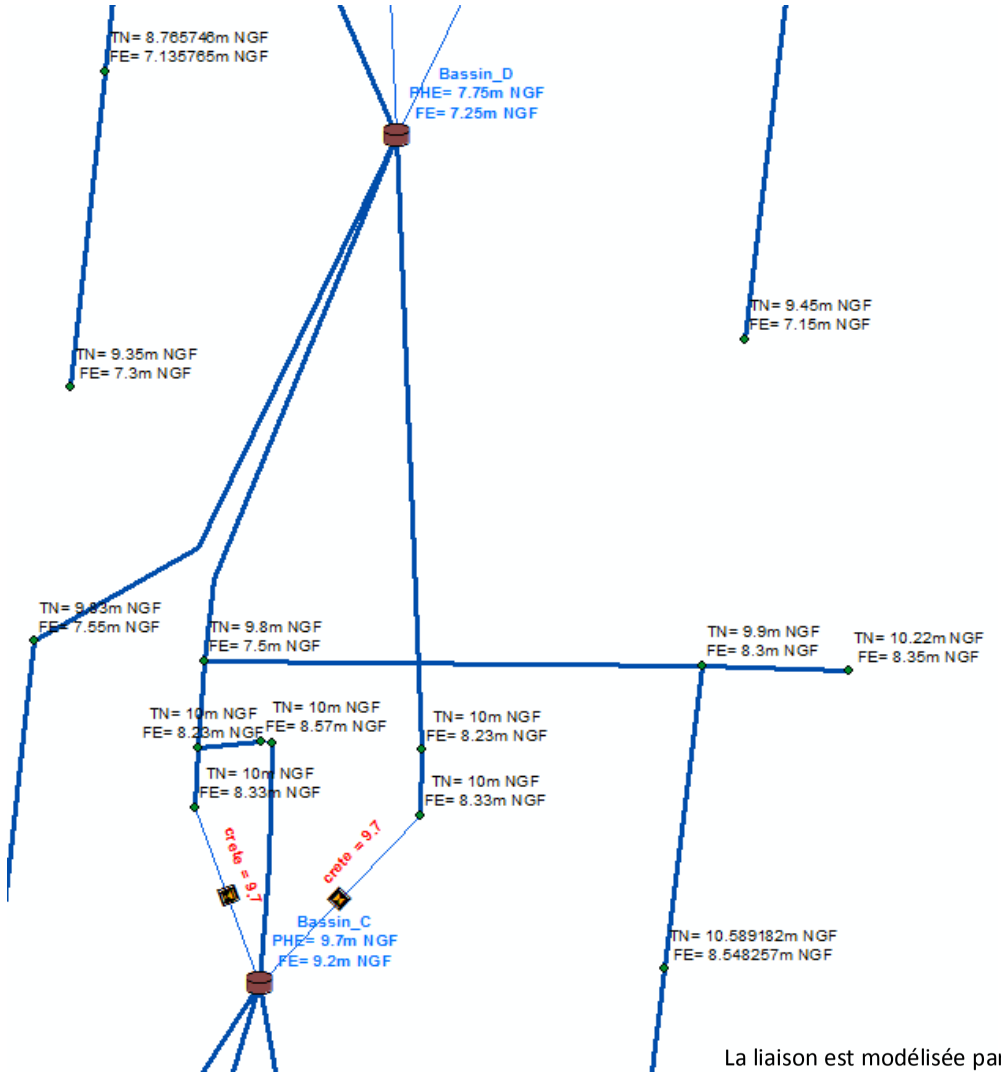


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation de 200mm vanné à 5 cm

Liaison entre les bassins C et D – AVP Juillet 2015

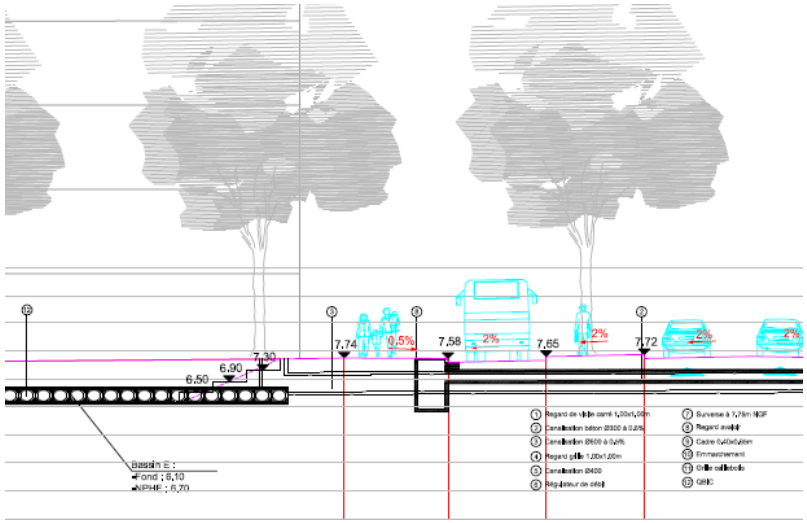


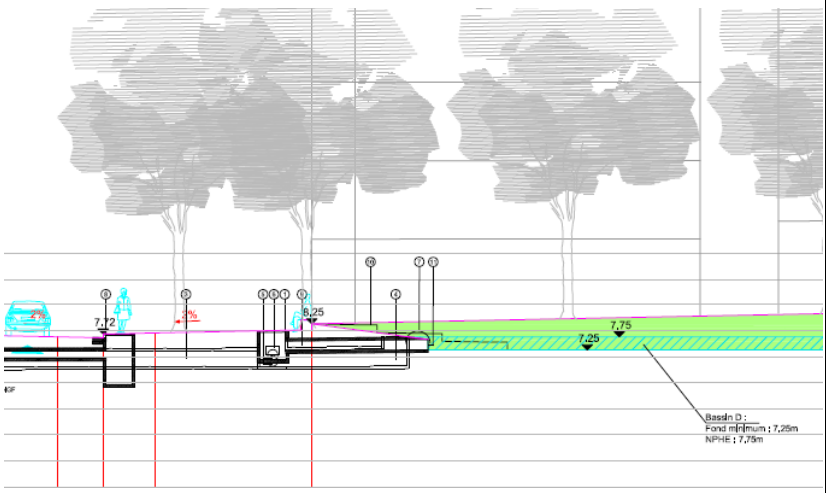
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins C et D



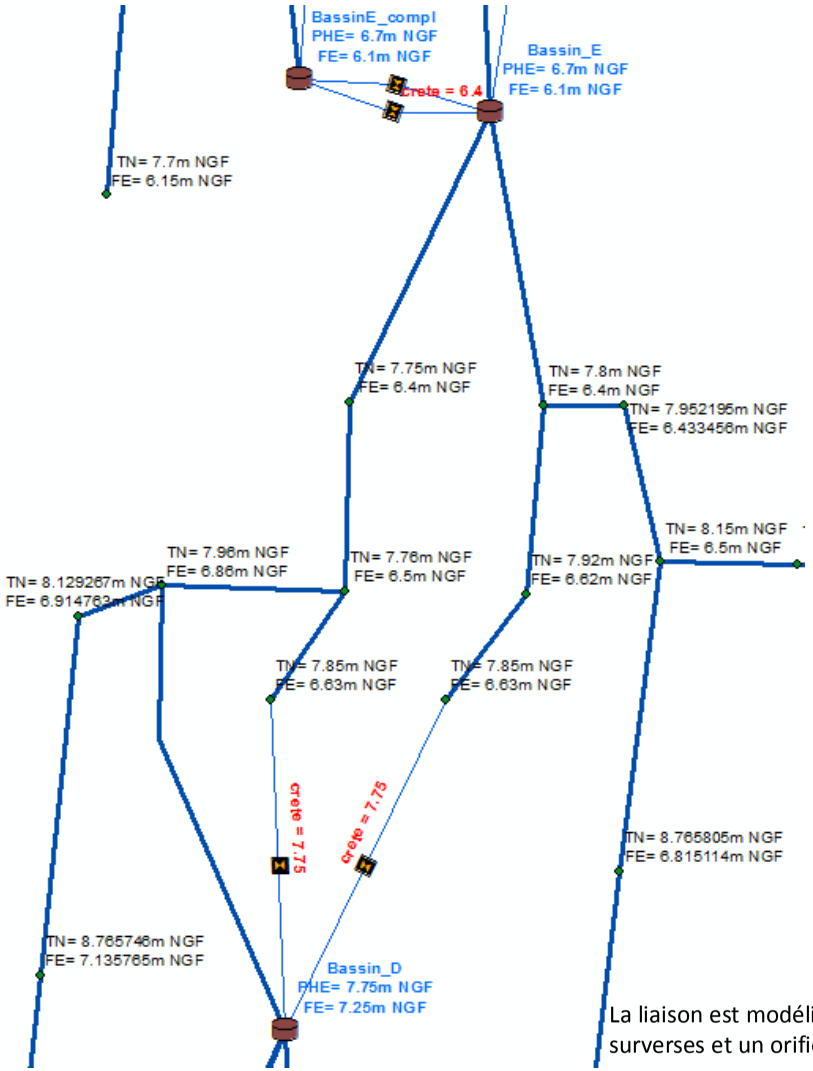
La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation de 200mm vannée à 5 cm

Liaison entre les bassins D et E – AVP Juillet 2015



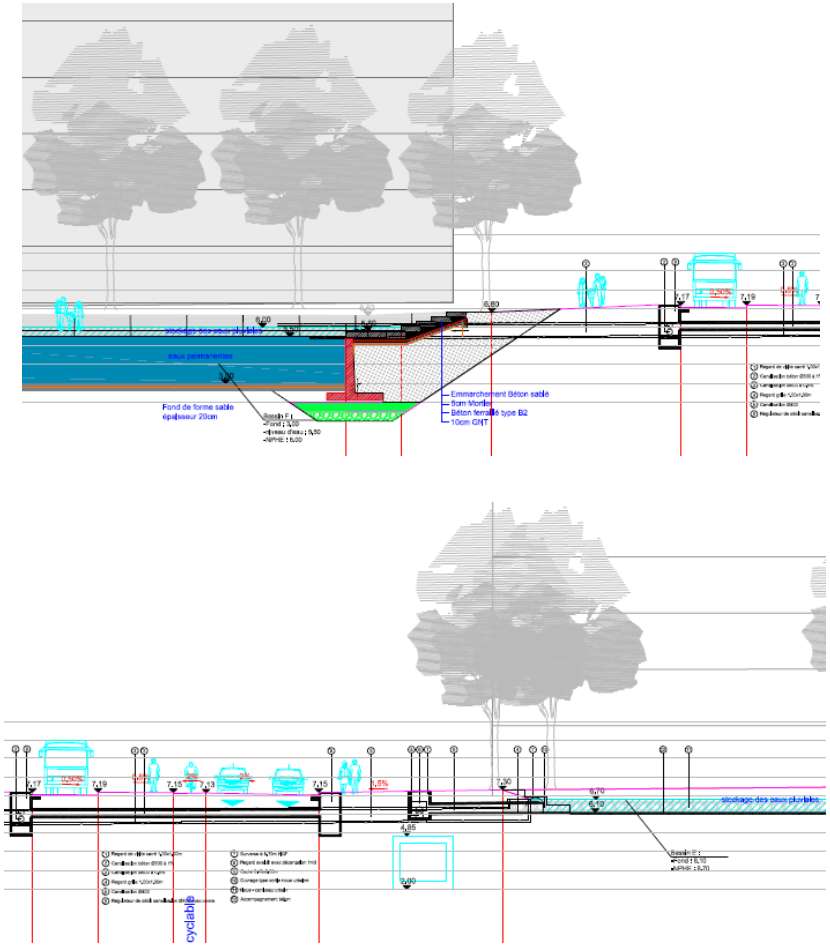


Construction d'un modèle hydrodynamique sous
MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins D et E

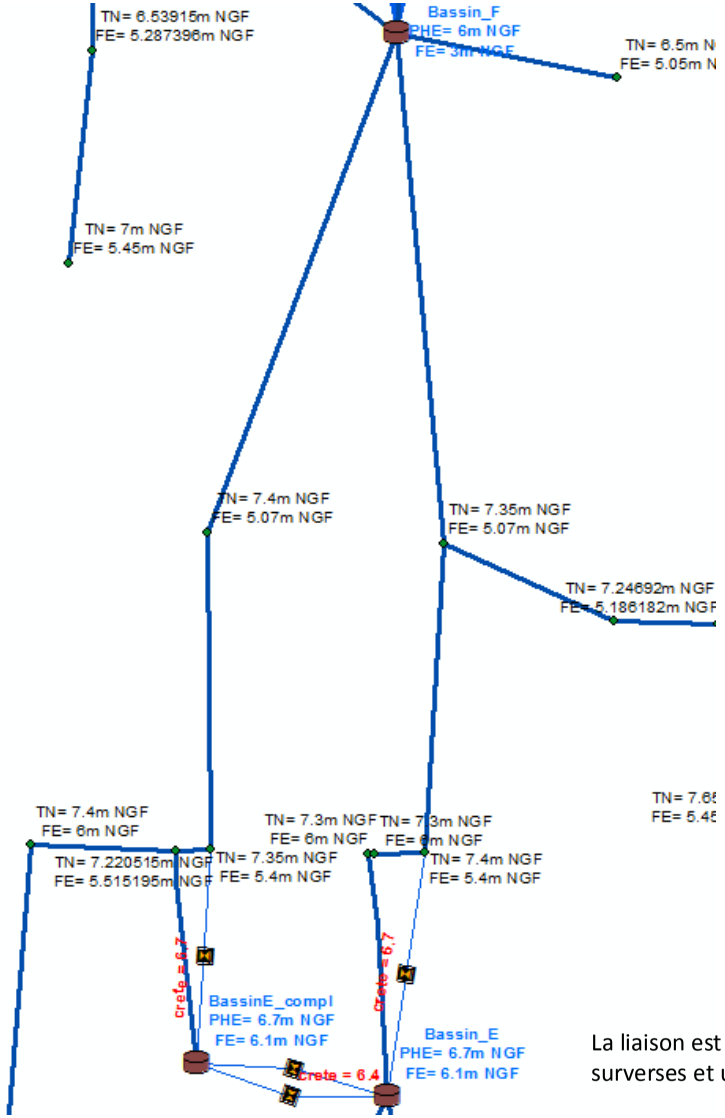


La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins E et F – AVP Juillet 2015

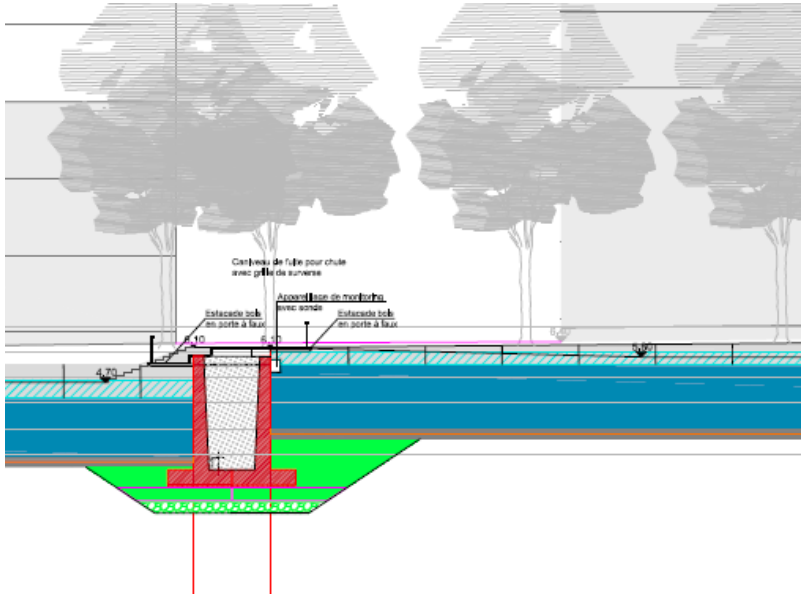


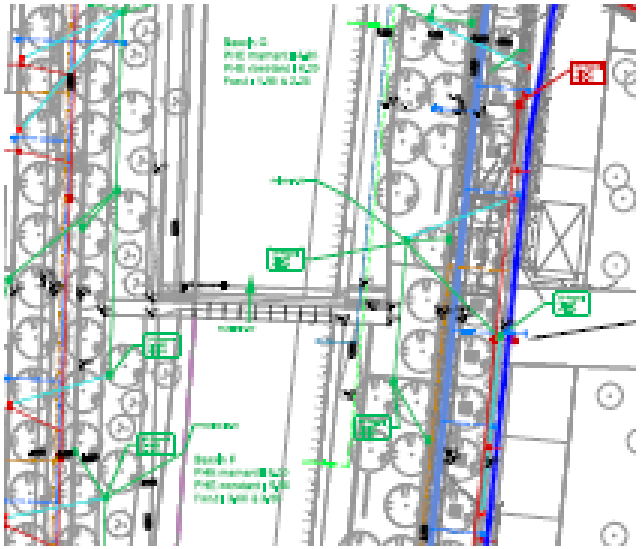
Construction d'un modèle hydrodynamique sous
MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins E et F



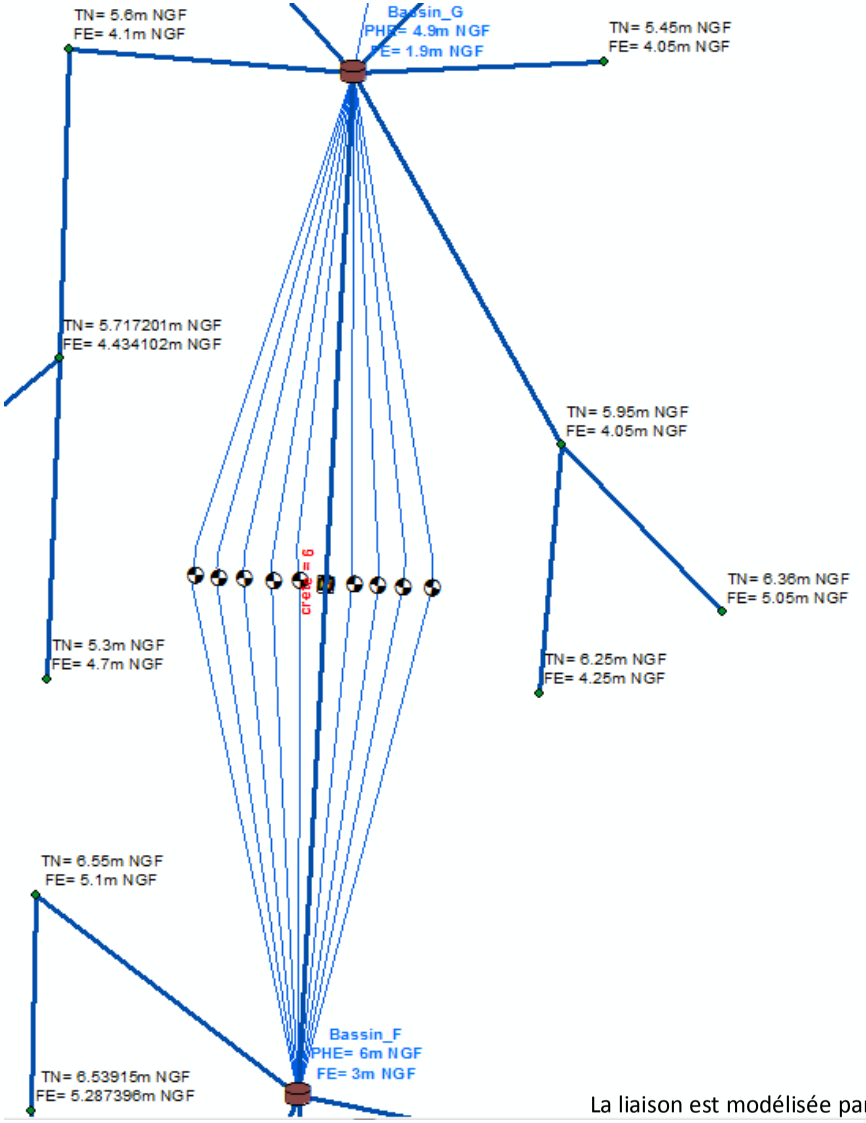
La liaison est modélisée par deux surverses et un orifice de régulation

Liaison entre les bassins F et G – AVP Juillet 2015





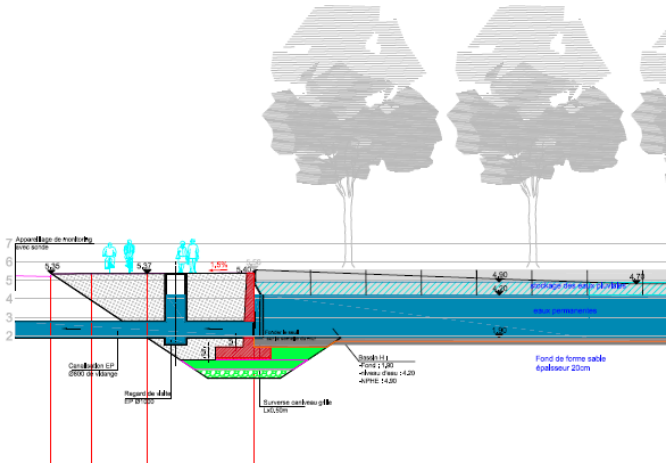
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins F et G

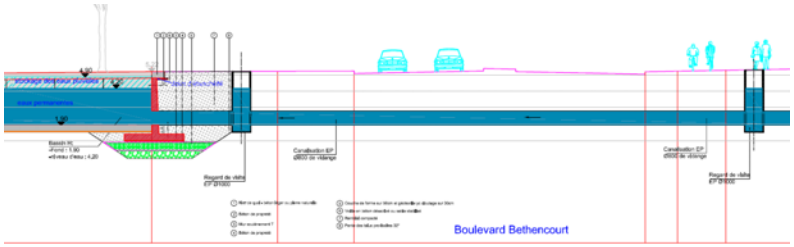


Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 5.50 m NGF

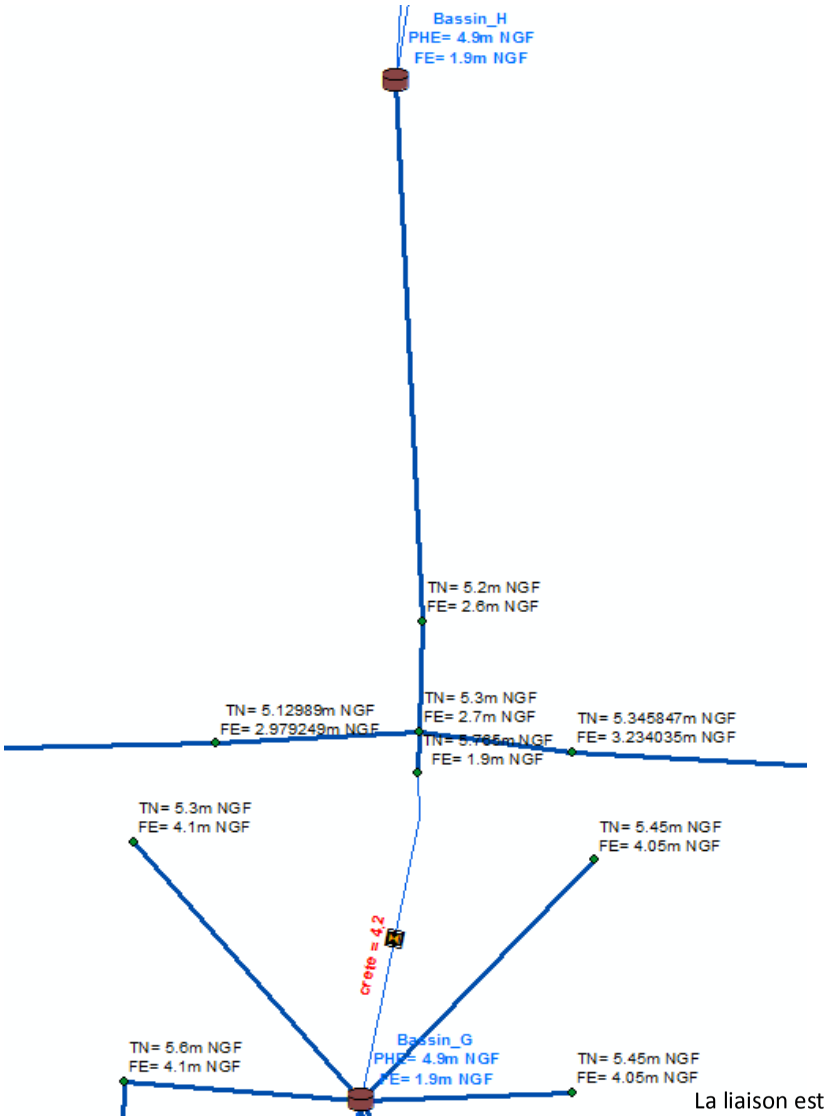
La liaison est modélisée par une surverse et par 9 orifice s rectangulaires

Liaison entre les bassins G et H – AVP Juillet 2015





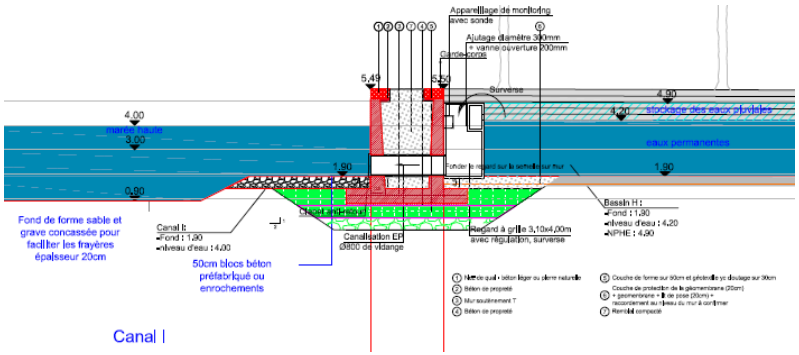
Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN - Vue de détail – Liaison bassins G et H



Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 4.20 m NGF

La liaison est modélisée par une surverse

Liaison entre le bassin H et le canal de jonction – AVP Juillet 2015



Construction d'un modèle hydrodynamique sous MIKE URBAN
- Vue de détail – Liaison bassins H et le canal exutoire

Le niveau d'eau normal dans ce bassin est de 4.20 m NGF

La liaison est modélisée par une surverse

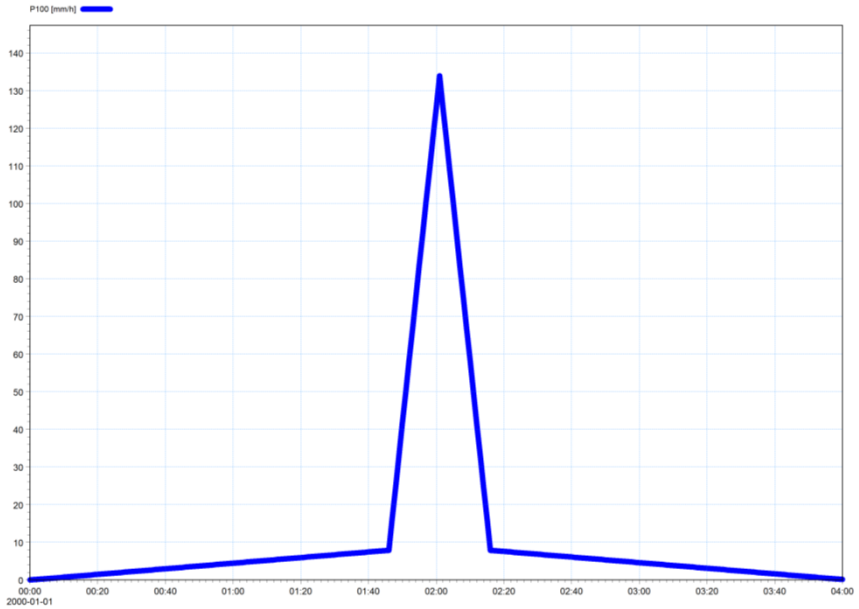
Modélisation d'une pluie de projet de période de retour 100 ans

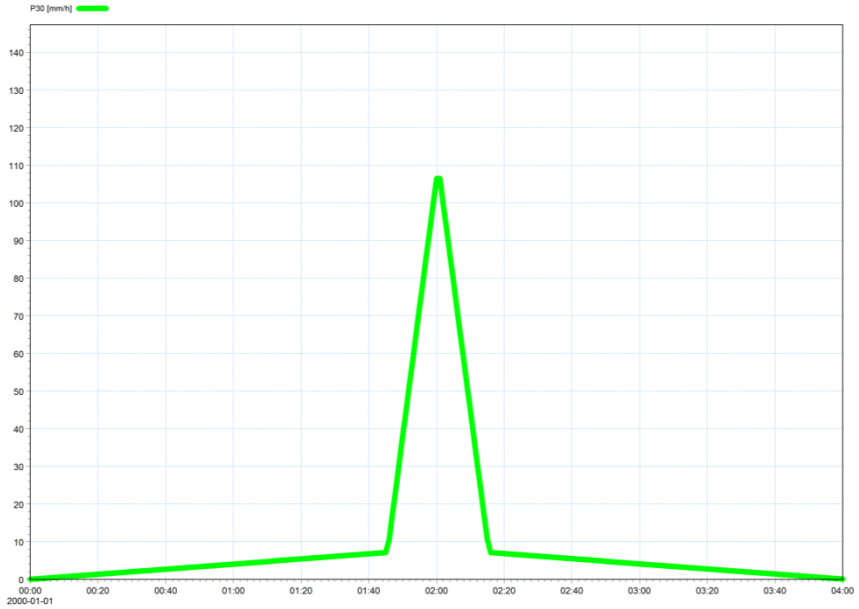
Les coefficient de Montana utilisé sont de la station de Météo France de Rouen pour une période de retour 100 ans données par la DISE de la Seine Maritime:
a = 20.712
b = -0.842

La pluie de projet est une pluie double triangle de durée totale 4 heures avec une durée de période intense de 30 minutes. La hauteur totale précipitée est de 49,27 mm, et la hauteur durant la période intense est de 35,58 mm,

Pour une période de retour trentennale, les coefficients utilisés sont :
a = 16.352
b = -0.829

La hauteur totale précipitée est de 41,74 mm, et la hauteur durant la période intense est de 29,36 mm.





5 – AVP Juillet 2015

Cahier technique Bassins et Canaux

Résultats

fonctionnement des bassins

AVP Juillet 2015

Cette modélisation permet d'affiner les résultats en prenant en compte l'ensemble des réseaux d'eau pluvial. Les synoptiques de la notice technique du Plan Guide permettent ainsi de répartir les apports hydrologique plus finement. Les données hydrologique de base sont également actualisé à partir des tableaux de dimensionnement des canalisation.
La prise en compte des réseau d'eau pluvial du quartier Flaubert permet d'inclure des stockages dans les réseaux et les noues.

Comportement pour la crue de dimensionnement :

- Bon comportement global pour la marée de projet;
- Niveau d'eau dans les bassins optimisé ;
- Impact positif de la prise en compte des réseaux dans la modélisation (hydrologie, noues,…)
- Débit de fuite du système de 225/s inférieur à l'objectif de 10 l/s/Ha.

Comportement lors de forte marée:

- Ligne d'eau des bassin G et H fortement impactée par les niveau de marée > 4.12 m NGF
- Débordement du bassins H possible lors de forte marée > à 5.33 m NGF au niveau du profil EG (cote du terrain naturel à 5.33 m NGF)

Volume des bassins:

- Le volume utile des bassins est présenté ci-contre.

Surverse des bassins

- Le bassin de rétention G n'est régulé que par surverse
- La surverse du bassin H est sollicité lorsque la marée rentre dans le bassin.

	Pluie 100 ans			marée à -0.12 m NGF		marée à 4.12 m NGF		marée à 5.33 m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin B	11.1	10.45	10.95	10.64	-0.31	10.64	-0.31	10.64	-0.31
Bassin C	10	9.2	9.7	9.4	-0.3	9.4	-0.3	9.4	-0.3
Bassin D	8.25	7.25	7.75	7.43	-0.32	7.43	-0.32	7.43	-0.32
Bassin E	7.26	6.1	6.7	6.67	-0.03	6.67	-0.03	6.67	-0.03
Bassin E compl	7.3	6.1	6.7	6.59	-0.11	6.59	-0.11	6.59	-0.11
Bassin F	6.1	3	6	5.64	-0.36	5.64	-0.36	5.82	-0.18
Bassin G	5.4	1.9	4.9	4.39	-0.51	4.39	-0.51	5.34	0.44
Bassin H	5.13	1.9	4.9	4.38	-0.52	4.38	-0.52	5.33	0.43

	Pluie 30 ans			marée à -0.12 m NGF		marée à 4.12 m NGF		marée à 5.33 m NGF	
Nom	Cote TN [m]	Cote Radier [m]	Cote surverse	Hmax	delta	Hmax	delta	Hmax	delta
Bassin B	11.1	10.45	10.95	10.6	-0.35	10.6	-0.35	10.6	-0.35
Bassin C	10	9.2	9.7	9.35	-0.35	9.35	-0.35	9.35	-0.35
Bassin D	8.25	7.25	7.75	7.4	-0.35	7.4	-0.35	7.4	-0.35
Bassin E	7.26	6.1	6.7	6.64	-0.06	6.64	-0.06	6.64	-0.06
Bassin E compl	7.3	6.1	6.7	6.55	-0.15	6.55	-0.15	6.55	-0.15
Bassin F	6.1	3	6	5.53	-0.47	5.53	-0.47	5.78	-0.22
Bassin G	5.4	1.9	4.9	4.36	-0.54	4.36	-0.54	5.34	0.44
Bassin H	5.13	1.9	4.9	4.36	-0.54	4.36	-0.54	5.33	0.43

Bassin	Volume pour un dimensionnement centennal en m3
Bassin B	180
Bassin C	185
Bassin D	285
Bassin E	765
Bassin E complémentaire	210
Bassin F	4845
Bassin G	740
Bassin H	2195

5 – AVP Juillet 2015

Cahier technique Bassins et Canaux

Peupleraie

Dimensionnement du bassin de la Peupleraie
AVP Juillet 2015

L'ouvrage devra permettre de stocker sans rejet , une pluie décennale. Ce volume est d'environ 1300 m3.

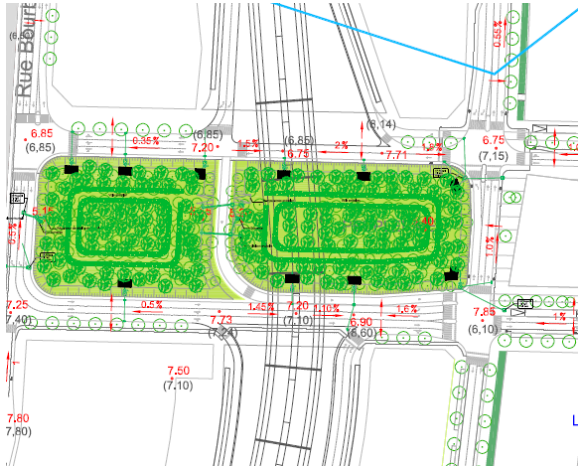
L'ouvrage est en deux partie de 2700 et 2300 m² soit 5000 m². la hauteur d'eau dans le bassin pour stocker la pluie décennale est donc théoriquement de 26 cm. Le volume à stocker théorique pour la pluie centennale est d'environ 1800m3, soit 36 cm.

Le bassin a cependant été séparé en deux parties distinctes. Afin de permettre la rétention sans rejet de la pluie décennal, les niveaux des exutoires des deux bassins sont les suivants:

- Peupleraie 1 : 5.56 m NGF soit 36 cm
- Peupleraie 2 : 5.18 m NGF soit 8 cm

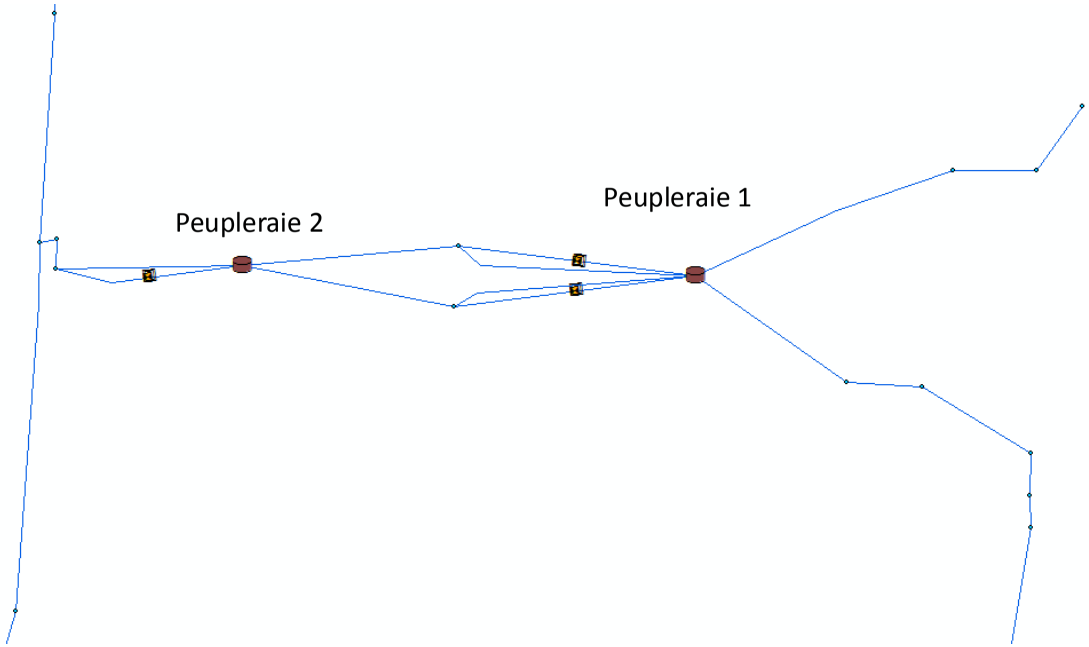
A noter que le débit de fuite atteint dans cette configuration pour la pluie centennale est de 4 l/s avec un émissaire de diamètre 300mm.
Les niveaux atteint dans les bassins de la peupleraie sont pour la pluie centennale de :

- Peupleraie 1 : 5.65 m NGF soit 45 cm
- Peupleraie 2 : 5.25 m NGF soit 15 cm

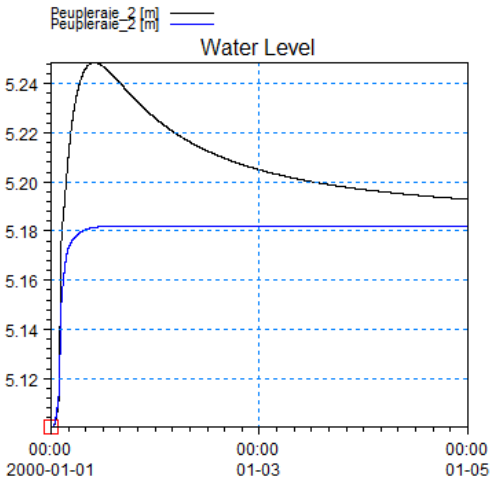


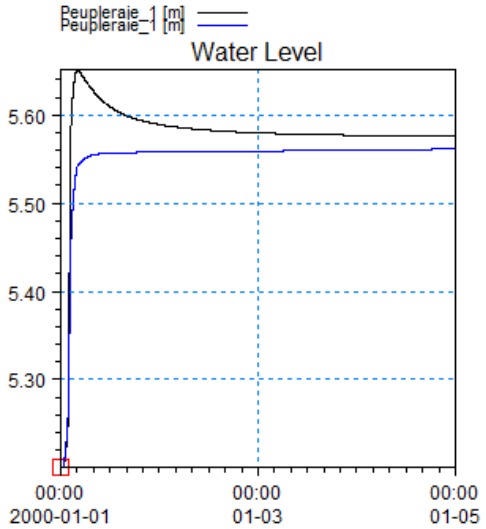
L'infiltration des bassins est de 4.32 mm/h selon les études géotechniques. L'infiltration des bassins se fait donc en:

- Peupleraie 1 : 83 h
- Peupleraie 2 : 18 h



En bleu : niveau d'eau pour la pluie décennale
En noir : niveau d'eau pour la pluie centennale





6 – AVP Juillet 2015

Cahier technique Bassins et Canaux

Modélisation des réseaux d'eau pluvial - hypothèses

Fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Le réseau d'eau pluvial a été modélisé à partir de la notice hydraulique du plan guide et des différents plans et tableaux de dimensionnement de l'AVP en date d'Juillet 2015.

Le réseau modélisé reprend le dimensionnement réalisé dans le cadre de l'AVP d'Juillet 2015.

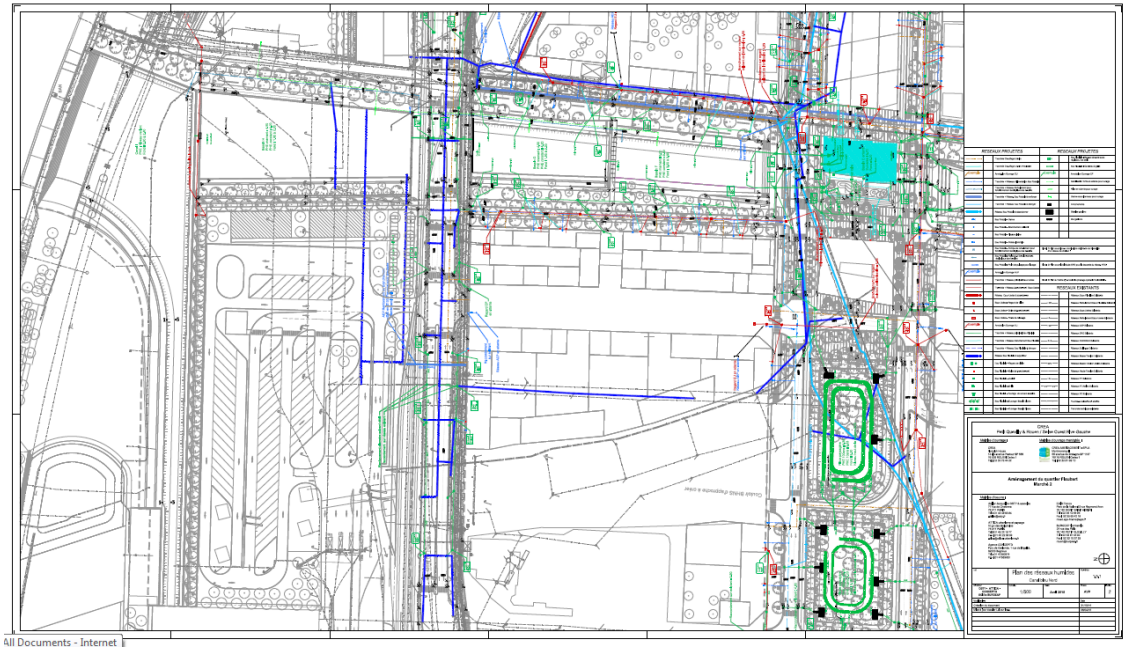
Les périodes de retour suivantes sont étudiées :
- Pluie 30 ans
- Pluies 100 ans

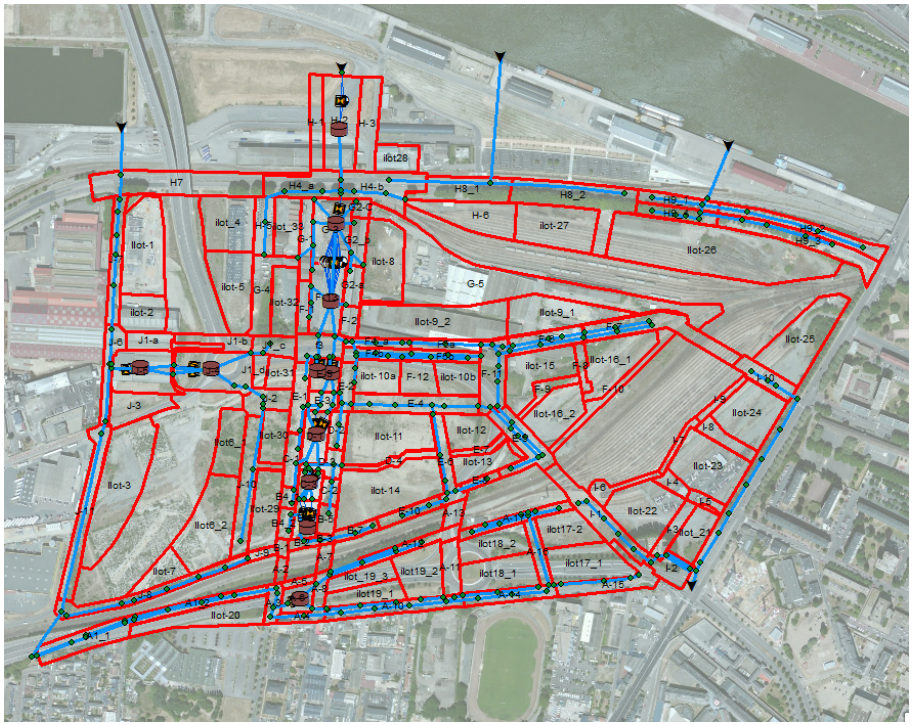
Trois niveau de de marée sont également prise en compte :
- Marée basse -0.12 m NGF
- Marée de dimensionnement 4.12 m NGF
- Marée extrême 5.33 m NGF

La modélisation des réseaux présente ici quelques limites:
- Les apports du collecteur Bourbaki en amont de la zone d'étude ne sont pas pris en compte,
- Les apports des réseau Béthencourt ne sont pas pris en compte,
- La condition limite aval du collecteur Europe est considérée comme nulle.

Les résultats des modélisations sont données ci-dessous sous forme cartographiques. Les résultats suivants sont présentés:
- Hauteur maximum et comparaison par rapport à la côte Terrain Naturel
- Taux de remplissage des conduites
- Capacité des conduites

Ces résultats permettent de contrôler le fonctionnement du réseau d'eau pluvial.





Fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

La réglementation en Seine Maritime impose une gestion des eaux pluviales avec un rejet limité à 2L/s/ha avec une période de retour d'insuffisance de 100 ans.
Les hypothèses de dimensionnement suivantes ont été définies comme base de dimensionnement des ouvrages :

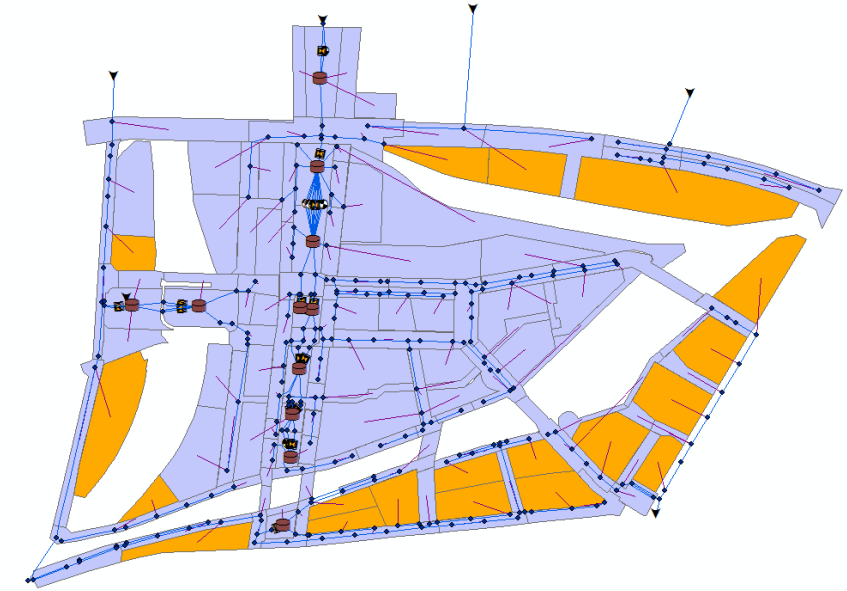
- Gestion des eaux pour une occurrence centennale
- Débit de fuite autorisé porté à 10 litres / seconde / hectare pour les rejets dans l'ouvrage hydraulique canal dont l'exutoire est la Seine.

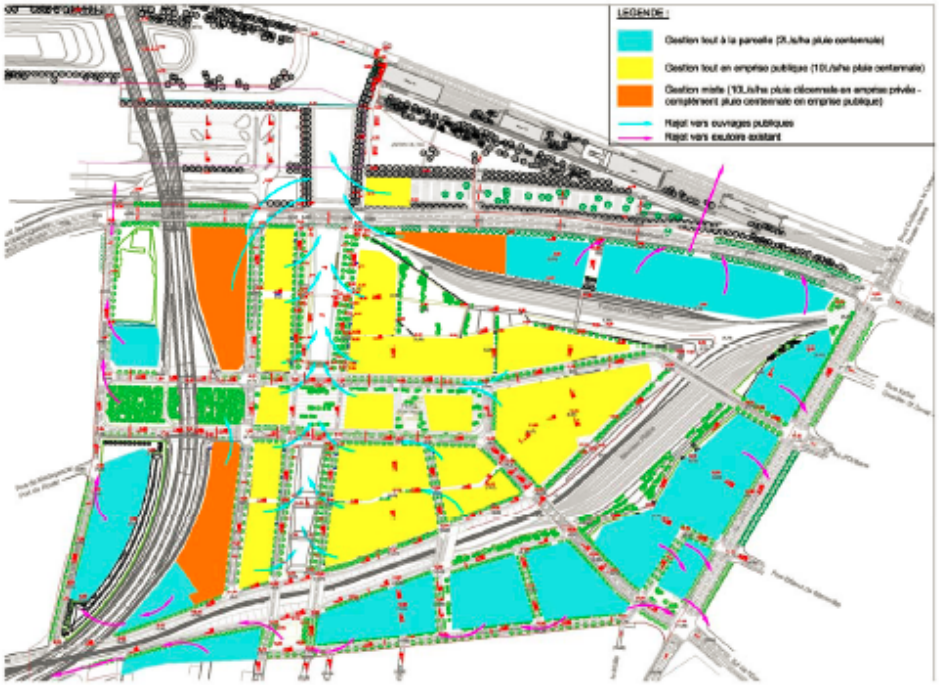
Les ilots en gestion privées ont un débit de fuite théorique de 2l/s/ha. Cependant, les ilots ont une superficie inférieure à 1 hectare, ce qui implique des débits de fuite inférieure à 2 l/s. Il est toutefois difficilement réalisable techniquement de limité les rejets à un débit inférieur à celui-ci. Par ailleurs, les modalités de rejets ne sont pas à ce stade définies. Il est probable qu'il n'y ait pas un point de rejet unique, mais plusieurs. Ainsi, il est probable que compte tenu de ces contraintes, le débit de fuite de 2 l/s/ha ne puisse être faisable techniquement. Il est donc considéré ici, que les **rejets des ilots sont de 8 l/s avec une période de retour d'insuffisance de 100 ans**.

Les débits de fuites des rétentions mises en place sur les espaces publics respectent autant que possible les prescriptions de la réglementation. Cependant, ces débits de fuite sont optimisés de façon à respecter un temps de vidange des rétention inférieur à 48h.

Pour les espaces privés, trois modes de gestion des eaux pluviales ont été pris en compte*(cf. image 2C ci-contre) :*

- Gestion tout à la parcelle de la pluie d'occurrence centennale à 8 l/s/ha
- Gestion mixte à 10l/s/ha, pluie d'occurrence décennale à la parcelle, au-delà et jusqu'à l'occurrence centennale report vers les ouvrages publics
- Gestion totale dans les ouvrages publics de la pluie d'occurrence centennale à 10l/s/ha





2C – Plan de différenciation du mode de gestion des eaux pluviales des îlots

Fonctionnement du réseau d'eau pluvial

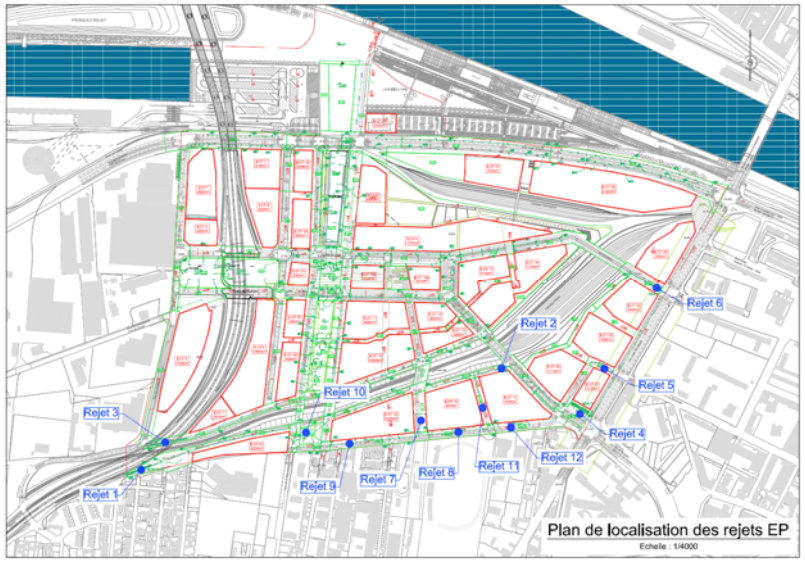
AVP Juillet 2015

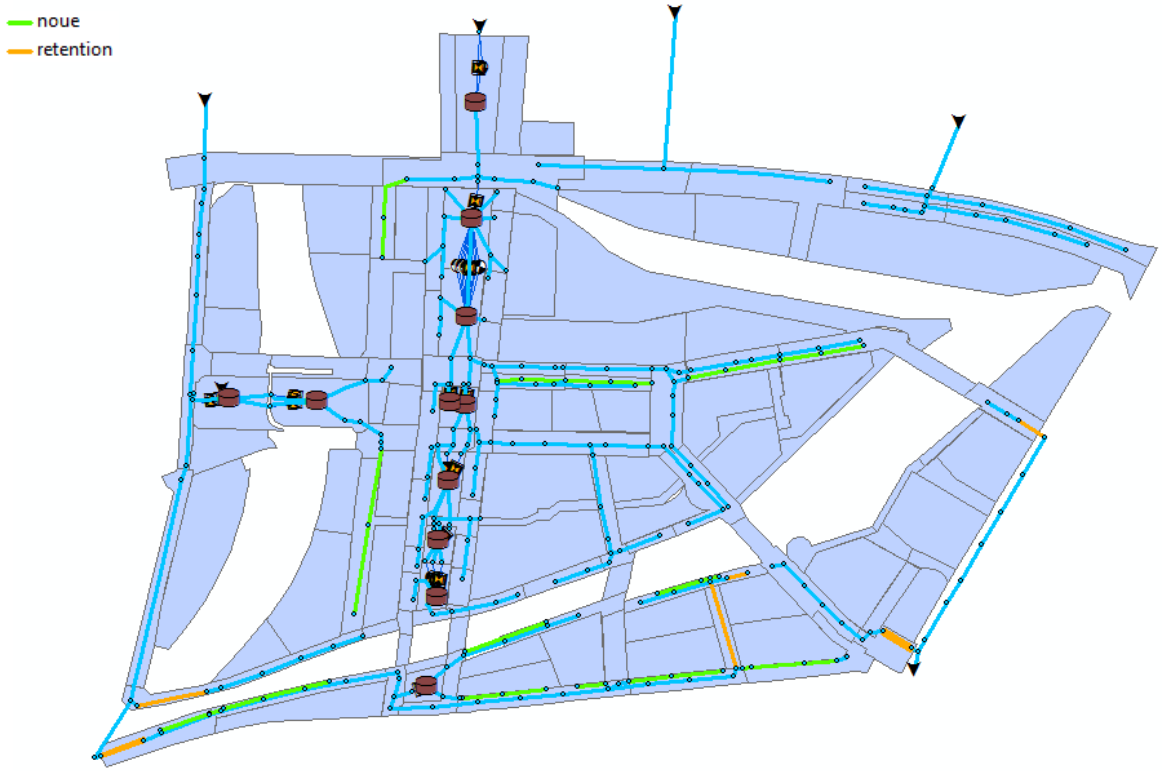
Sur les secteurs avec un rejets sur les réseau existant, les prescriptions générales de la règlementation de Saine Maritimes sont appliquées sur les surfaces publics, soit des rejets limité à 2/s/ha avec une période de retour d'insuffisance de 100 ans. Des noues et des rétentions enterrées sont mises en place afin de respecter ces prescriptions sur les espaces publics.
Ces debits de fuite sont cependant optimisés afin de permettre un temps de vidange des bassins inférieur à 48 heures.

Sur les surfaces en privées, les rejets par ilots sont limités à 8l/s pour une période de retour de 100 ans.

Les rétentions sont modélisé tel que défini dans le document « Méthode des pluies linéarisée – Rétention EP rejet réseau 6-48h ».

Les rétentions mises en places sont ainsi les suivantes:





Retention	Volume en m3	Débit de fuite en l/s	Temps de vidanges en h
rejet 1	650	17.5	46
rejet 2	80	4.5	34
rejet 3	209	2.43	48
rejet 4	354	12	38
rejet 5	149	2.5	16
rejet 6	147	2.54	23
rejet 7	64	2	17
rejet 8	73	2.1	17
rejet 9	100	2.4	19
rejet 10	416	6	45
rejet 11	80	1.6	16
rejet 12	112	2.3	22
rejet 13	217	4	30

6 – AVP Juillet 2015

Cahier technique Bassins et Canaux

Modélisation des réseaux d'eau pluvial – Résultats pour la pluie de dimensionnement

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

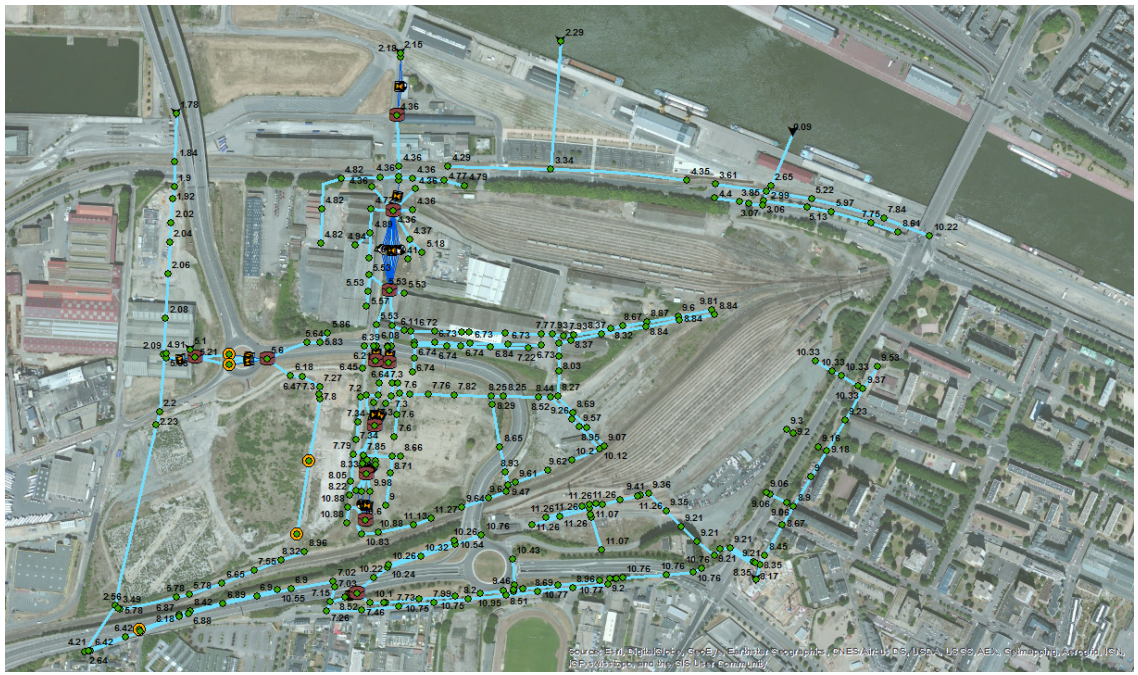
Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à -0,12 m NGF

Cartographie des hauteurs d'eau et des débordements

Les regards sont considérés débordant lorsque le niveau d'eau maximum dépasse la cote terrain naturel projet.
Les cotes maximum sont données sur la carte en m NGF.

Le réseau est correctement dimensionné pour la pluie 30 ans associé à un niveau de marée de -0.12 m NGF. Aucun débordement n'est constaté.

- Hmax > TN
- Hmax < TN
- Hmax > TN-20cm



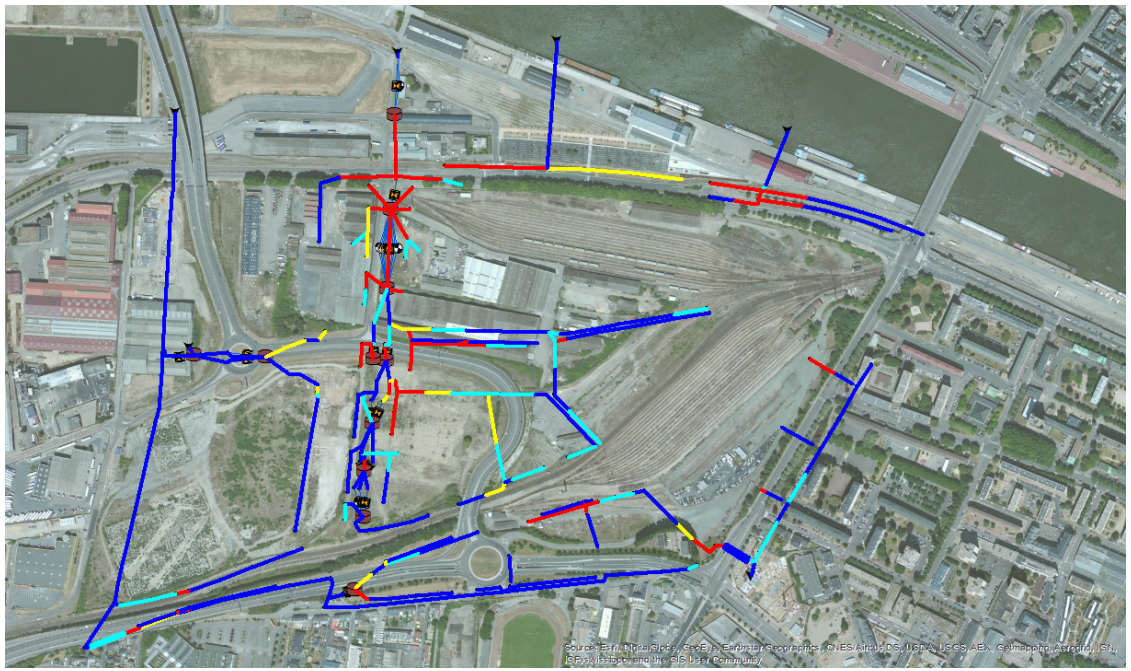
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à -0,12 m NGF

Cartographie du taux de remplissage des conduites

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %



Le taux de remplissage est calculé pour les conduite comme le rapport entre la hauteur d'eau maximum modélisé du tronçon et la hauteur de la section du tronçon. Le taux de remplissage permet de mettre en évidence les sections en charge.

On notera que l'essentiel des mises en charge du réseau ne sont pas liés à des insuffisances du réseau, mais à des mise en charge par l'aval, notamment la marée. Les niveau d'eau à l'aval vont induire une élévation de la ligne d'eau dans les conduites. Bien que la capacité d'évacuation maximum de la canalisation soit correctement dimensionnée, la ligne d'eau peut dépasser la voute des conduites et des débordements peuvent survenir.

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

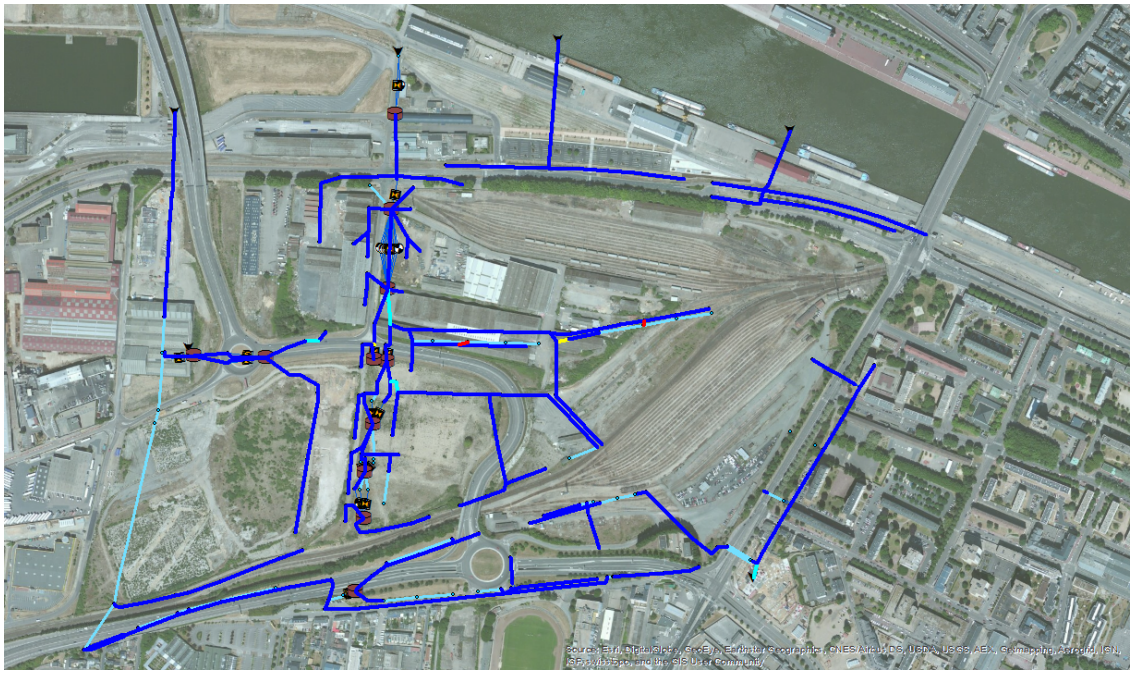
AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à -0,12 m NGF

Cartographie de la capacité du réseau

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %

La capacité du réseau correspond au rapport entre le débit maximum du tronçon et le débit théorique à pleine section du tronçon. Le débit théorique est calculé selon la formule de Manning.
La capacité du réseau permet de mettre en évidence la capacité du réseau à évacuer les débits produits. Une conduite sous capacitaire peut engendrer des désordres et des mises en charge.
Cependant, une conduite doit être sous capacitaire pour permettre de limiter le débit, notamment en sortie de noue d'infiltration.



fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

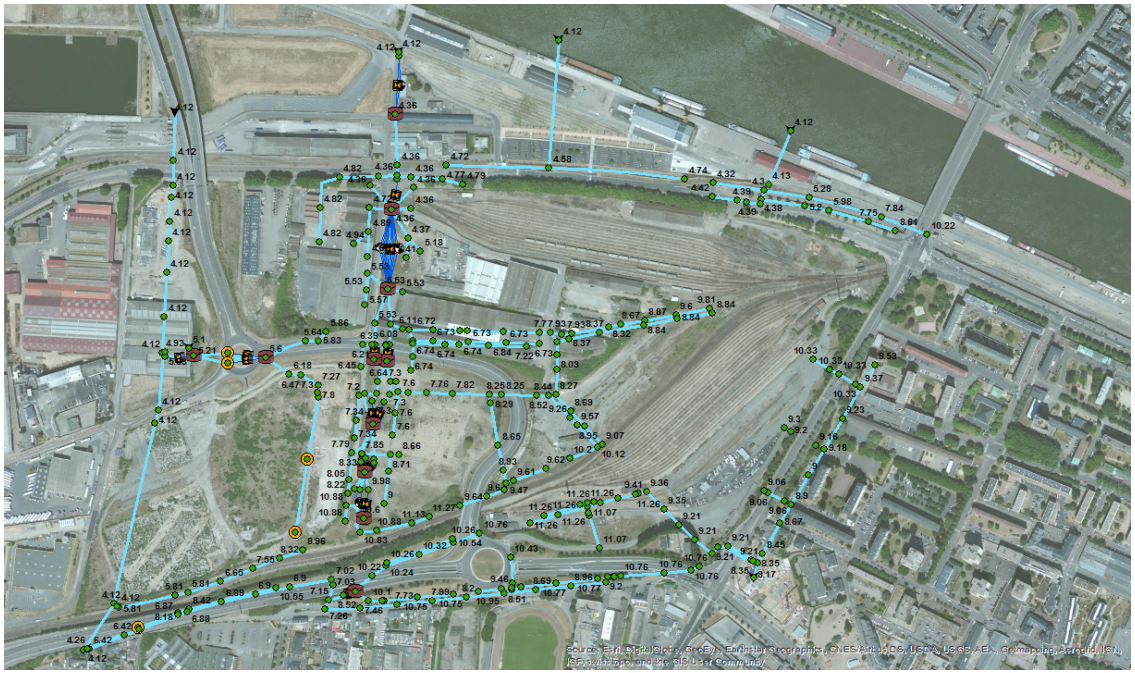
Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à 4.12 m NGF

Cartographie des hauteurs d'eau et des débordements

Les regards sont considérés débordant lorsque le niveau d'eau maximum dépasse la cote terrain naturel projet.
Les cotes maximum sont données sur la carte en m NGF.

Le réseau est correctement dimensionné pour la pluie 30 ans associé à un niveau de marée de 4.12 m NGF. Aucun débordement n'est constaté.

- Hmax > TN
- Hmax < TN
- Hmax > TN-20cm



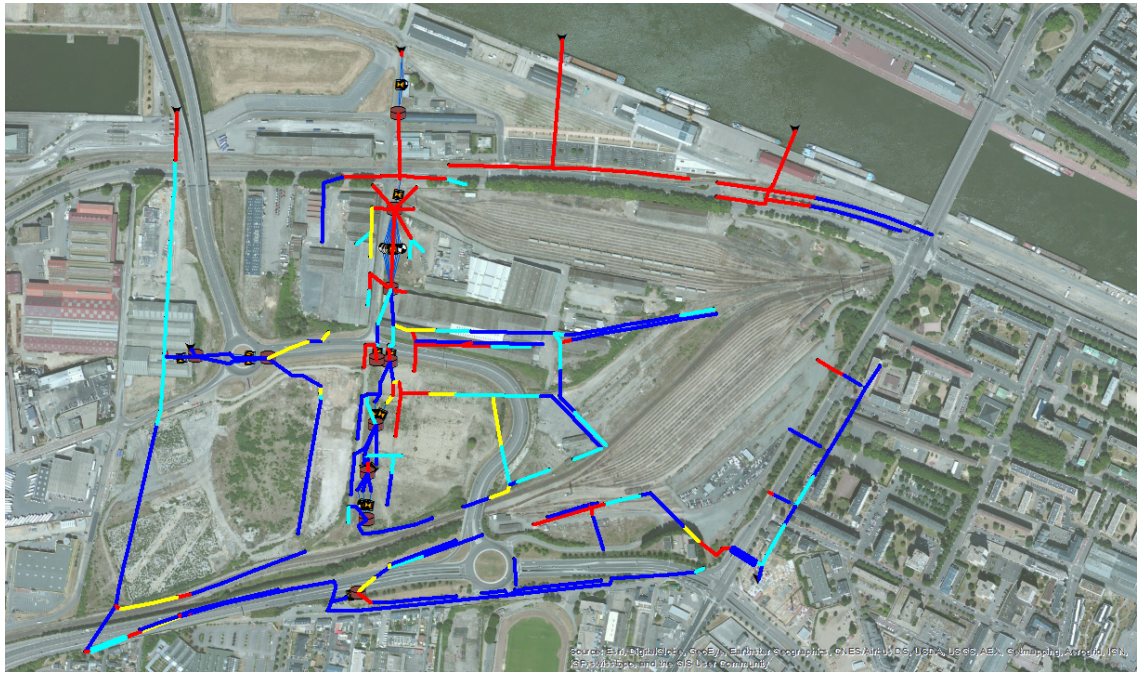
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à 4.12 m NGF

Cartographie du taux de remplissage des conduites

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %



Le taux de remplissage est calculé pour les conduite comme le rapport entre la hauteur d'eau maximum modélisé du tronçon et la hauteur de la section du tronçon. Le taux de remplissage permet de mettre en évidence les sections en charge.

On notera que l'essentiel des mises en charge du réseau ne sont pas liés à des insuffisances du réseau, mais à des mise en charge par l'aval, notamment la marée. Les niveau d'eau à l'aval vont induire une élévation de la ligne d'eau dans les conduites. Bien que la capacité d'évacuation maximum de la canalisation soit correctement dimensionnée, la ligne d'eau peut dépasser la voute des conduites et des débordements peuvent survenir.

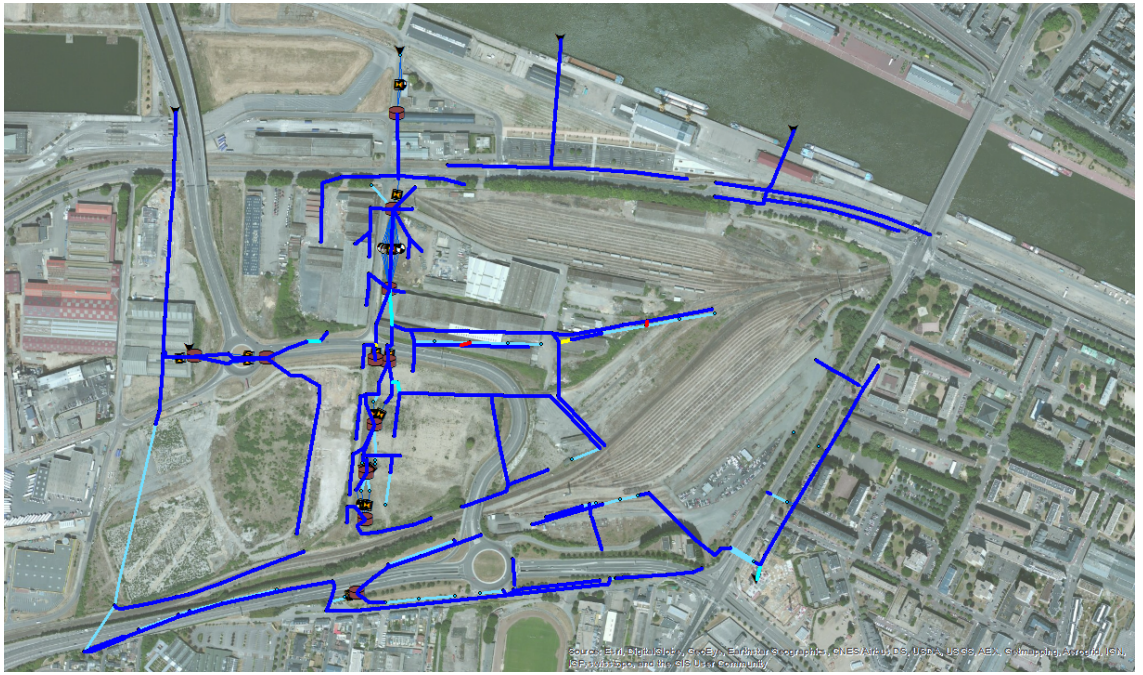
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à 4.12 m NGF

Cartographie de la capacité du réseau

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %



La capacité du réseau correspond au rapport entre le débit maximum du tronçon et le débit théorique à pleine section du tronçon. Le débit théorique est calculé selon la formule de Manning.
La capacité du réseau permet de mettre en évidence la capacité du réseau à évacuer les débits produits. Une conduite sous capacitaire peut engendrer des désordres et des mises en charge.
Cependant, une conduite doit être sous capacitaire pour permettre de limiter le débit, notamment en sortie de noue d'infiltration.

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à 5.33 m NGF

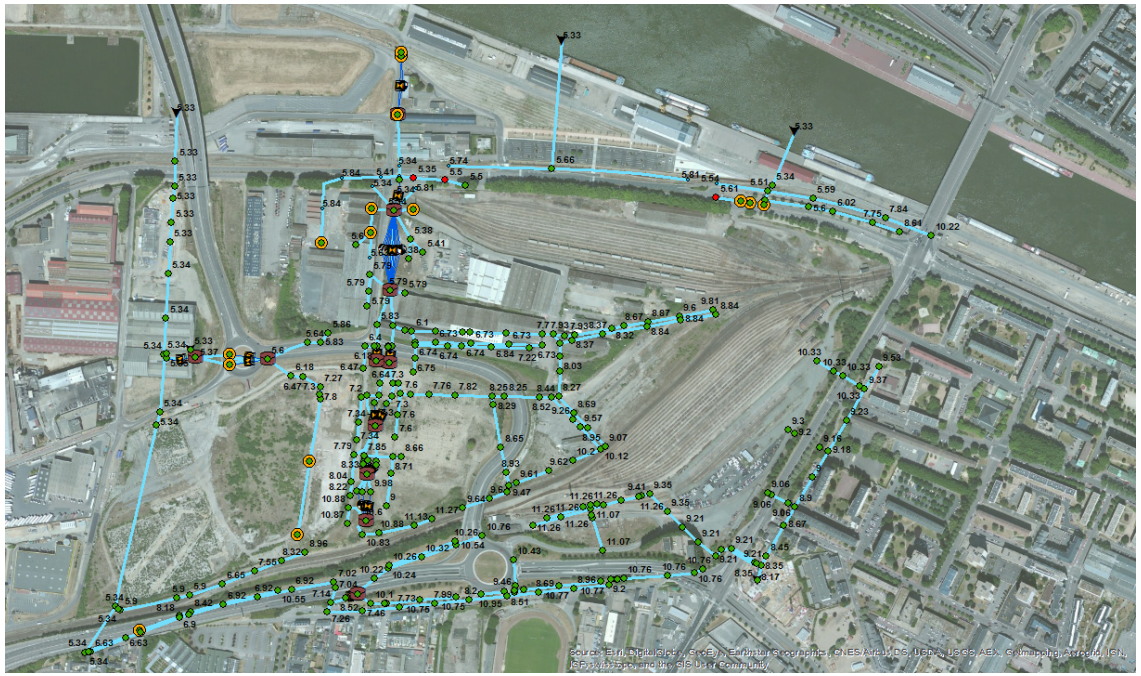
Cartographie des hauteurs d'eau et des débordements

Les regards sont considérés débordant lorsque le niveau d'eau maximum dépasse la cote terrain naturel projet.
Les cotes maximum sont données sur la carte en m NGF.

Des débordements de réseau sont observés pour la pluie 30 ans associé à un niveau de marée de 5.33 m NGF. Ces débordements sont liés au niveau d'eau extrême de la Seine. On notera que les exutoires ne sont pas équipés de clapet.

Les débordements ont lieu sur la voirie. La cote des aménagement des ilots pourra être adaptée afin de réduire l'impact du niveau d'eau de la Seine.

- Hmax > TN
- Hmax < TN
- Hmax > TN-20cm



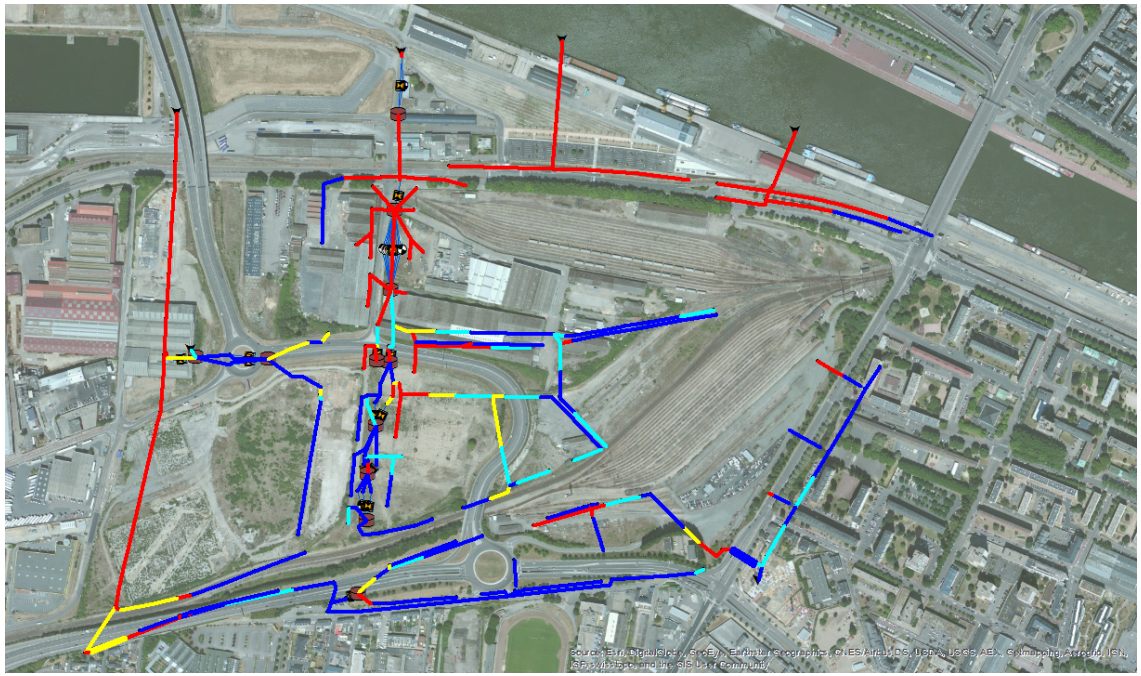
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à 5.33 m NGF

Cartographie du taux de remplissage des conduites

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %



Le taux de remplissage est calculé pour les conduite comme le rapport entre la hauteur d'eau maximum modélisé du tronçon et la hauteur de la section du tronçon. Le taux de remplissage permet de mettre en évidence les sections en charge.

On notera que l'essentiel des mises en charge du réseau ne sont pas liés à des insuffisances du réseau, mais à des mise en charge par l'aval, notamment la marée. Les niveau d'eau à l'aval vont induire une élévation de la ligne d'eau dans les conduites. Bien que la capacité d'évacuation maximum de la canalisation soit correctement dimensionnée, la ligne d'eau peut dépasser la voute des conduites et des débordements peuvent survenir.

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

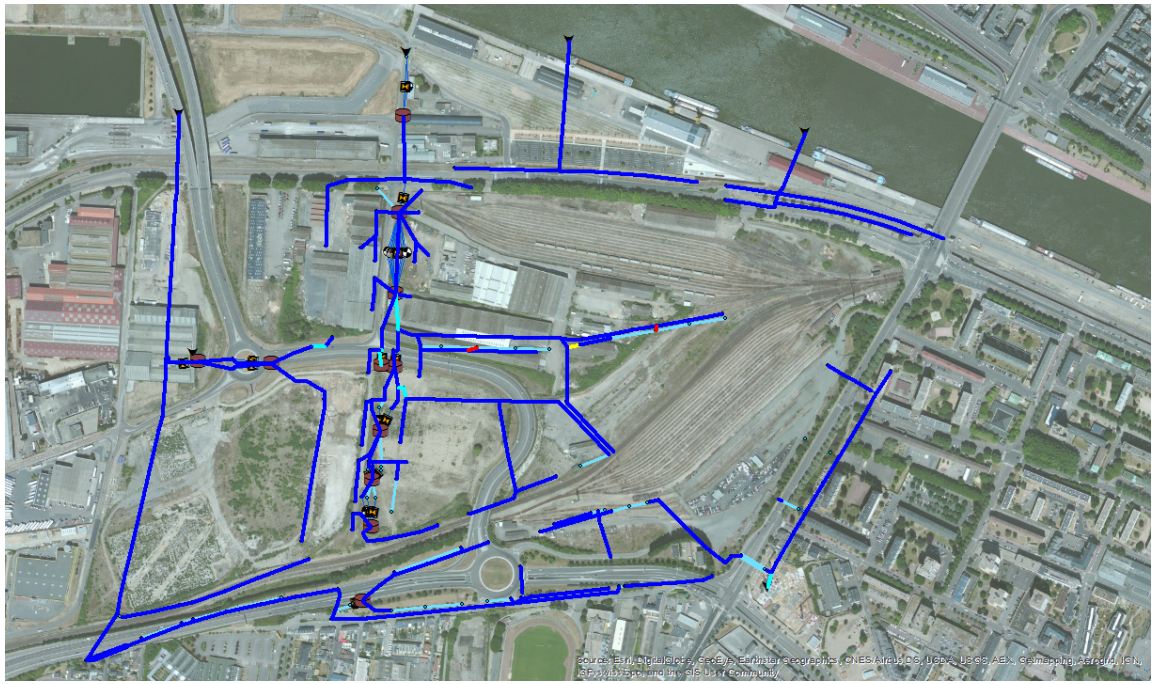
AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 30 ans avec un niveau de marée à 5.33 m NGF

Cartographie de la capacité du réseau

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %

La capacité du réseau correspond au rapport entre le débit maximum du tronçon et le débit théorique à pleine section du tronçon. Le débit théorique est calculé selon la formule de Manning.
La capacité du réseau permet de mettre en évidence la capacité du réseau à évacuer les débits produits. Une conduite sous capacitaire peut engendrer des désordres et des mises en charge.
Cependant, une conduite doit être sous capacitaire pour permettre de limiter le débit, notamment en sortie de noue d'infiltration.



6 – AVP Juillet 2015

Cahier technique Bassins et Canaux

Modélisation des réseaux d'eau pluvial – Résultats pour la pluie centennale

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

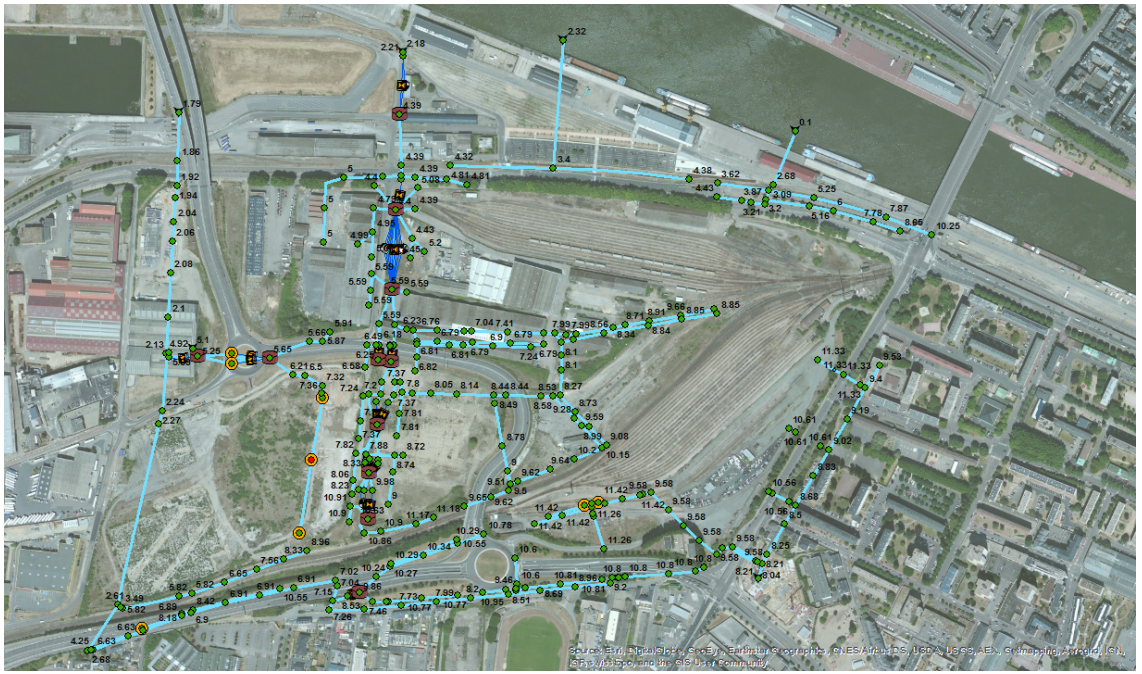
Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à -0.12 m NGF

Cartographie des hauteurs d'eau et des débordements

Les regards sont considérés débordant lorsque le niveau d'eau maximum dépasse la cote terrain naturel projet.
Les cotes maximum sont données sur la carte en m NGF.

La modélisation de la pluie centennale fait apparaitre un débordement de la noue au Sud de la rue du Port. Ce débordement est lié au remplissage légèrement excessif de la noue. Une misé en charge du réseau est observé en aval du fait des pertes de charge du réseau. Cette mise en charge se répercute dans la noue à l'amont et induit le léger débordement (2 cm).

- Hmax > TN
- Hmax < TN
- Hmax > TN-20cm



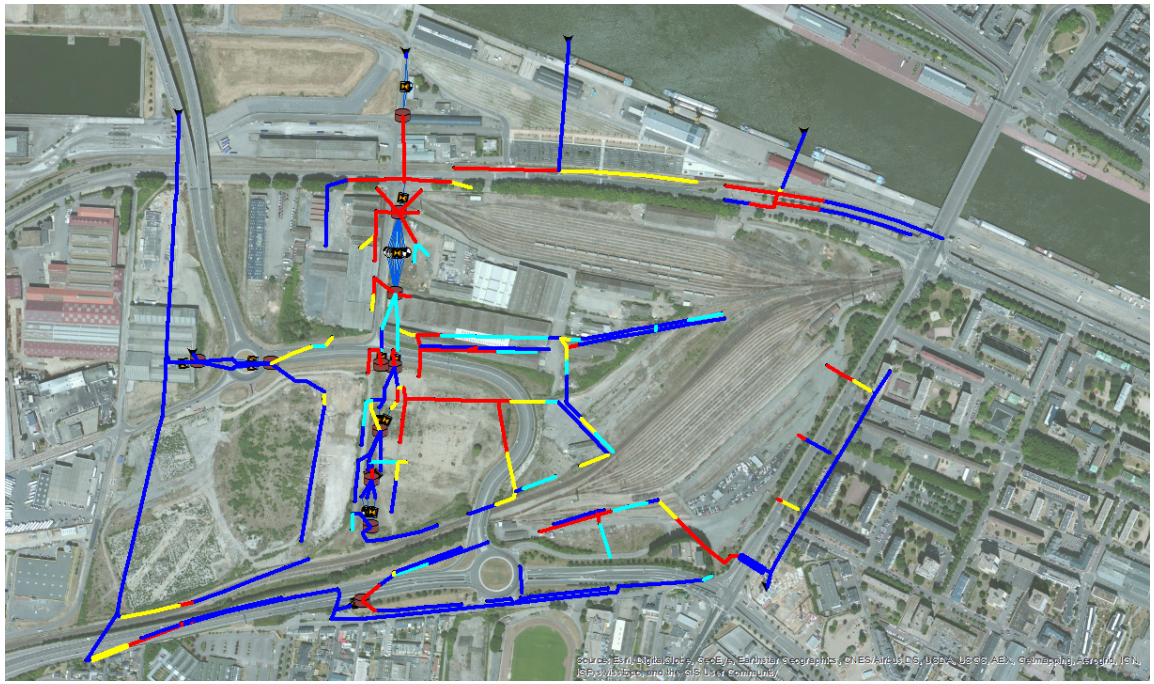
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à -0.12 m NGF

Cartographie du taux de remplissage des conduites

< 80 %
80 - 100 %
100 - 120 %
> 120 %



Le taux de remplissage est calculé pour les conduite comme le rapport entre la hauteur d'eau maximum modélisé du tronçon et la hauteur de la section du tronçon. Le taux de remplissage permet de mettre en évidence les sections en charge.

On notera que l'essentiel des mises en charge du réseau ne sont pas liés à des insuffisances du réseau, mais à des mise en charge par l'aval, notamment la marée. Les niveau d'eau à l'aval vont induire une élévation de la ligne d'eau dans les conduites. Bien que la capacité d'évacuation maximum de la canalisation soit correctement dimensionnée, la ligne d'eau peut dépasser la voute des conduites et des débordements peuvent survenir.

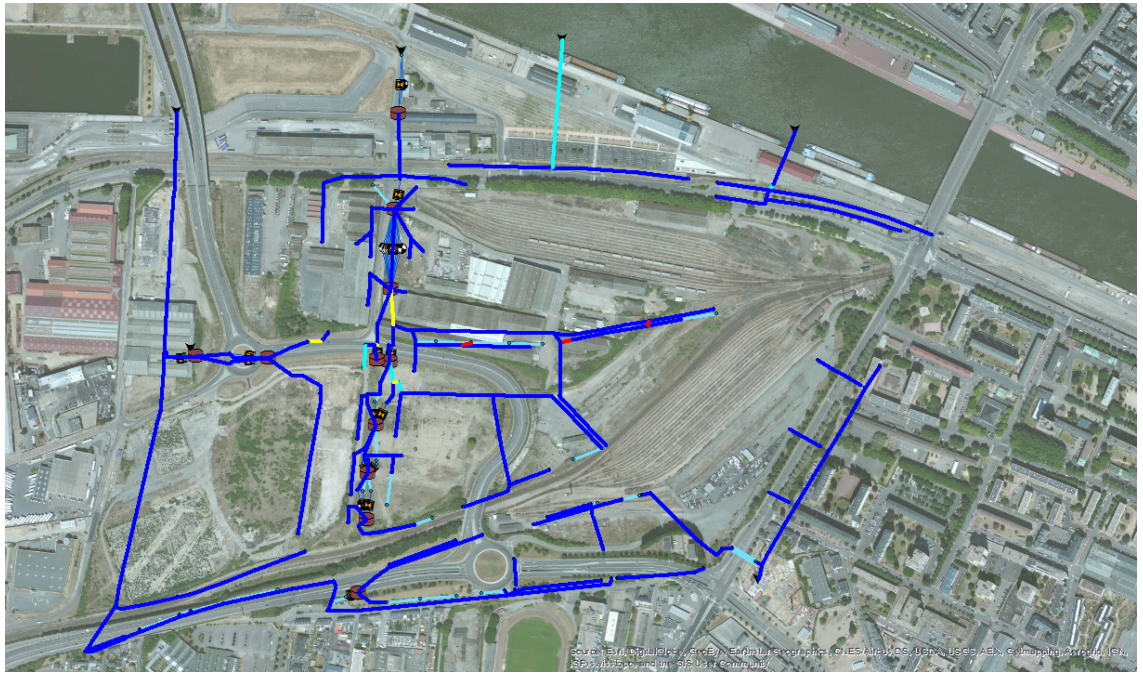
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à -0.12 m NGF

Cartographie de la capacité du réseau

< 80 %
80 - 100 %
100 - 120 %
> 120 %



La capacité du réseau correspond au rapport entre le débit maximum du tronçon et le débit théorique à pleine section du tronçon. Le débit théorique est calculé selon la formule de Manning.
La capacité du réseau permet de mettre en évidence la capacité du réseau à évacuer les débits produits. Une conduite sous capacitaire peut engendrer des désordres et des mises en charge.
Cependant, une conduite doit être sous capacitaire pour permettre de limiter le débit, notamment en sortie de noue d'infiltration.

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

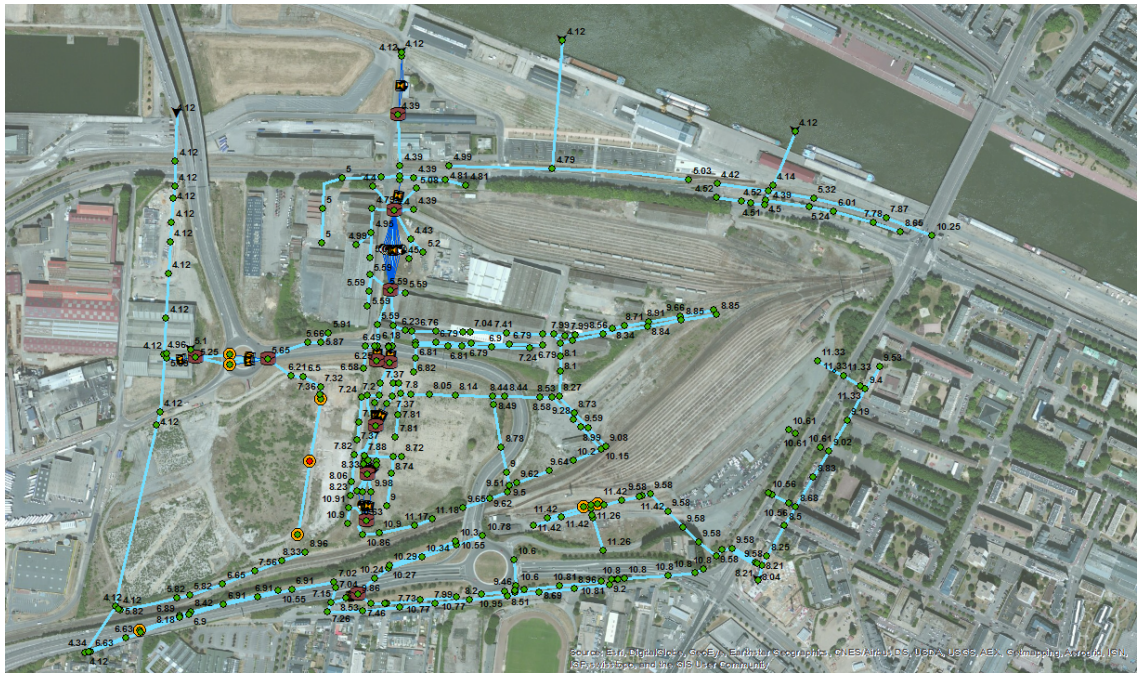
AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à 4.12 m NGF

Cartographie des hauteurs d'eau et des débordements

Les regards sont considérés débordant lorsque le niveau d'eau maximum dépasse la cote terrain naturel projet.
Les cotes maximum sont données sur la carte en m NGF.

- Hmax > TN
- Hmax < TN
- Hmax > TN-20cm



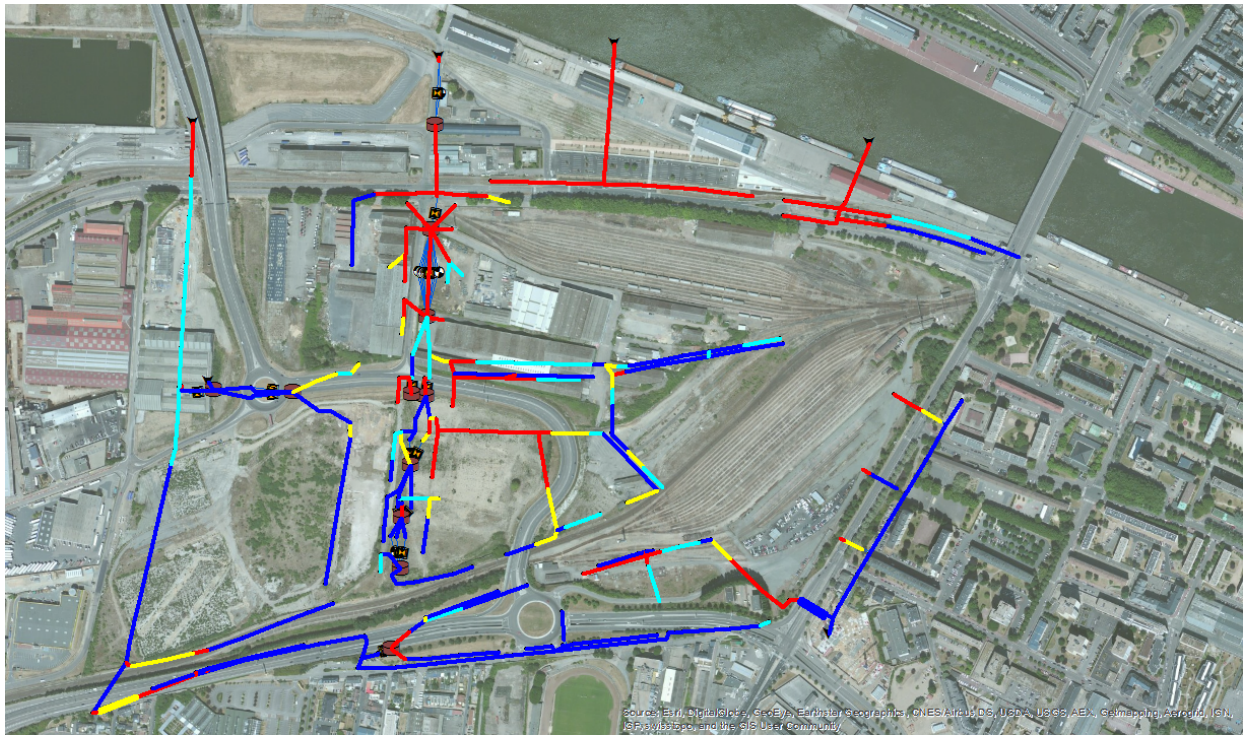
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à 4.12 m NGF

Cartographie du taux de remplissage des conduites

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %



Le taux de remplissage est calculé pour les conduite comme le rapport entre la hauteur d'eau maximum modélisé du tronçon et la hauteur de la section du tronçon. Le taux de remplissage permet de mettre en évidence les sections en charge.

On notera que l'essentiel des mises en charge du réseau ne sont pas liés à des insuffisances du réseau, mais à des mise en charge par l'aval, notamment la marée. Les niveau d'eau à l'aval vont induire une élévation de la ligne d'eau dans les conduites. Bien que la capacité d'évacuation maximum de la canalisation soit correctement dimensionnée, la ligne d'eau peut dépasser la voute des conduites et des débordements peuvent survenir.

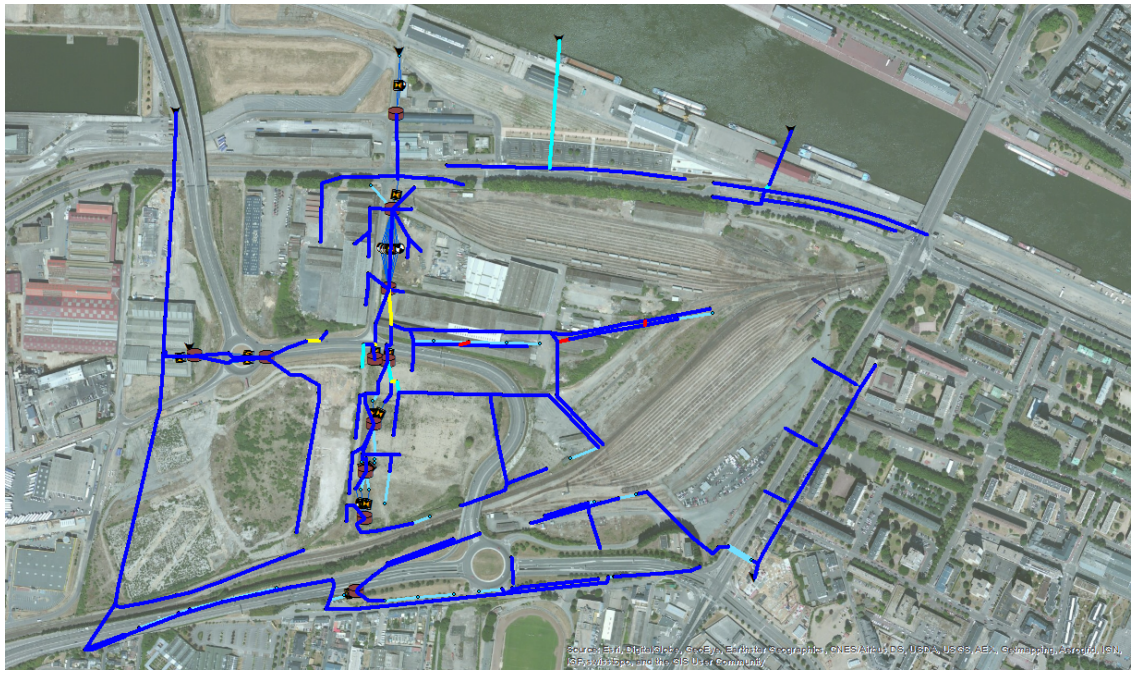
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à 4.12 m NGF

Cartographie de la capacité du réseau

< 80 %
80 - 100 %
100 - 120 %
> 120 %



La capacité du réseau correspond au rapport entre le débit maximum du tronçon et le débit théorique à pleine section du tronçon. Le débit théorique est calculé selon la formule de Manning.
La capacité du réseau permet de mettre en évidence la capacité du réseau à évacuer les débits produits. Une conduite sous capacitaire peut engendrer des désordres et des mises en charge.
Cependant, une conduite doit être sous capacitaire pour permettre de limiter le débit, notamment en sortie de noue d'infiltration.

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à 5.33 m NGF

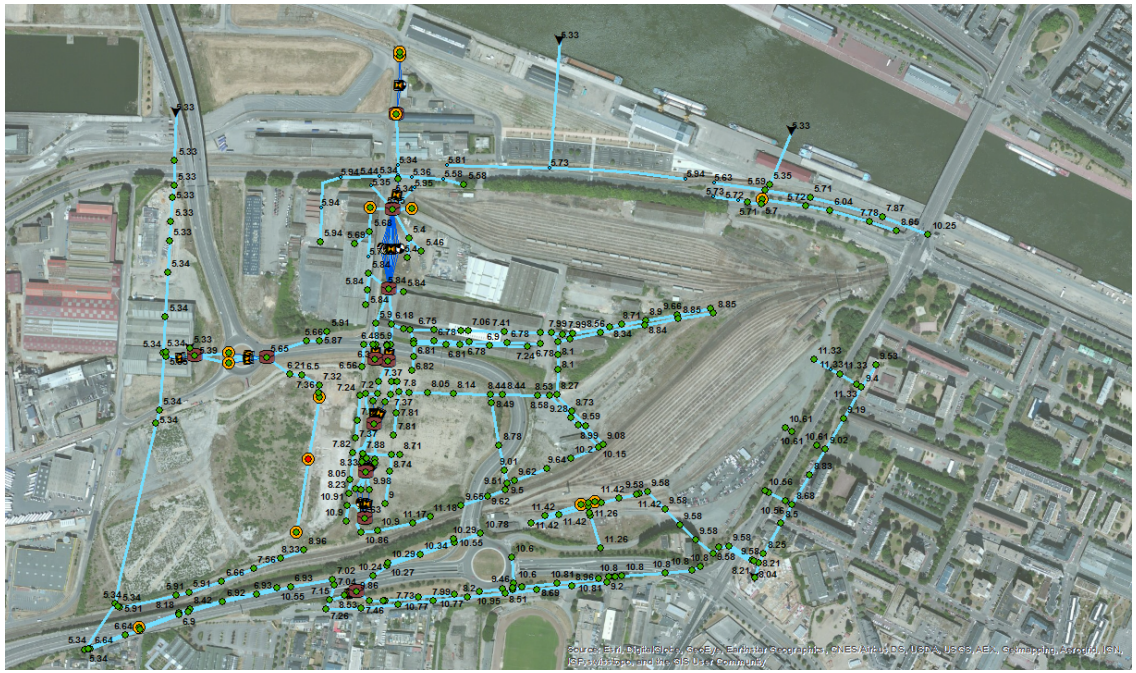
Cartographie des hauteurs d'eau et des débordements

Les regards sont considérés débordant lorsque le niveau d'eau maximum dépasse la cote terrain naturel projet.
Les cotes maximum sont données sur la carte en m NGF.

Des débordements de réseau sont observés pour la pluie 30 ans associé à un niveau de marée de 5.33 m NGF. Ces débordements sont liés au niveau d'eau extrême de la Seine. On notera que les exutoires ne sont pas équipés de clapet.

Les débordements ont lieu sur la voirie. La cote des aménagement des ilots pourra être adaptée afin de réduire l'impact du niveau d'eau de la Seine.

- Hmax > TN
- Hmax < TN
- Hmax > TN-20cm



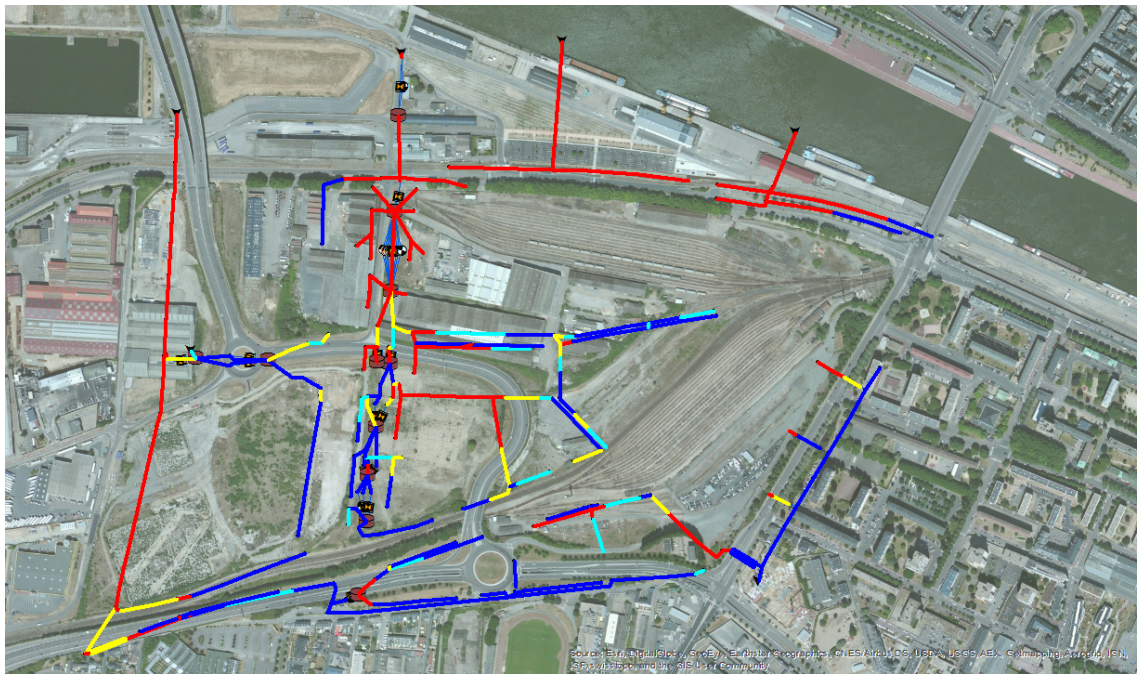
fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à 5.33 m NGF

Cartographie du taux de remplissage des conduites

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %



Le taux de remplissage est calculé pour les conduite comme le rapport entre la hauteur d'eau maximum modélisé du tronçon et la hauteur de la section du tronçon. Le taux de remplissage permet de mettre en évidence les sections en charge.

On notera que l'essentiel des mises en charge du réseau ne sont pas liés à des insuffisances du réseau, mais à des mise en charge par l'aval, notamment la marée. Les niveau d'eau à l'aval vont induire une élévation de la ligne d'eau dans les conduites. Bien que la capacité d'évacuation maximum de la canalisation soit correctement dimensionnée, la ligne d'eau peut dépasser la voute des conduites et des débordements peuvent survenir.

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

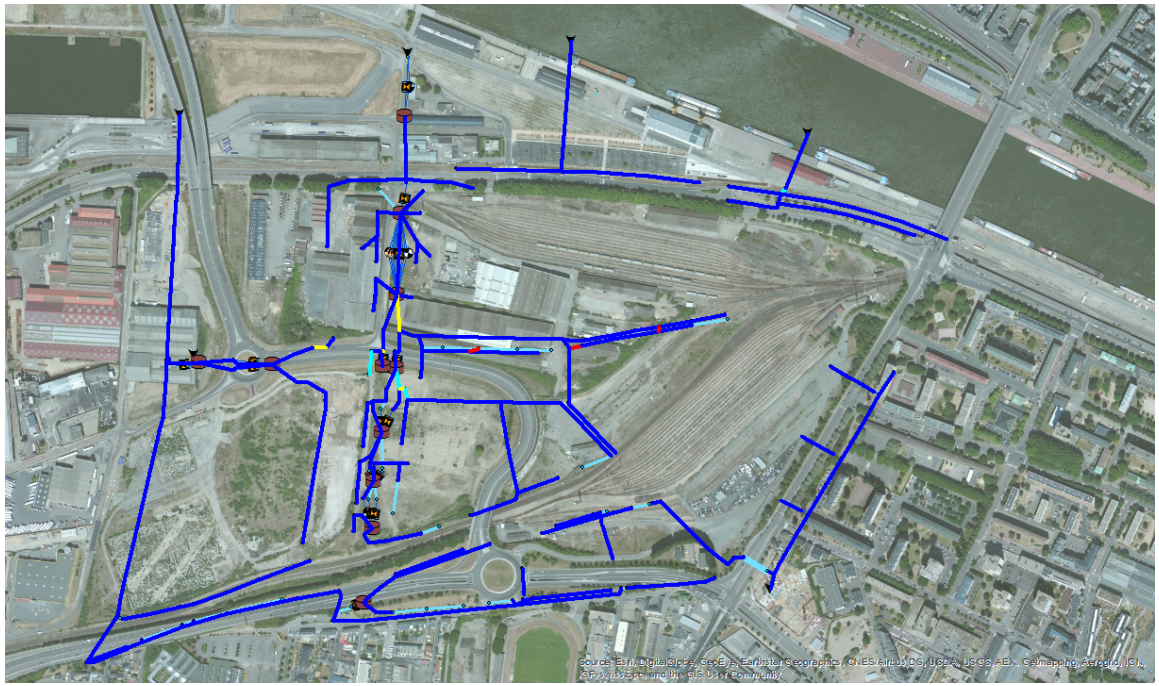
AVP Juillet 2015

Pluie de période de retour 100 ans avec un niveau de marée à 5.33 m NGF

Cartographie de la capacité du réseau

- < 80 %
- 80 - 100 %
- 100 - 120 %
- > 120 %

La capacité du réseau correspond au rapport entre le débit maximum du tronçon et le débit théorique à pleine section du tronçon. Le débit théorique est calculé selon la formule de Manning.
La capacité du réseau permet de mettre en évidence la capacité du réseau à évacuer les débits produits. Une conduite sous capacitaire peut engendrer des désordres et des mises en charge.
Cependant, une conduite doit être sous capacitaire pour permettre de limiter le débit, notamment en sortie de noue d'infiltration.



6 – AVP Juillet 2015

Cahier technique Bassins et Canaux

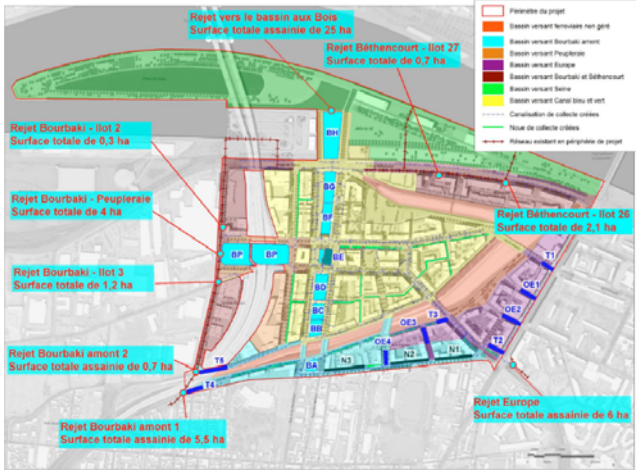
Modélisation des réseaux d'eau pluvial – Conclusion et tableaux de synthèses sur le fonctionnement des bassins

Le réseau est correctement dimensionné pour une période de retour de 30 ans. On note simplement une légère insuffisance des tronçons de décharge des noues, lié à modélisation de l'ouvrage de sortie. Cette limitation permet de solliciter la rétention des noues.
Une légère insuffisance du réseau est également à noter au niveau du collecteur Béthencourt en 500 mm.

Le constat est le même pour une pluie d'occurrence centennale. Aucun débordement d'importance n'est observé. Il peut cependant être fait les recommandations suivantes pour un dimensionnement centennale:

- Noue de l'espace public J4 de dimension 3m HE 50 cm
- Raccordement vers les réseau existant Europe en 600 mm et plutôt qu'en 400 mm
- Redimensionnement du 500 mm existant sur Béthencourt, ou mise en place de rétention (noue) sur les espaces public.

Le niveau de marée a son importance sur les niveaux d'eaux et les débits. Ainsi, les plus la marée est haute, plus les débits sur les collecteurs impactés est faible. Le rapport est inverse avec le remplissage des canalisations où plus la marée est haute, plus le remplissage des réseaux est important. On a ainsi des débits plus important pour des un niveau de marée à -0.12 m NGF.
Des débordements apparaissent ainsi sur la partie aval du réseau, soumis à l'influence des niveaux d'eau de la Seine.



Le tableau ci-dessous donne pour la pluie centennale les débits calculés au niveau des principaux rejets sur les rejets existants. Ceux-ci sont comparées aux débits avec une hydrologie actuelle sans mise en place de rétention.
Le débits capables correspond au débits théorique à pleine section minimum sur le tronçon exutoire.

Rejet	Surface	Débit maximum pour la pluie centennale et une marée de 4.12 m NGF
Bourbaki amont 1	5.5 ha	47 l/s
Bourbaki amont 2	0.7 ha	2 l/s
Bourbaki – Ilot 3	1.2 ha	235 l/s
Bourbaki - Peupleraie	4 ha	4 l/s
Bourbaki – Ilot 2	0.3 ha	95 l/s
Bassin aux Bois	25 ha	225 l/s
Europe	6 ha	39 l/s
Béthencourt – Ilot 26	2.1 ha	290 l/s
Béthencourt – Ilot 27	0.7 ha	85 l/s

fonctionnement du réseau d'eau pluvial

AVP Juillet 2015

Fonctionnement des bassins de rétentions avec une pris en compte des rejets privatifs à 8 l/s/ilot . Le dimensionnement des rétentions est optimisé afin de permettre des temps de vidanges inférieurs à 48 heures.

Tableau de synthèse

Exutoire	*Rejet*	*Ouvrage de rétention créé*	*Surface totale collectée (ha)*	*Bassins versants et îlots concernés*	*Volume de stockage de l'ouvrage modélisé (m³)*	*Volume de stockage utile de l'ouvrage (m³) modélisé*	*Débit de fuite dimensionnant théorique (L/s)*	*Orifice de fuite*	*Débit de fuite réel en sortie d'ouvrage (L/s)*	*Débit de surverse ou débit de pointe centennal (L/s)*	*Temps de vidange du volume centennal (h) modelisé*	*Temps de vidange théorique du volume centennal (h)*
Réseau Boulevard de l'Europe	rejet 6	Tubosider Ø 1800	0.60	I-9-10-1/2 ilot24	157	147	2	0.03	2.54	0	23	16
	rejet 2	Tubosider Ø 2000	1.19	A-17 1/2 ilot 17 et 18 + rejet 11	90	80	2	0.04	4.5	0	34	5
	rejet 4	Tubosider 4 x Ø2000	3.10	I-1-2-3 - ilot 21 + rejet 2	628	354	2	0.07	12	0	38	8
	rejet 5	Rétention enterrée	0.60	I-5-4- 1/2ilot23	150	149	2	0.03	2.5	0	16	17
	rejet 11	Rétention enterrée	0.16	A-16	76	80	2	0.04	1.6	0	30	14
	rejet 13	Rétention enterrée	0.91	I-8 1/2 ilot 24 et 23	280	217	2	0.04	4	0	34	15
		Pas d'ouvrage de rétention	0.15	I-6						29		
		Pas d'ouvrage de rétention	0.08	I-7						17		
		Ouvrages privatifs	4.13	Ilots 21 à 25 + 1/2 îlots 17-18	*Hypothèses prises en compte pour les débits de fuite privatifs : 8 L/s/îlot*							
Réseau Bourbaki amont 1	rejet 12	Noue de rétention	0.36	A-15	156	112	2	0.04	2.3	0	22	14
	rejet 8	Noue de rétention	0.25	A-14	100	73	2	0.04	2.1	0	17	10
	rejet 9	Noue de rétention	0.37	A-10	150	100	2	0.04	2.4	0	19	12
	rejet 7	Rétention enterrée	0.21	A-11	97	64	2	0.03	2	0	17	9
	rejet 10	Bassin de rétention A	1.39	A-4-5-6-7-8-9-12-13+ 1/3 ilot 19 + rejet 9	372	416	2	0.06	6	0	45	19
	rejet 1	3 Tubosider Ø 2000	5.51	A-1-2-3 + rejet 10, 9,8,7 et 12 + 1/2 ilot 17 et 18 + 2/3 ilot 19 +ilot 20	706	650	2	0.06	17.5	0	46	10
		Ouvrages privatifs	2.51	Ilots 19 et 20 + 1/2 îlots 17-18	*Hypothèses prises en compte pour les débits de fuite privatifs : 8 L/s/îlot*							
Réseau Bourbaki amont 2	rejet 3	Tubosider Ø 1800	0.47	J-8-9	228	209	2	0.03	2.43	0	48	32
		Ouvrages privatifs	0.25	Ilot 7	*Hypothèses prises en compte pour les débits de fuite privatifs : 8 L/s/îlot*							
Réseau Bourbaki intermédiaire	rejet Bourbaki - Ilot 3	Pas d'ouvrage de rétention	1.11	J-6-7-11						214		
		Ouvrages privatifs	2.35	Ilots 1 à 3	*Hypothèses prises en compte pour les débits de fuite privatifs : 8 L/s/îlot*							
Réseau Bourbaki - Peupleraie	rejet Bourbaki - Peupleraie	Bassins de la Peupleraie	4.26	Ilot 6 + J-1-2-3-4-5-10	1300 pour P10 1800 pour P100	1300 pour P10 1800 pour P100	Rejet : 0 L/s pour P10 Infiltration: 4.32 mm/h (source etude geotech)	0.3	4	3.8	83	
Canal Vert		Bassin de rétention B	0.65	B1-2-3-(1/2)4-5-6-7	180	180	6.5	0.2 vanné à 0.05	6	0	17	
		Bassin de rétention C	0.67	C3-1/2B4 - ilot29	185	185	13.2	0.2 vanné à 0.05	14	0	10	
		Bassin de rétention D	0.84	C1-2 D1-2-3	285	285	21.6	0.3	18	0	48	
		Bassin de rétention E	5.40	Ilot-30-11-12-14-13 E1-2-3-9-4-6-10-7-5-8-D2	975	975	75.6	2 orifice de 0.3	520	0	21	
Canal Bleu		Bassin de rétention F	7.99	Ilot16-15-9-31-10-F-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12	4845	4845	155.5	10 orifice de 0.3x0.6	161	0	33	
		Bassin de rétention G	4.65	Ilot8-32 G1-2-3-4-5	1175	740	202	surverse de 32 m	296	-	39	
	Rejet vers le bassin aux Bois	Bassin de rétention H	4.89	Ilot-28-33-4-5 H1-2-3-4-5-6	2195	1440	250	0,4*1.5 m	225	0	39	
Réseau avenue Béthencourt	rejet Bethencourt - ilot 27 rejet Bethencourt - ilot 26	Pas d'ouvrage de rétention	5.44	H8-9 Ilot26-27						221 l/s 307 l/s		

Raccordement sur existant

Raccordement sur existant

Réseau AEP en attente
Regard EU en attente

Bassin D
Surverse : 7.75
Fond : 7.25
Volume de rétention décennal 250m3
Volume de rétention centennal 285m3

Bassin C
Surverse : 9.70
Fond : 9.20
Volume de rétention décennal 165m3
Volume de rétention centennal 185m3

Bassin B
Surverse : 10.95
Fond : 10.45
Volume de rétention décennal 120m3
Volume de rétention centennal 180m3

Regard EU en attente
Regard EP en attente

Réseau AEP en attente
Regard EP en attente
Regard EU en attente

Rétention enterrée
Débit de fuite : 2l/s

Regard EU en attente
Regard EP en attente
Réseau AEP en attente

Raccordement sur existant
Maillage sur réseau existant

Rétention enterrée 209m3
Débit de fuite : 2.43l/s
Tubossier Ø1800

Raccordement sur existant

Rétention enterrée 650m3
Débit de fuite : 17.2l/s
Tubossier Ø1800

Branchement sur réseau existant

Maillage sur réseau existant

Canal vert sud
Rétention paysagère 416m3
Débit de fuite : 6l/s

Noeud actuel bassin C

Rétention en noue 100m3
Débit de fuite : 2.4l/s
Hauteur d'eau : 0.47m

Branchement sur réseau unitaire existant Ø250

Raccordement sur existant

RESEAUX PROJETES

	Tranchée Chauffage Urbain
	Tranchée Chauffage Urbain Provisoire
Exemple	Annotation Ouvrage CU
	Tranchée + Réseaux Alimentation Eau Potable
	Tranchée + Réseau Refoulement pour fonctionnement écologique des bassins
	Tranchée + Réseau Eau Potable à renforcer
	Tranchée + Réseau Eau Potable à dévoyer
	Réseau Eau Potable à abandonner
	Eau Potable - Vanne
	Eau Potable - Branchement collectif
	Eau Potable - Plaque pleine
	Eau Potable - Poteau Incendie
	Eau Potable - Pompe de refoulement pour fonctionnement écologique des bassins
	Eau Potable - Rejet pour fonctionnement écologique des bassins
	Eau Potable - Point de puisage pour lavage
Exemple	Annotation Ouvrage AEP
	Tranchée + Réseau principal Eaux Usées
	Tranchée + Réseau branchement Eaux Usées
	Réseau Eaux Usées à abandonner
	Eaux Usées - Regard de visite
	Eaux Usées - Boîte de branchement
	Eaux Usées - Poste de relevage
Exemple	Annotation Ouvrage EU
	Tranchée + Réseau principal Eau Pluviale
	Tranchée + Réseau branchement Eau Pluviale
	Tranchée + Réseau Eau Pluviale à dévoyer
	Réseau Eau Pluviale à supprimer
	Eau Pluviale - Regard de visite
	Eau Pluviale - Boîte de branchement
	Eau Pluviale - Avaloir
	Eau Pluviale - Grille
	Eau Pluvial - Ouvrage de survers bassins
	Eau Pluviale - Ouvrage Bassin Divers
	Eau Pluviale - Ouvrage Bassin Divers
	Eau Pluviale - Débourbeur - déshuileur

RESEAUX PROJETES

R	Eau Pluviale - Regard décanté avec régulateur de débit
	Eau Pluviale - Caniveau à grille
Exemple	Annotation Ouvrage EP
	Canalisation fonte en attente pour curage
	Prise en attente pour curage
	Vanne sous citerneau pour curage
	Enrochements
	Matelas gabions
	Mur gabions

Nota: 1/ Plan soumis aux conclusions de l'étude de faisabilité d'un réseau de chaleur ;

Nota: 2/ Plan soumis à l'étude ARE pour la desserte du réseau HTA ;

Nota: 3/ Plan à mettre à jour selon le phasage opérationnel définitif.

RESEAUX EXISTANTS

	Réseaux Eaux Pluviales Existants
	Réseaux Refoulement Eaux Pluviales Existants
	Réseaux Eaux Usées Existants
	Réseaux Refoulement Eaux Usées Existants
	Réseaux AEP Existants
	Réseaux GAZ Existants
	Réseaux OLEODUC Existants
	Réseaux Eclairage Existants
	Réseaux Basse Tension Existants
	Réseaux Basse Tension Aérien Existants
	Réseaux Haute Tension Existants
	Réseaux FT Existants
	Réseaux FT Aérien Existants
	Réseaux FO Existants
	Fourreaux existants en attente
	Tranchée technique existante

Métropole Rouen Normandie

Maîtrise d'ouvrage :

ROUEN NORMANDIE AMENAGEMENT
Montmorency II
65 avenue de Bretagne BP 1137
76175 ROUEN Cedex 1
Tel : 02 32 81 69 10

Aménagement du quartier Flaubert
Marché 2

Maîtrise d'oeuvre :

Atelier Jacqueline OSTY & associés
77 rue de Charonne
75 011 PARIS
Tel : 01 43 48 63 84
atelier@osty.fr

ATTICA urbanisme et paysage
10 bd des Batignolles
75 017 PARIS
Tel : 01 45 22 19 77
Fax : 01 45 22 38 09
attica@atticа-urbanisme.fr

Agence CONCEPTO
Parc de Garlande, 1 rue de l'Egalité,
92220 Bagneux
Tel : 01 47350674
Fax : 01 47353282

EGIS France
Parc de la Vallée-32 rue Raymond Aron
76 130 MONT SAINT AIGNAN
Tel : 02 35 12 55 85
Fax : 02 35 60 42 18
rouen.egis-France@egis.fr

BURGEAP Normandie
24 rue des Pâtis
76 140 PETIT QUEVILLY
Tel : 02 32 81 45 00
Fax : 02 32 10 37 33
rouen@burgeap.fr

N

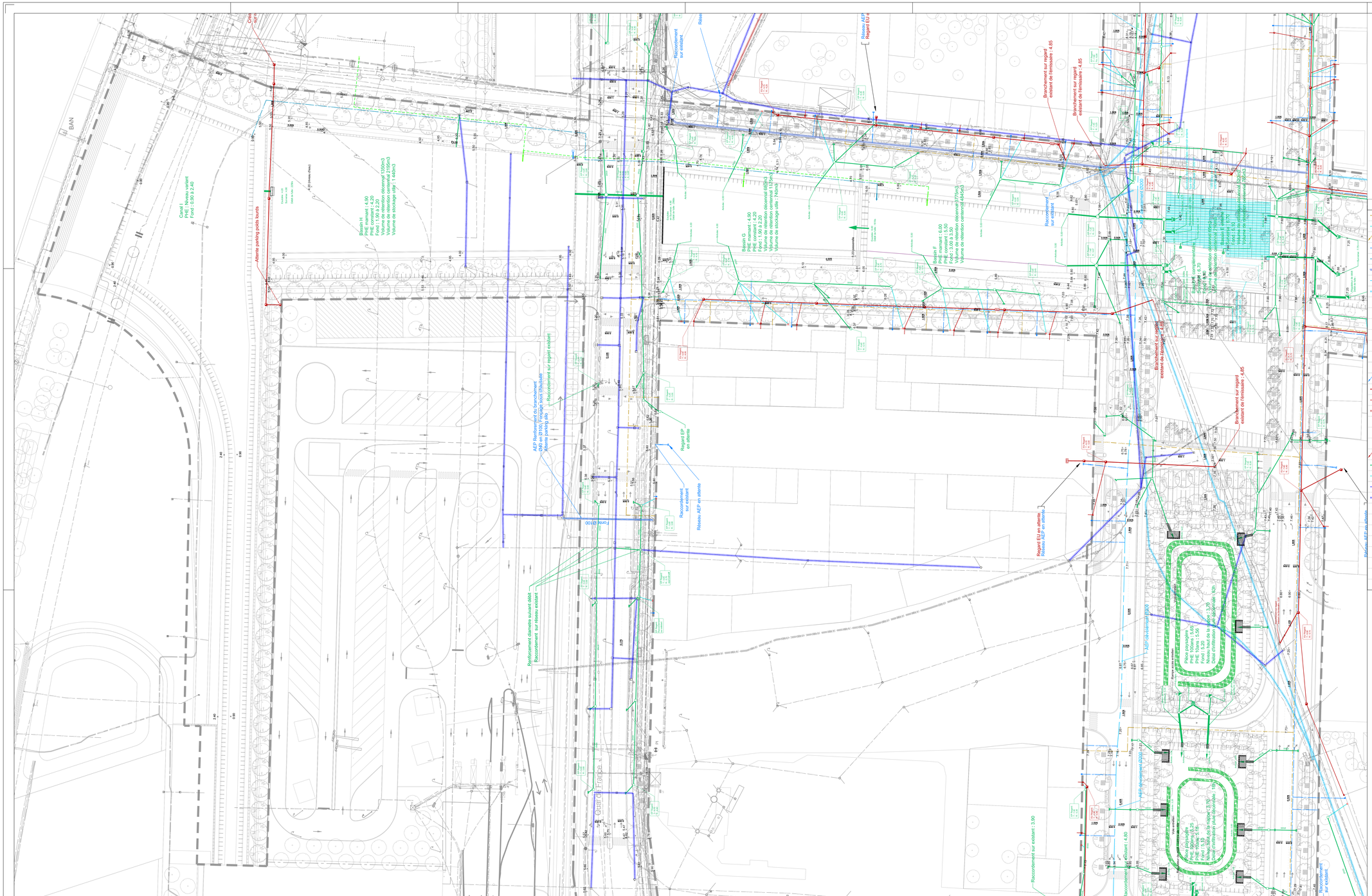
Lot

Plan des réseaux humides
Rives faisceau plaine

Numéros
1.9.5

Emetteur	Echelle	Date	Phase	Indice
OSTY - ATTICA - CONCEPTO EGIS - BURGEAP	1/500	**juin 2015**	**AVP**	2

Modifications	Date
Création du document	31/10/14
Modifications suite aux remarques des services de la Métropole	08/06/15
Modifications selon rapport DHI "Cahier technique bassins et canaux Ind G"	23/08/15


Basin H
PHE mamant : 4,90
PHE constant : 4,20
Fond : 1,90 à 2,20
Volume de rétention décennal 1350m3
Volume de rétention centennal 2100m3
Volume de stockage utile : 1 140m3
Basin G
PHE mamant : 4,90
PHE constant : 4,20
Fond : 1,90 à 2,20
Volume de rétention décennal 680m3
Volume de rétention centennal 1 030m3
Volume de stockage utile : 740m3
Basin F
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 3775m3
Volume de rétention centennal 4845m3
Basin E
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin D
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin C
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin B
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin A
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin I
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin J
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin K
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin L
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin M
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin N
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin O
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin P
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin Q
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin R
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin S
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin T
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin U
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin V
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin W
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin X
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin Y
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin Z
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AA
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AB
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AC
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AD
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AE
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AF
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AG
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AH
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AI
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AJ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AK
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AL
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AM
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AN
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AO
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AP
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AQ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AR
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AS
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AT
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AU
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AV
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AW
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AX
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AY
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin AZ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BA
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BB
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BC
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BD
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BE
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BF
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BG
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BH
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BI
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BJ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BK
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BL
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BM
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BN
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BO
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BP
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BQ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BR
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BS
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BT
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BU
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BV
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BW
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BX
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BY
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin BZ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CA
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CB
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CC
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CD
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CE
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CF
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CG
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CH
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CI
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CJ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CK
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CL
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CM
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CN
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CO
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CP
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CQ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CR
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CS
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CT
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CU
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CV
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CW
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CX
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CY
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin CZ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DA
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DB
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DC
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DD
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DE
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DF
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DG
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DH
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DI
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DJ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DK
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DL
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DM
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DN
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DO
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DP
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DQ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DR
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DS
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DT
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DU
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DV
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DW
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DX
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DY
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin DZ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EA
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EB
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EC
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin ED
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EE
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EF
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EG
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EH
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EI
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EJ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EK
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EL
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EM
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EN
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EO
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EP
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EQ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin ER
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin ES
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin ET
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EU
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EV
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EW
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EX
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EY
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin EZ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FA
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FB
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FC
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FD
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FE
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FF
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FG
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FH
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FI
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FJ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FK
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FL
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FM
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FN
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FO
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FP
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FQ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FR
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FS
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FT
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FU
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FV
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FW
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FX
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FY
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin FZ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GA
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GB
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GC
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GD
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GE
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GF
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GG
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GH
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GI
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GJ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GK
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GL
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GM
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GN
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GO
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GP
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GQ
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GR
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GS
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GT
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GU
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Basin GV
PHE mamant : 6,00
PHE constant : 5,50
Fond : 3,00 à 3,30
Volume de rétention décennal 1 200m3
Volume de rétention centennal 1 700m3
Bas

Raccordement sur Ø500

Branchement sur regard existant de l'émissaire : 5.00

Raccordement sur regard existant
Raccordement sur réseau existant

Passage sur réseau existant conservé
Branchement sur regard existant de l'émissaire : 5.00

Renforcement diametre 500 suivant débit

Regard EU en attente
Tranchée CU en attente
Réseau AEP en attente

Voie Terrée Béthencourt

Quai Jean de Béthencourt

Regard EU en attente

Réseau AEP en attente

Tranchée CU en attente

Réseau AEP en attente
Tranchée CU en attente

Réseau AEP en attente

Regard EP en attente
Regard EU en attente

Regard EP en attente

Regard EP en attente
Regard EU en attente
Réseau AEP en attente

Réseau AEP en attente
Regard EP en attente

Regard EP en attente
Réseau AEP en attente
Regard EU en attente

Rétention enterrée 14 m3
Débit de fuite : 2,54l/s
Ø régulateur Ø160

Regard EU en attente
Réseau AEP en attente
Regard EP en attente

Raccordement sur existant

Raccordement sur existant

Branchement sur réseau existant

Réseau AEP en attente

Rétention enterrée 217m3
Débit de fuite : 4l/s

RESEAUX PROJETES

	Tranchée Chauffage Urbain
	Tranchée Chauffage Urbain Provisoire
Exemple	Annotation Ouvrage CU
	Tranchée + Réseau Alimentation Eau Potable
	Tranchée + Réseau Refoulement pour fonctionnement écologique des bassins
	Tranchée + Réseau Eau Potable à renforcer
	Tranchée + Réseau Eau Potable à dévoyer
	Réseau Eau Potable à abandonner
	Eau Potable - Vanne
	Eau Potable - Branchement collectif
	Eau Potable - Plaque pleine
	Eau Potable - Poteau Incendie
	Eau Potable - Pompe de refoulement pour fonctionnement écologique des bassins
	Eau Potable - Rejet pour fonctionnement écologique des bassins
	Eau Potable - Point de puisage pour lavage
Exemple	Annotation Ouvrage AEP
	Tranchée + Réseau principal Eaux Usées
	Tranchée + Réseau branchement Eaux Usées
	Réseau Eaux Usées à abandonner
	Eaux Usées - Regard de visite
	Eaux Usées - Boîte de branchement
	Eaux Usées - Poste de relevage
Exemple	Annotation Ouvrage EU
	Tranchée + Réseau principal Eau Pluviale
	Tranchée + Réseau branchement Eau Pluviale
	Tranchée + Réseau Eau Pluviale à dévoyer
	Réseau Eau Pluviale à supprimer
	Eau Pluviale - Regard de visite
	Eau Pluviale - Boîte de branchement
	Eau Pluviale - Avaloir
	Eau Pluviale - Grille
	Eau Pluvial - Ouvrage de survers bassins
	Eau Pluviale - Ouvrage Bassin Divers
	Eau Pluviale - Ouvrage Bassin Divers
	Eau Pluviale - Débourbeur - déshuileur

RESEAUX PROJETES

R	Eau Pluviale - Regard décanté avec régulateur de débit
	Eau Pluviale - Cunniveau à grille
Exemple	Annotation Ouvrage EP
	Canalisation fonte en attente pour curage
	Prise en attente pour curage
	Vanne sous citerneau pour curage
	Enrochements
	Matelas gabions
	Mur gabions

Note: 1/ Plan soumis aux conclusions de l'étude de faisabilité d'un réseau de chaleur ;

Note: 2/ Plan soumis à l'étude ARE pour la desserte du réseau HTA ;

Note: 3/ Plan à mettre à jour selon le phasage opérationnel définit.

RESEAUX EXISTANTS

	Réseaux Eaux Pluviales Existants
	Réseaux Refoulement Eaux Pluviales Existants
	Réseaux Eaux Usées Existants
	Réseaux Refoulement Eaux Usées Existants
	Réseaux AEP Existants
	Réseaux GAZ Existants
	Réseaux OLEODUC Existants
	Réseaux Eclairage Existants
	Réseaux Basse Tension Existants
	Réseaux Basse Tension Aérien Existants
	Réseaux Haute Tension Existants
	Réseaux FT Existants
	Réseaux FT Aérien Existants
	Réseaux FO Existants
	Fourreaux existants en attente
	Tranchée technique existante

Métropole Rouen Normandie

Maîtrise d'ouvrage :

ROUEN NORMANDIE AMENAGEMENT
Montmorency II
65 avenue de Bretagne BP 1137
76175 ROUEN Cedex 1
Tel : 02 32 81 69 10

Aménagement du quartier Flaubert
Marché 2

Maîtrise d'oeuvre :

Atelier Jacqueline OSTY & associés
77 rue de Charonne
75 011 PARIS
Tel : 01 43 48 63 84
atelier@osty.fr

ATTICA urbanisme et paysage
10 bd des Batignolles
75 017 PARIS
Tel : 01 45 22 19 77
Fax : 01 45 22 38 09
attica@atticavanlerne.fr

Agence CONCEPTO
Parc de Garlande, 1 rue de l'Egalité,
92220 Bagneux
Tel : 01 47350674
Fax : 01 47353282

EGIS France
Parc de la Vatline-32 rue Raymond Aron
76 130 MONT SAINT AIGNAN
Tel : 02 35 12 55 85
Fax : 02 35 60 42 18
rouen.egis-France@egis.fr

BURGEAP Normandie
24 rue des Pâtis
76 140 PETIT QUEVILLY
Tel : 02 32 81 45 00
Fax : 02 32 10 37 33
rouen@burgeap.fr

N

Lot

Plan des réseaux humides
Boulevard Béthencourt Est

Numéro : 1.9.3

Emetteur	Echelle	Date	Phase	Indice
OSTY - ATTICA - CONCEPTO EGIS - BURGEAP	1/500	juin 2015	AVP	2

Modifications	Date
Création du document	31/10/14
Modifications suite aux remarques des services de la Métropole	08/06/15
Modifications selon rapport DHI "Cahier technique bassins et canaux Ind G"	23/06/15

Réseau AEP en attente

Réseau AEP en attente
Regard EP en attente

Regard EP en attente
Réseau AEP en attente
Regard EU en attente

Rétention enterrée 217m3
Débit de fuite : 4l/s

Rétention enterrée 149m3
Débit de fuite : 2.5l/s

Rétention enterrée 149m3
Débit de fuite : 2.54l/s
Tuboinsider Ø1800

Ø250 dévoiement

Regard EU en attente
Regard EP en attente

Regard EP en attente
Regard EU en attente

Regard EP en attente
Regard EU en attente
Réseau AEP en attente

Ø250 dévoiement

Regard EP en attente

Regard EU en attente
Regard EP en attente

Basin D
Déversoir : 7.75
Fond : 7.25
Volume de rétention décennal 255m3
Volume de rétention centennal 285m3

Basin C
Déversoir : 9.70
Fond : 9.20
Volume de rétention décennal 165m3
Volume de rétention centennal 185m3

Basin B complémentaire
Déversoir : 6.70
Fond : 6.50
Volume de rétention décennal 45m3
Volume de rétention centennal 210m3

Basin B existant
Déversoir : 6.70
Fond : 6.50
Volume de rétention décennal 520m3
Volume de rétention centennal 780m3

Raccordement
sur existant
Passage en fonçage

Rétention enterrée 60m3
Débit de fuite : 4.5l/s
Tuboinsider Ø2000

Tranchée CU en attente
Regard EP en attente
Réseau AEP en attente
Regard EU en attente

Réseau AEP en attente
Regard EU en attente

Rétention enterrée 354m3
Débit de fuite : 12l/s
Tuboinsider Ø2000

Réseau AEP en attente

Ø200 dévoiement

Rétention enterrée 64m3
Débit de fuite : 2l/s

Réseau AEP en attente
Regard EU en attente

Tranchée CU en attente

Regard EU en attente

Regard EU en attente
Regard EP en attente
Réseau AEP en attente

Rétention en noue 112m3
Débit de fuite : 2.3l/s
Hauteur d'eau : 0.51m

Rétention en noue 73m3
Débit de fuite : 1.5l/s
Hauteur d'eau : 0.42m

Rétention en noue 100m3
Débit de fuite : 2.4l/s
Hauteur d'eau : 0.47m

Raccordement
sur existant
Ø200 dévoiement

Branchement sur réseau unitaire
existant Ø250

Branchement sur réseau unitaire
existant Ø300

Raccordement sur existant

Branchement sur réseau existant

Raccordement
sur existant

Branchement sur r
existant Ouvrage c

Tranchée technique existante

RESEAUX PROJETES

- Tranchée Chaussée Urbain
- Tranchée Chaussée Urbain Provisoire
- Exemple
- Annotation Ouvrage CU
- Tranchée + Réseaux Alimentation Eau Potable
- Tranchée + Réseau Refoulement pour fonctionnement écologique des bassins
- Tranchée + Réseau Eau Potable à renforcer
- Tranchée + Réseau Eau Potable à dévoyer
- Réseau Eau Potable à abandonner
- Eau Potable - Vanne
- Eau Potable - Branchement collectif
- Eau Potable - Plaque pleine
- Eau Potable - Poteau Incendie
- Eau Potable - Pompe de refoulement pour fonctionnement écologique des bassins
- Eau Potable - Rejet pour fonctionnement écologique des bassins
- Eau Potable - Point de puisage pour lavage
- Exemple
- Annotation Ouvrage AEP
- Tranchée + Réseau principal Eaux Usées
- Tranchée + Réseau branchement Eaux Usées
- Réseau Eaux Usées à abandonner
- Eaux Usées - Regard de visite
- Eaux Usées - Boîte de branchement
- Eaux Usées - Poste de relevage
- Exemple
- Annotation Ouvrage EU
- Tranchée + Réseau principal Eau Pluviale
- Tranchée + Réseau branchement Eau Pluviale
- Tranchée + Réseau Eau Pluviale à dévoyer
- Réseau Eau Pluviale à supprimer
- Eau Pluviale - Regard de visite
- Eau Pluviale - Boîte de branchement
- Eau Pluviale - Avaloir
- Eau Pluviale - Grille
- Eau Pluvial - Ouvrage de survers bassins
- Eau Pluviale - Ouvrage Bassin Divers
- Eau Pluviale - Ouvrage Bassin Divers
- Eau Pluviale - Débourbeur - désableur

RESEAUX PROJETES

- Eau Pluviale - Regard décanté avec régulateur de débit
- Eau Pluviale - Caniveau à grille
- Exemple
- Annotation Ouvrage EP
- Canalisation fonte en attente pour curage
- Prise en attente pour curage
- Vanne sous citerneau pour curage
- Enrochements
- Matelas gabions
- Mur gabions

Note: 1/ Plan soumis aux conclusions de l'étude de faisabilité d'un réseau de chaleur ;

Note: 2/ Plan soumis à l'étude ARE pour la desserte du réseau HTA ;

Note: 3/ Plan à mettre à jour selon le phasage opérationnel définitif.

RESEAUX EXISTANTS

- Réseaux Eaux Pluviales Existants
- Réseaux Refoulement Eaux Pluviales Existants
- Réseaux Eaux Usées Existants
- Réseaux Refoulement Eaux Usées Existants
- Réseaux AEP Existants
- Réseaux GAZ Existants
- Réseaux OLEODUC Existants
- Réseaux Eclairage Existants
- Réseaux Basse Tension Existants
- Réseaux Basse Tension Aérien Existants
- Réseaux Haute Tension Existants
- Réseaux FT Existants
- Réseaux FT Aérien Existants
- Réseaux FO Existants
- Fourreaux existants en attente
- Tranchée technique existante

Métropole Rouen Normandie

Maîtrise d'ouvrage :

ROUEN NORMANDIE AMENAGEMENT
Montmorency II
65 avenue de Bretagne BP 1137
76175 ROUEN Cedex 1
Tel : 02 32 81 69 10

Aménagement du quartier Flaubert
Marché 2

Maîtrise d'oeuvre :

Atelier Jacqueline OSTY & associés
77 rue de Charonne
75 011 PARIS
Tel : 01 43 48 63 84
ateliers@osty.fr

ATTICA urbanisme et paysage
10 bd des Batignolles
75 017 PARIS
Tel : 01 45 22 19 77
Fax : 01 45 22 38 09
attica@attica-urbanisme.fr

Agence CONCEPTO
Parc de Garlande, 1 rue de l'Egalité,
92220 Bagneux
Tel : 01 47350674
Fax : 01 47353282

EGIS France
Parc de la Vallne-32 rue Raymond Aron
76 130 MONT SAINT AIGNAN
Tel : 02 35 12 55 65
Fax : 02 35 60 42 18
rouen.egis-France@egis.fr

BURGEAP Normandie
24 rue des Pâtis
76 140 PETIT QUEVILLY
Tel : 02 32 81 45 00
Fax : 02 32 10 37 33
rouen@burgeap.fr

N

Lot

Plan des réseaux humides
Boulevard de l'Europe

Numéros : 1.9.4

Emetteur	Echelle	Date	Phase	Indice
OSTY - ATTICA - CONCEPTO EGIS - BURGEAP	1/500	juin 2015	AVP	2

Modifications	Date
Création du document	31/10/14
Modifications suite aux remarques des services de la Métropole	08/06/15
Modifications selon rapport DHI "Cahier technique bassins et canaux lind G"	23/06/15

Abrotec

CREA AMENAGEMENT
ECOQUARTIER FLAUBERT – AMENAGEMENT DES BORDS DE SEINE

ROUEN (76)

Cahier 2 : Mission G2 PRO pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques

---

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
N° CERTIFICAT 07 04 1895

Dossier n° RN12 0034
Rapport RN12-0034-7 Ind C

Géotechnique Diagnostic Essais

MISSION G2

ETUDE GEOTECHNIQUE DE PROJET PHASE PROJET

Ce dossier comprend :

- 1 rapport ;
- Annexe 1 : Calcul des murs en L sous GEOMUR ;
- Annexe 2 : Vérification des murs en « L » sous GEOSTAB ;
- Annexe 3 : Calcul de la pente provisoire des talus sous GEOSTAB ;
- Annexe 4 : Etude du rabattement de la nappe ;
- Annexe 5 : Compte rendu de prospection Géophysique.

Indice	Date	Chargé d'Etude	Contrôle interne	Observations
A	03/10/2014	S. MICKIEWICZ	R. BLANQUET	1ère émission
B	06/11/2014	S. MICKIEWICZ	R. BLANQUET	Compléments d'informations suite à la fiche de liaison n°2 d'Egis daté du 23/10/14
C	18/12/2014	S. MICKIEWICZ	R. BLANQUET	Compléments d'informations suite à la fiche de liaison n°3 d'Egis daté du 28/11/14 et à la réunion du 15/12/14

Abrotec Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPÔLES
76190 VALLIQUERVILLE
Tel : 02 78 01 10 80
Fax : 02 78 01 10 81
Mail : normandie@abrotec.fr

Abrotec Siège
ZI de Courtaboeuf 1 - 8 rue de l'Acadie
91978 COURTABOEUF Cedex
Tel : 01 69 35 36 00
Fax : 01 69 35 36 09
Mail : infos@abrotec.fr

SOMMAIRE

I. MISSION CONFIEE 4
II. DOCUMENTS COMMUNIQUES 4
III. RAPPEL DU PROJET ETUDIE 5
IV. RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE 7
V. POINTS ABORDES 9
VI. DONNEES GEOTECHNIQUES D'ENTREE 9
6.1. PARAMETRES GEOTECHNIQUES 9
6.3. HYPOTHESES SUR LA VERIFICATION DES OUVRAGES 12
6.4. HYPOTHESES SUR LA STABILITE INTERNE DES MURS EN L 12
6.5. HYPOTHESES SUR LA STABILITE GENERALE DES MURS EN L 13
VII. STABILITE DES MURS EN L 13
VIII. RABATTEMENT DE NAPPE 18
IX. OUVRAGES ENTERRES EXISTANTS 20
X. CALCUL DES PENTES DE TALUS 20
10.1. ETUDE DES PENTES DE TALUS PROVISOIRE 20
10.2. ETUDE DES PENTES DE TALUS DEFINITIF – BASSIN D/PEUPLERAIE 21
XI. PLATEFORMES POUR GRUES MOBILES 22
XII. CAS PARTICULIER DES MURS DE SOUTENEMENT SOUS LE PONT FLAUBERT 23
XIII. PRISE EN COMPTE DU RISQUE AGRESSIVITE DU MILIEU VIS-A-VIS DES BETONS 24
XIV. RACCORDEMENT ENTRE LE BASSIN AUX BOIS ET LE CANAL I PROJETE 25
XV. CONDITIONS DE REALISATION DES DEBLAIS EXTRAITS (RAPPEL) 31
14.1. SECTEUR(S) D'EMPRUNT ENVISAGEABLE(S) 31
14.2. EXTRACTION DES MATERIAUX 31
14.3. REUTILISATION DES MATERIAUX 32
14.4. PROBLEMATIQUE LIEE AUX TERRASSEMENTS VIS-A-VIS DES SOLS RENCONTRES ET AUX EXISTANTS 34
XVI. COMMENTAIRES / CONCLUSION 35
ANNEXES : voir page de garde

I. MISSION CONFIEE

A la demande et pour le compte de la CREA AMENAGEMENT, ABROTEC a reçu pour mission de réaliser une étude géotechnique dans le cadre du projet d'Aménagement des quais de Seine – ECOQUARTIER Flaubert à ROUEN (76).

Les études géotechniques de projet, objet du présent marché, concernent le projet d'aménagement de l'ECOQUARTIER Flaubert à ROUEN (76), sur deux axes principaux de part et d'autre du Boulevard Béthencourt, avec notamment :

- au Nord, un aménagement des espaces publics de bords de Seine et de la presqu'ile Rollet ;
- au Sud, le quartier proprement dit, couvrant une superficie de 70 hectares.

L'ensemble des missions confiées à ABROTEC s'articule entre autres autour du dimensionnement des ouvrages hydrauliques sur la base des documents du projet communiqués par EGIS, dans le cadre de la présente mission G2 PRO.

Le présent rapport reprend les résultats des investigations et calculs réalisés jusqu'à présent et les complète au regard des dernières hypothèses transmises par EGIS.

II. DOCUMENTS COMMUNIQUES

Pour cette étude, les documents suivants nous ont été communiqués par EGIS :

- des coupes mises à jour au 01/08/2014 au format DWG (reprises dans le document informatique référencé EGI_EQF_URB_HYD_CPE_04.dwg) ;
- des plans des ouvrages hydrauliques (1, 2 et 3) au 1/500 datés de Mars 2014 et d'aménagement du projet sous format DWG ;
- une note géotechnique datée du 14 Mars 2014 précisant les points à développer dans la mission G2. Cette note a été complétée par des indications complémentaires en date du 27/06/2014 ;
- diverses coupes du profil TN actuel situé à la jonction avec le Bassin Aux Bois.

Ce rapport s'appuie également sur la mission G12 réalisée par nos soins dans le cadre de ce projet.

A noter que sur la fiche de liaison, il est mentionné qu'Egis a modifié les plan en août/septembre 2014 suite à la première émission du rapport G2-Pro, plan(s) qui ne nous a(ont) pas été ré-envoyé(s).

III. RAPPEL DU PROJET ETUDIE

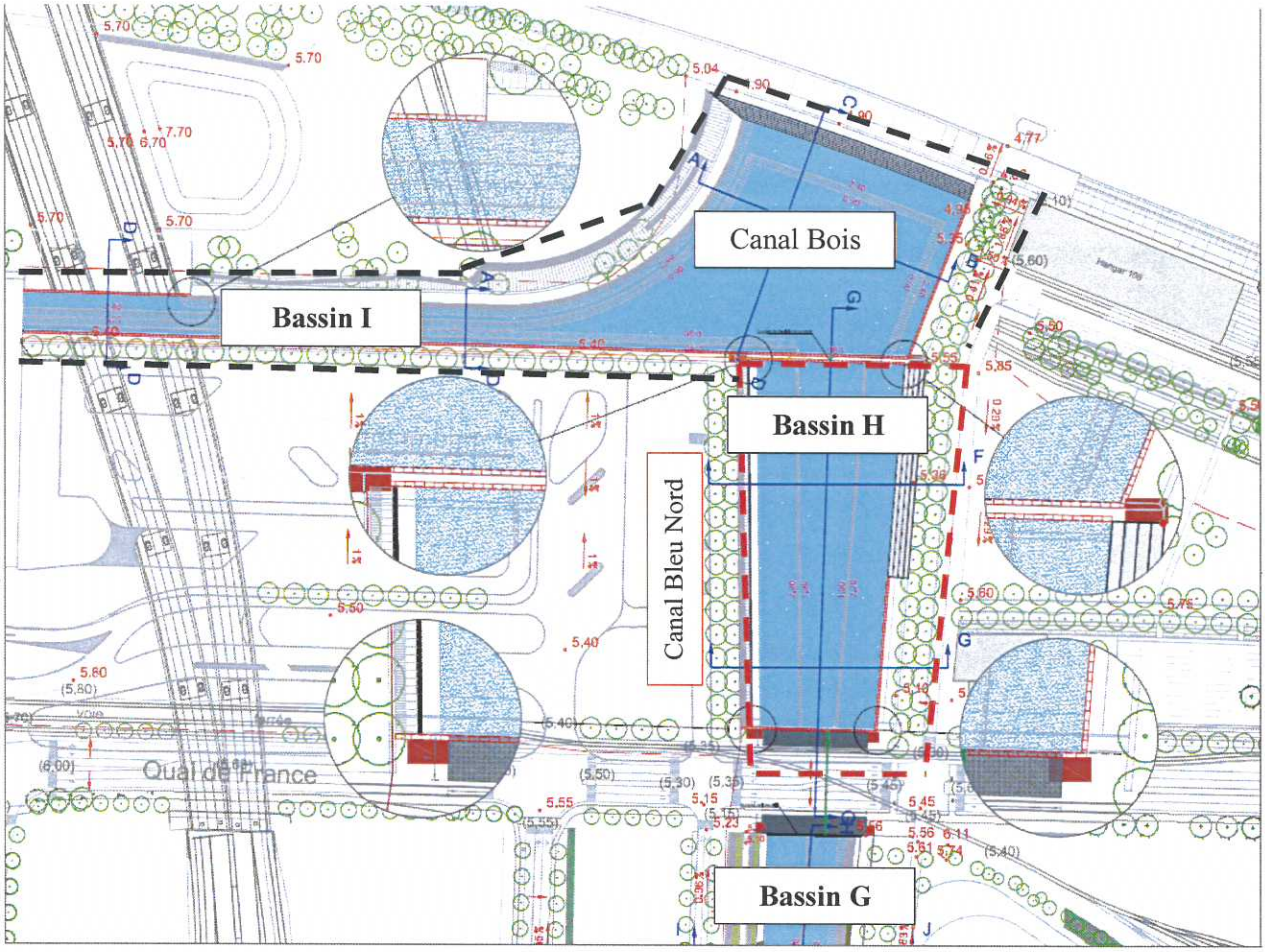
D'après les documents précédents, le projet consiste principalement en la réalisation des ouvrages suivants :

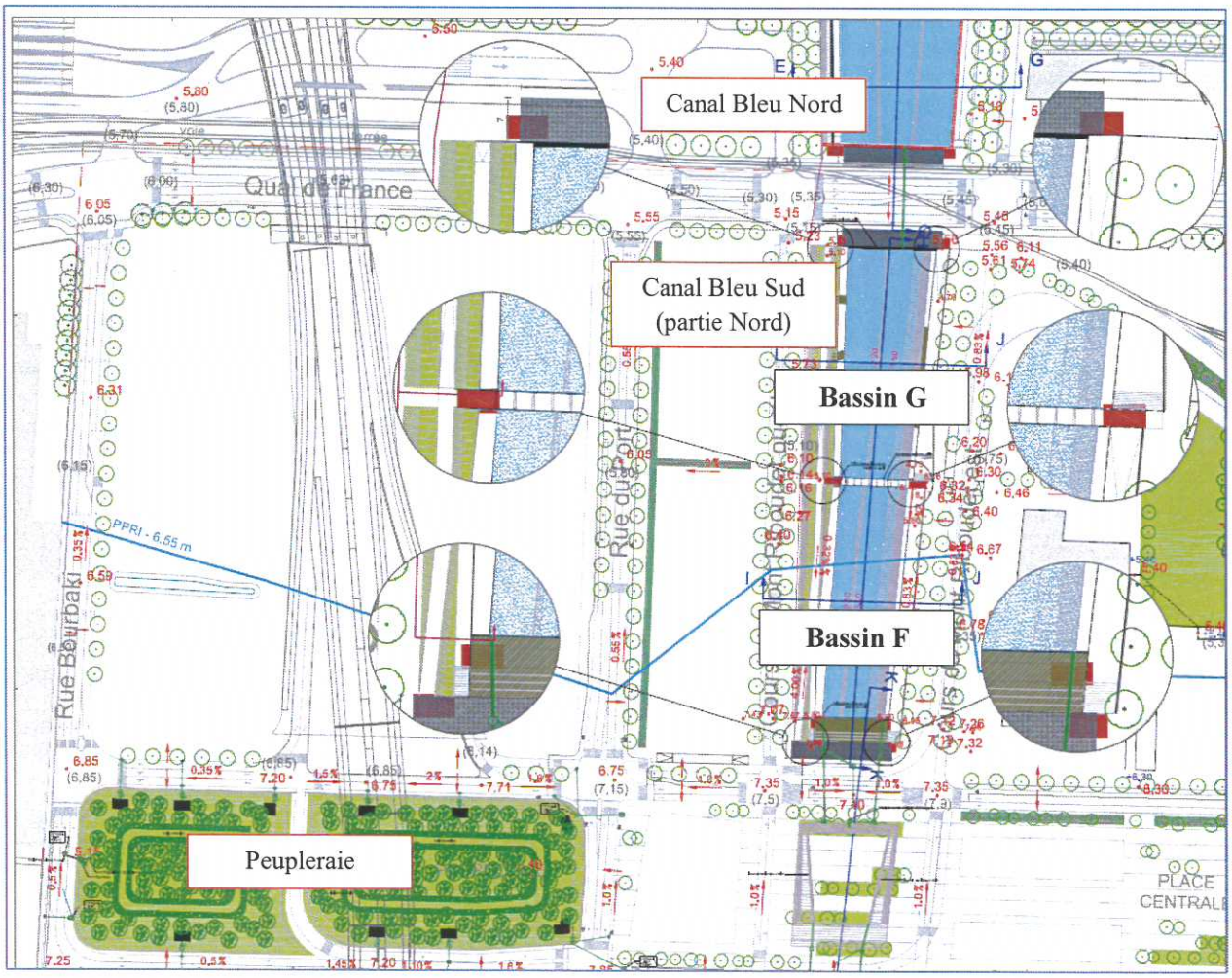
- un canal ouvert dit Canal Bois reliant le bassin aux Bois existant à la Seine ;
- un canal Bleu Nord faisant la jonction entre le canal Bois au nord et le canal Bleu au Sud,
- un canal Bleu Sud étant le prolongement du canal Bleu Nord sur un linéaire de 250 m vers la voie rapide SUD III.

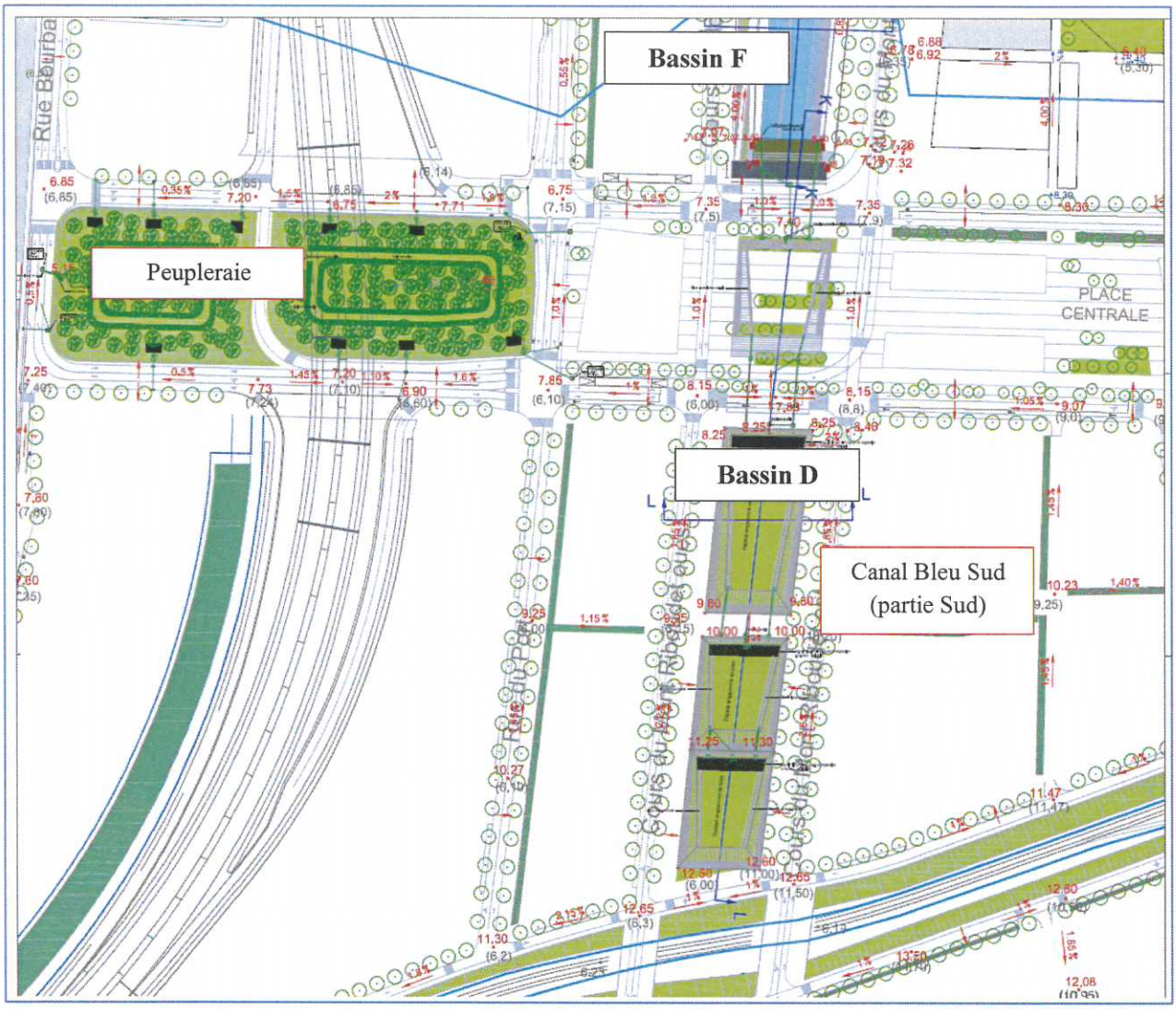
D'après les coupes, on aura au droit du projet :

- Canal Bois : des berges végétalisées ou aménagées sur une rive (coupe AB-AD, « mur A ») et à l'opposé des murs de soutènements (Coupe AB-AD « murs B/D », ou coupe DD) supportant à l'arrière, une voie pompier, une circulation piétonne et un espace vert. La profondeur du projet initialement fixée en G12 à 7.5 m de profondeur (fond projet à -2.0 NGF) est ramenée à la cote +0.9 NGF soit 4.95 m de profondeur par rapport au terrain naturel ; Il comprend le bassin I non étanche et ouvert sur la Seine ;
- Canal Bleu Nord : des murs de soutènements que jouxtent des risbermes et talus végétalisés complétés par un espace boisé (coupe EF « mur E ») puis 4 risbermes en béton recevant une circulation piétonne (coupe EF « mur F »). La profondeur projet initialement située à la cote +2.2 NGF est ramenée à +1.90 NGF. Il comprend le bassin H qui est étanche ; des surcharges d'exploitations de 250 kg/m² sont à prendre en compte en tête de mur ;
- Canal Bleu Sud : bassin de retenu des EP constitué par des murs de soutènement périphériques (bassins G et F), et se prolongeant avec le Canal Bleu Nord. La profondeur projet est situé à +1.9 NGF. En parie Sud du canal, des bassins d'infiltration (bassins D) avec talutage des berges sont prévus ; la profondeur projet varie de +6.45 NGF à +10.45 NGF ;
- une peupleraie aux berges talutées.

Les plans masse ci-dessous, extraites des documents reçus, présentent le projet et la position des différentes coupes.


Canal Bois
Bassin I
Bassin H
Canal Bleu Nord
Quai de France
Bassin G


Canal Bleu Nord
Quai de France
Canal Bleu Sud
(partie Nord)
Bassin G
Bassin F
PPRI - 6.55 m
Rue Beurbaki
Rue du Port
Peupleraie
PLACE
CENTRALE



IV. RAPPEL DU CONTEXTE GEOLOGIQUE

L'enquête géologique préliminaire réalisée en mission G12 au droit du site avait fait ressortir, de haut en bas, les formations suivantes :

- des remblais superficiels d'aménagement de site ;
- des alluvions modernes de la Seine (Fz) ;
- des alluvions anciennes de la Seine (Fy) ;
- le substratum de l'Albien / Portlandien, constitué soit de marne grise, soit de craie marneuse grise avec blocs indurés.

Les investigations réalisées ont permis d'établir une synthèse géomécanique et d'en dégager, pour chaque zone, les caractéristiques des matériaux présentées dans les tableaux ci-après :

⇨ ***Canal Bois : Caractéristiques géomécaniques (TN actuel moyen # +5.4 NGF)***

Horizon		Profondeur de la base	Caractéristiques pressiométriques		
		NGF	pl* (MPa)	E_M (MPa)	Coeff. Rhéologique α
F1	Remblais hétérogènes du site	+3.00 / -9.55	0.30	1.6	1
F2	Alluvions modernes fines	-4.15 / -9.75	0.28	3.0	2/3
F3	Alluvions grossières	-11.25 / -13.55	1.6	15.0	1/4
F4	Marno-crayeux compact	< -17.0	4.8	45.0	1/2

⇨ ***Canal Bleu Nord : Caractéristiques géomécaniques (TN actuel moyen # +5.6 NGF)***

Horizon		Profondeur de la base	Caractéristiques pressiométriques		
		NGF	pl* (MPa)	E_M (MPa)	Coeff. Rhéologique α
F1	Remblais hétérogènes du site	+4.10 / +3.33	0.28	2.0	1
F2	Alluvions modernes fines	+2.80 / -3.05	0.28	2.0	2/3
F3	Alluvions grossières	-5.20 / -8.25	1.6	17.0	1/4
F4	Marno-crayeux compact	< -16.0	4.9	100.0	1/2

⇨ ***Canal Bleu Sud : Caractéristiques géomécaniques (TN actuel moyen # +6.2 NGF)***

Horizon		Profondeur de la base	Caractéristiques pressiométriques		
		NGF	pl* (MPa)	E_M (MPa)	Coeff. Rhéologique α
F1	Remblais hétérogènes du site	+5.50 / +2.70	1.0	10.0	1
F3	Alluvions grossières	+1.20 / - 0.30	2.5	23.0	1/4
F4	Marno-crayeux compact	< -16.0	3.0	30.0	1/2

Les ouvrages du projet reposent sur une épaisseur variable de remblais ou d'alluvions modernes.

V. POINTS ABORDES

Le présent rapport traite des points suivants :

- la vérification de la stabilité des ouvrages de soutènement en « L » au regard notamment de la mise à jour des plans (en date du 01/08/2014) ;
- le mode d'épuisement des fouilles / rabattement de nappe ;
- l'étude des pentes de talus provisoire (phase travaux) ;
- l'étude des plateformes de curage et conditions de réalisation ;
- l'étude des murs de soutènement dans le cas particulier du pont Flaubert (conditions de réalisation et dimensionnement) ;
- l'étude des ouvrages à réaliser pour la sortie de Seine ;
- les conditions de réalisation des déblais extraits.

VI. DONNEES GEOTECHNIQUES D'ENTREE

6.1. Paramètres géotechniques

Le rapport de la mission G12 avait retenu pour le prédimensionnement du rideau de palplanches et des murs en L, les paramètres géotechniques repris dans le tableau suivant :

Horizon		Profondeur de la base NGF			γ kN/m3	C' (kPa)	Φ' (°)
		Canal Nord	Canal Bleu Nord	Canal Bleu Sud			
F1	Remblais hétérogènes du site	- 9.5	+2.5	+4.4	15	0	15
F2	Alluvions modernes fines	- 11.0	-2.9	Absent	17	5	30 et 20
F3	Alluvions grossières	- 12.5	-8.8	-0.30	18	0	30
F4	Marno-crayeux compact	< -17.0	< -16.0	< -16.0	20	25	20

Compte tenu de l'hétérogénéité lithologique de certaines formations, certains paramètres ont été modifiés dans le cadre de la mission G2.

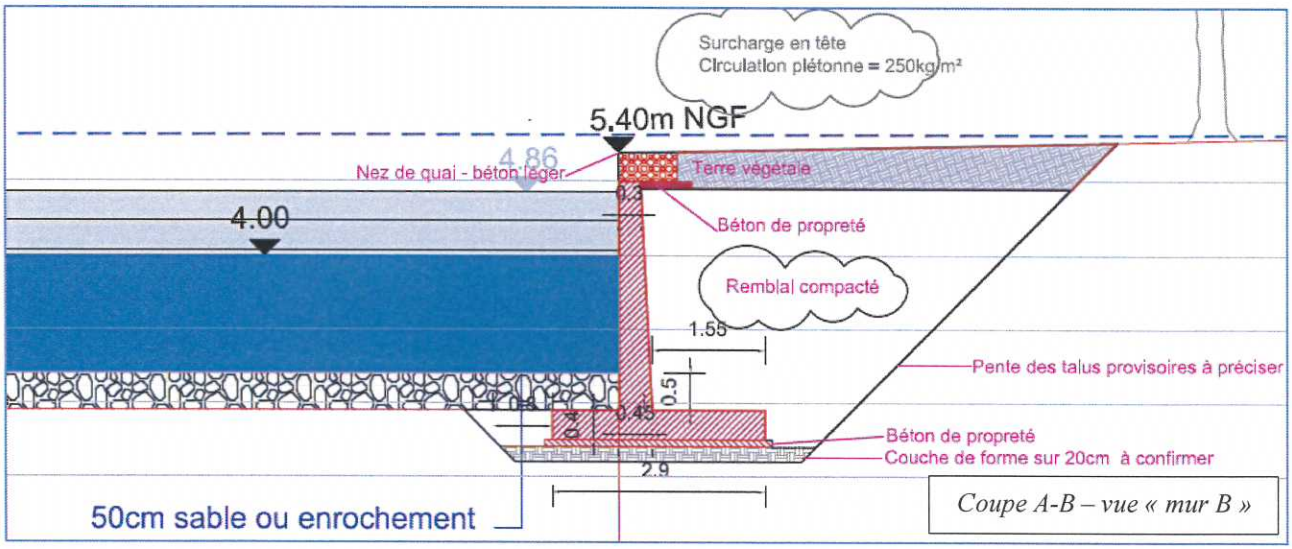
Les valeurs retenues au stade de Projet, utilisées dans le cadre du dimensionnement puis du calcul de stabilité sont celles présentées dans le tableau en page suivante.

Horizon		Profondeur de la base NGF			γ kN/m3	c' (kPa)	ϕ' (°)
		Canal Nord	Canal Bleu Nord	Canal Bleu Sud			
F1	Remblais hétérogènes du site	- 9.5	+2.5	+4.4	17	0	26
F2	Alluvions modernes fines	- 11.0	-2.9	Absent	17	5	30
F3	Alluvions grossières	- 12.5	-8.8	-0.3	18	0	30
F4	Marno-crayeux compact	< -17.0	< -16.0	< -16.0	20	25	20

6.2. Paramètres géotechniques pris en compte pour les matériaux d'apport

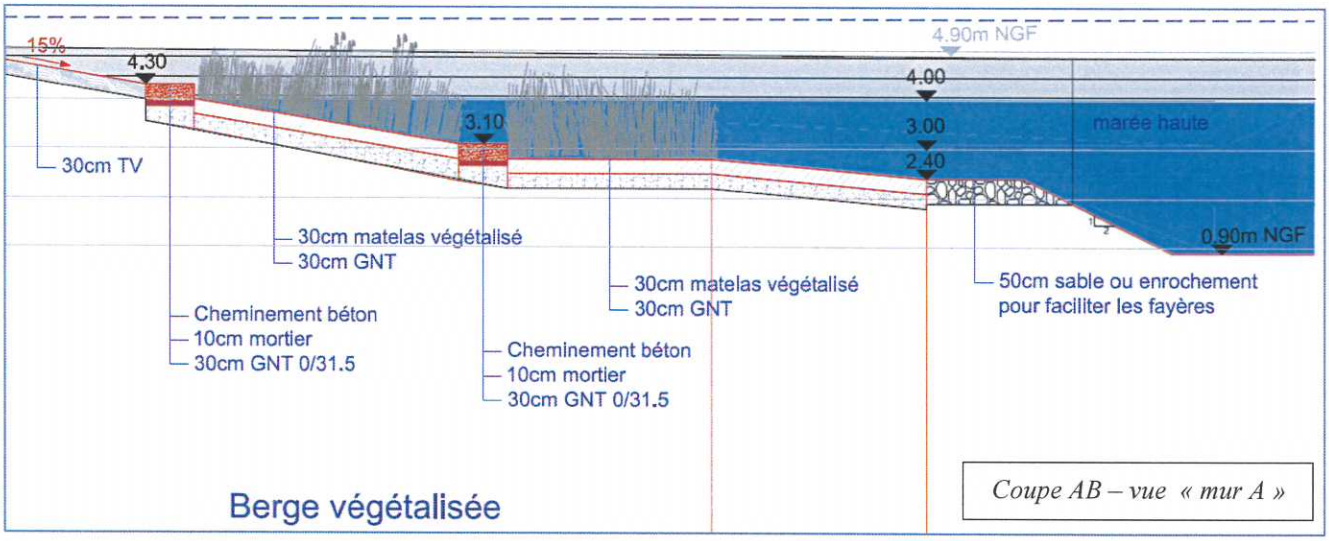
Le projet prévoit comme illustré sur la coupe ci-dessous (cas de la Coupe AB par exemple), la mise en place au droit des murs :

- d'enrochements (50 cm) à l'avant du mur de soutènement ;
- d'une couche de forme (20.0 cm environ) sous le mur en L projeté ;
- de remblai compacté et la terre végétale (à l'arrière du mur en L).



Le projet prévoit comme illustré sur la coupe ci-dessous (cas de la coupe AB), la mise en place au droit des berges :

- des enrochements ou du sable ;
- un matelas végétalisé reposant sur la grave non traitée et de la terre végétale.



Pour ces matériaux, les caractéristiques géomécaniques retenues sont celles présentées dans le tableau ci-dessous :

Horizon	γ (kN/m3)	c' (kPa)	φ' (°)
Remblai compacté amont (à l'arrière des murs en « L »)	17	0	35
Enrochements /gabions	23	0	40
GNT	18	0	36
Béton de propreté	22	50	40
Matelas végétalisé	17	1	30

6.3. Hypothèses sur la vérification des ouvrages

Les calculs de stabilité des murs en L réalisés par la suite sont définis sur la base :

- des dimensions projetées de chaque mur et une excentricité du rideau ;
- des contraintes aux ELS annoncées en G12 et validée en G2-PRO sans prises en compte d'iδb ;
- de la non prise en compte de l'effet stabilisateur du poids des terres en amont du mur ;
- des conditions de bassins vides (phase travaux) ;
- des conditions de réalisation : ancrage minimum de 30 cm sur couche de forme en matériau insensible à l'eau, reposant sur des remblais (canal Bois) ou limons sableux (canal Bleu Nord) après décaissement jusqu'à au moins 4.0 m de profondeur ;
- d'une pression limite pl* de la GNT à 0.5 MPa (hypothèse pessimiste en l'absence de données géotechniques pl* et EM), une cohésion c' =0 kPa et un poids volumique γ = 25 kN/m3. Ces hypothèses sont plutôt pessimistes du fait de l'absence de données réelles fournies par le Concepteur ;
- la prise en compte de l'effet de butée (1) à l'avant des murs.

(1) : l'effet de butée (qui n'est normalement pas pris en compte officiellement dans les règles de calculs pour tenir compte du risque d'affouillement éventuel) permet une optimisation sur la largeur de semelle pour assurer la stabilité. Cette hypothèse reste à l'acceptation par les Concepteurs du maintien pendant toute la vie de l'ouvrage des caractéristiques géométriques et géomécaniques des sols / matériaux mis en œuvre. Dans le cas contraire, la sécurité de l'ouvrage n'est pas assurée.

Les contraintes admissibles du sol, issues de l'étude G12, validées et retenues au stade G2-PRO sont les suivantes :

- **q'ELS = 40 kPa ;**
- **q'ELU = 60 kPa ;**
- tassement total #1.5 cm pour une largeur moyenne de # 3 m ;
- tassement différentiel : 50 % ;
- désolidarisation des murs tous les 3 m maximum.

6.4. Hypothèses sur la stabilité interne des murs en L

L'objectif est de vérifier les 3 critères de stabilité interne (glissement, poinçonnement, renversement) de chaque ouvrage à partir des hypothèses dimensionnelles définies par EGIS, les modifier le cas échéant afin de proposer des dimensions plus adaptées.

Les calculs sont effectués à partir du modèle défini dans le logiciel GEOMUR version 4.07 du 07/03/2013.

Cette modélisation est réalisée suivant les conditions pondérées (ELS caractéristiques et ELU Fondamental), suivant des critères comparatifs de l'Eurocode 7.

6.5. Hypothèses sur la stabilité générale des murs en L

Le calcul est conduit avec le logiciel GEOSTAB aux coefficients partiels selon les recommandations de l'Eurocode 7 (annexe 2). Il est fixé pour objectif $\Gamma_{min} \geq 1{,}0$.

- l'approche de calcul utilisée ici est l'approche 3. Elle concerne la vérification des états limites de stabilité générale (GEO) et de stabilité mixte (GEO et STR). La combinaison des ensembles de facteurs partiels à appliquer est : **A2 + M2 + R3**
- les principaux coefficients partiels de sécurité utilisés pour ce calcul sont :

Paramètres	Coefficients partiels
Tan φ'	1.25
Cohésion effective c'	1.25
Poids volumique γ	1.0
Actions	1.0
Résistance au glissement	1.1
Méthode	1.0

- la vérification portera sur la recherche du cercle ou plan de glissement passant au plus près de cet ensemble et dans le sol naturel.

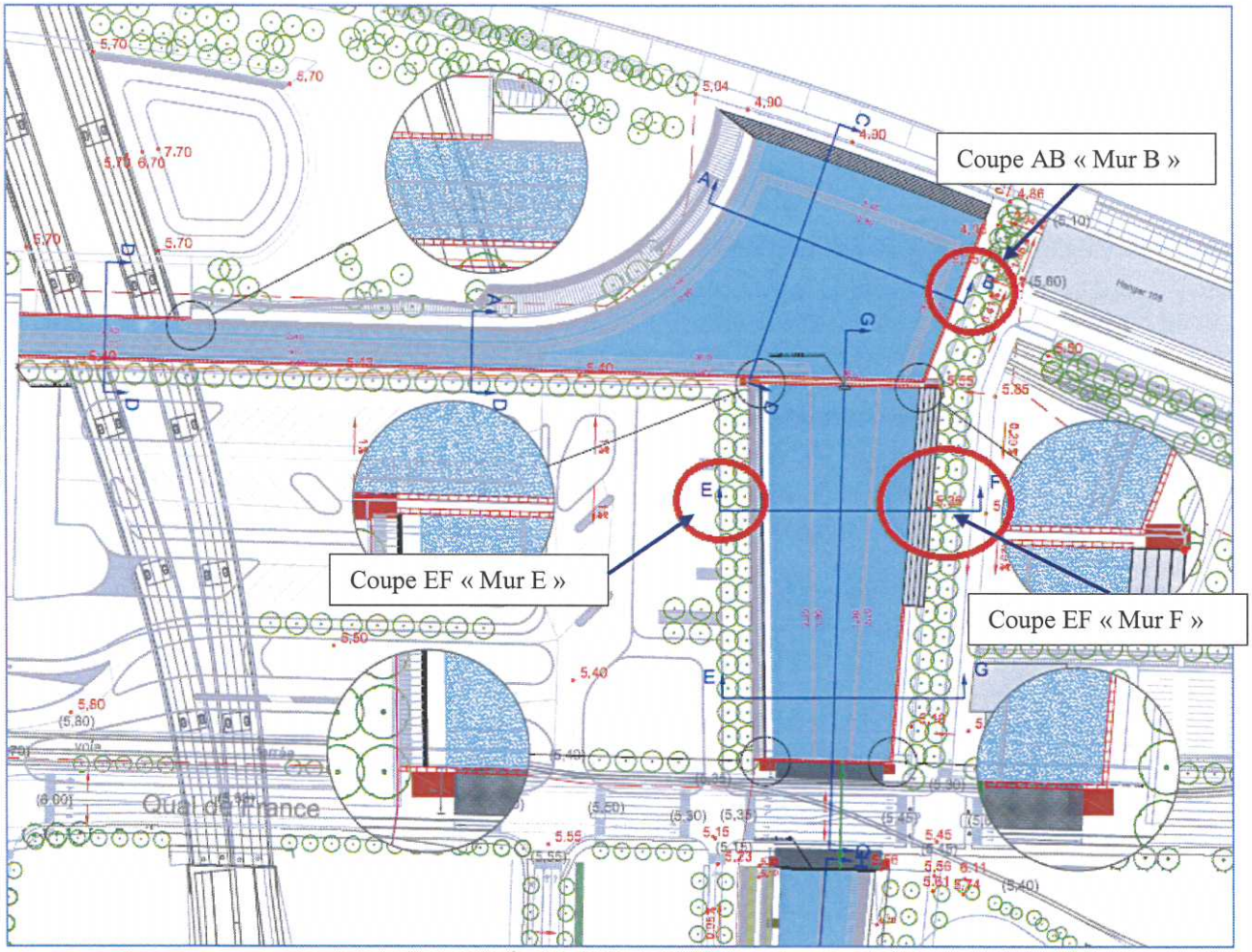
VII. STABILITE DES MURS EN L

Dans ce chapitre, 3 coupes « types » seront étudiées (coupes représentatives et les plus pénalisantes) :

- Coupe AB « mur B » (Canal Bois) ;
- Coupe EF « mur E » (Canal Bleu Nord) ;
- Coupe EF « mur F » (Canal Bleu Nord).

A noter que l'ensemble des coupes transmises pour chaque bassin projeté et figurant sur le plan masse stade APS ont également été étudiées. N'étant pas les plus pénalisantes, le détail des calculs n'est pas ici fourni ; seul le résultat final est rappelé.

Le plan ci-dessous schématise le positionnement des coupes étudiées sur le plan de projet général.



Méthode de réalisation des calculs :

- modélisation des profils dans le logiciel GEOMUR selon les plans mis à jour en date du 01/08/2014 suite à la note technique ABROTEC du 27/06/2014 ;
- calcul de vérification de la stabilité interne (calcul réalisé aux EUROCODE 7) ;
- si la stabilité interne n'est pas vérifiée, une modification de la géométrie des murs est effectuée jusqu'à validation de la stabilité interne ;
- vérification globale de la stabilité par le logiciel GEOSTAB selon l'EUROCODE 7.

Résultats des calculs de stabilité interne :

Pour les 3 exemples étudiés (« murs B, E et F »), les dimensions des murs à prendre en compte sont reprises dans les tableaux suivants (le détail des calculs est repris en annexes n°1 et n°2) en tenant compte ou pas de l'effet de butée.

Résultats des calculs de stabilité globale :

Les calculs de stabilité globale réalisés pour ces 3 exemples par le logiciel GEOSTAB (selon les dimensions reprises dans le tableau ci-dessus) confirment une stabilité globale avec un coefficient de sécurité supérieur à 1.2.

Le tableau ci-après récapitule les caractéristiques géométriques des murs en L pour l'ensemble des coupes étudiées. Un plan schématique indiquant le périmètre d'action à retenir pour chaque coupe étudiée figure ci-après.

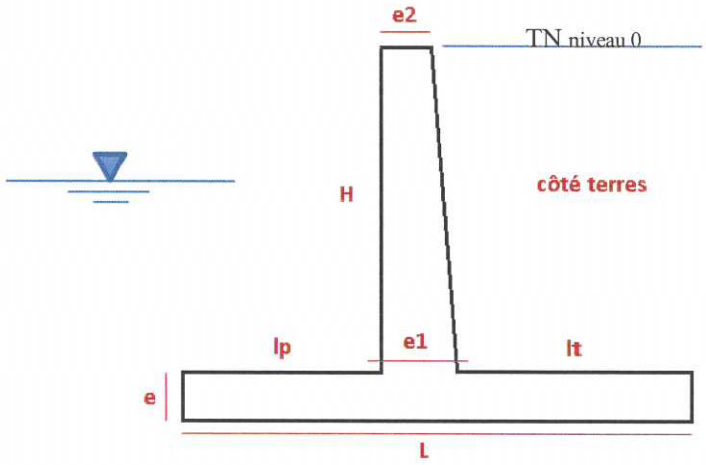


Tableau récapitulatif des caractéristiques dimensionnelles minimales :

AVEC EFFET DE BUTEE

Bassin	Coupe	e (m)	e1 (m)	e2 (m)	lp (m)	lt (m)	L (m)	H (m)
I	Coupe AB « mur B »	0.50	0.50	0.70	1.10	1.55	3.15	3.10
	Coupe DD/AD « murs D »	0.60	0.40	0.60	1.00	1.60	3.00	3.10
H	Coupe EF/EG « murs E »	0.40	0.40	0.50	1.00	1.50	2.90	2.70
	Coupe EF « mur F »	0.60	0.50	0.40	1.00	1.40	2.90	2.70
	Coupe EG « mur G »	0.60	0.40	0.60	1.00	1.60	3.00	3.10
G - F	Coupe IJ	Idem Coupe EG						
D	Coupe LL	Bassin avec talutage classique (cf. paragraphe X ci- après)						

SANS EFFET DE BUTEE

Bassin	Coupe	e (m)	e1 (m)	e2 (m)	lp (m)	lt (m)	L (m)	H (m)
I	Coupe AB « mur B »	0.50	0.50	0.70	1.90	4.20	6.60	3.10
	Coupe DD/AD « murs D »	0.50	0.50	0.70	1.90	4.20	6.60	3.10
H	Coupe EF/EG « murs E »	0.40	0.40	0.45	0.90	1.55	2.90	2.30
	Coupe EF/EG « murs F/G »	0.40	0.30	0.45	1.60	1.70	3.70	2.70
G - F	Coupe IJ	Idem Coupe EG						
D	Coupe LL	Bassin avec talutage classique (cf. paragraphe X ci- après)						

Remarque importante :

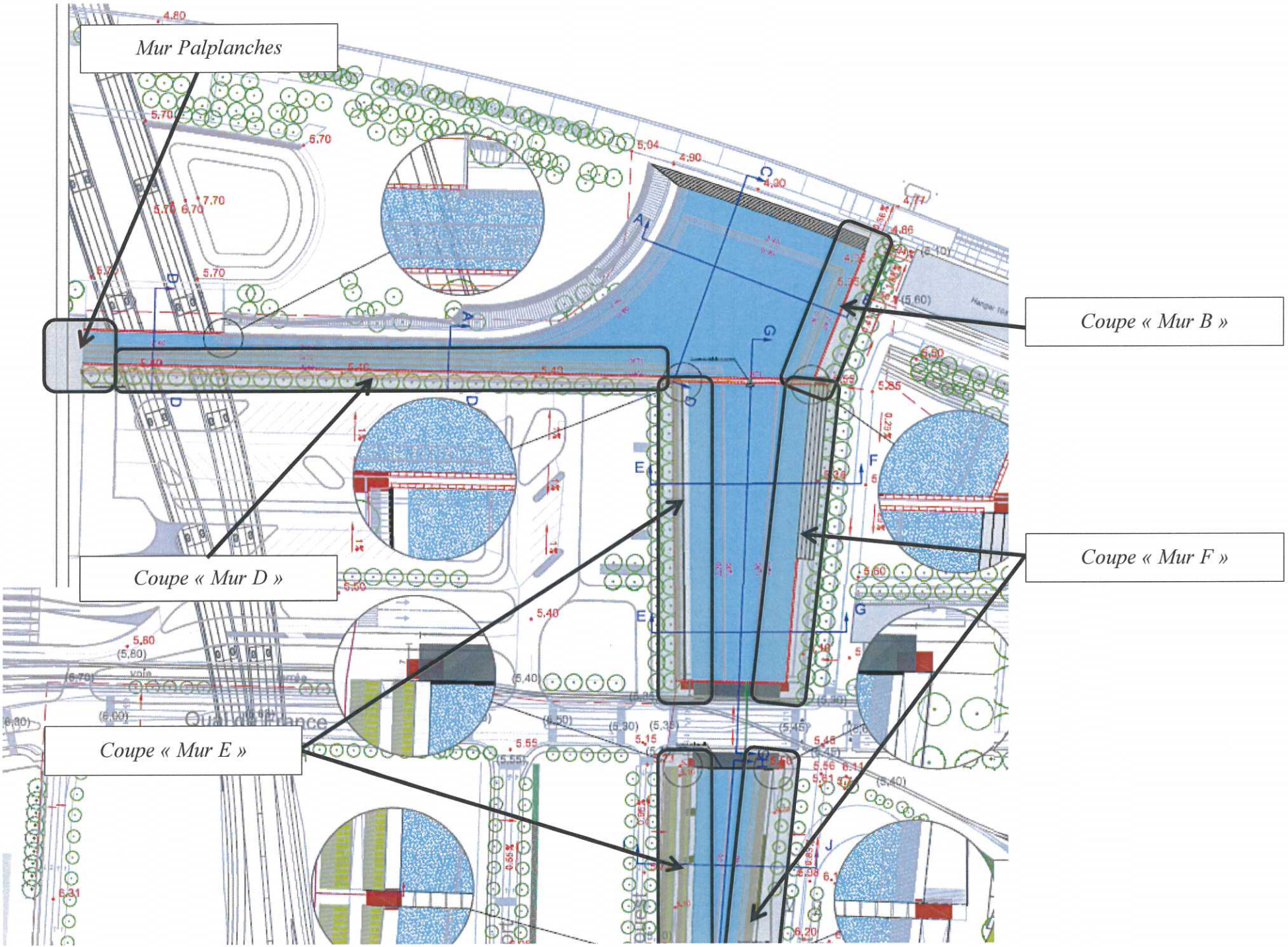
On s'aperçoit que l'effet de butée participe « activement » à la réduction de la largeur de la semelle (vis-à-vis de la sécurité au glissement).

Il appartient donc aux Concepteurs de prendre la responsabilité sur l'acceptation ou non de cet effet de butée.

Dans le cas où il est retenu l'effet de butée, il conviendra de s'assurer à tout moment (aussi bien à court terme qu'à long terme) de l'absence de dégradation des matériaux en pied de l'ouvrage (matériau situé dans le canal) ou autrement dit, de la conservation structurelle (profil) et des caractéristiques retenues dans les calculs. Si l'un de ces éléments n'est pas respecté, la stabilité de l'ouvrage ne sera plus assurée.

Remarque sur les problématiques hydrauliques en phase travaux et au long terme :

- il n'y a pas lieu de prendre en compte les phénomènes de Renard en phase travaux pour le dimensionnement des murs en L puisque les ouvrages ne sont pas fichés dans le sol (pas de gradient hydraulique ascendant en aval des murs de soutènement) ;
- pour éviter les départs de fines en cours de pompage (et à raison sur le long terme), phénomène pouvant apparaitre entre éléments de murs en L, il conviendra impérativement de disposer à l'arrière des murs, un géotextile de blocage de départ de fines. Ce géotextile (à poser définitivement) devra être suffisamment rigide pour prendre en compte l'effet de pianotage des murs en L (tassement différentiel).


Mur Palplanches
Coupe « Mur B »
Coupe « Mur D »
Coupe « Mur F »
Coupe « Mur E »

VIII. RABATTEMENT DE NAPPE

Ce point particulier fait l'objet de la « note de dimensionnement du système de rabattement de nappe » référencée RN12 0034-2 ind C du 17/12/2014 transmise dans son intégralité à l'annexe n°4 du présent rapport. L'intégralité de cette note (et notamment les hypothèses de calculs prises en compte) est supposée parfaitement du lecteur.

L'étude hydraulique transmise porte sur 2 scénariis possibles :

- **scénario1** : la mise en place d'un rabattement de la nappe pour la réalisation à sec, pour chaque canal, et dans leur globalité ;
- **scénario 2** : suite à la réunion du 22/10/2014, la maîtrise d'œuvre a souhaité l'étude d'une méthodologie d'exécution et de réalisation différente : « Le phasage des travaux pourrait prévoir des terrassements préalables sur des tronçons limités (30 à 50 ml) pour la réalisation des murs de soutènement et remblais au fur et à mesure de l'avancement. Le terrassement final sur ensemble du bassin peut être réalisé une fois les murs réalisés ». Le dispositif est étudié au paragraphe 4.3 de l'annexe 4.

Conclusion :

➢ **Scénario n°1 :**

- cette solution basée sur un rabattement localisé de la nappe pour chaque bassin en tenant compte d'une segmentarisation des travaux d'exécution, nécessite la mise en place de puisards descendus à la cote -1.6 NGF. Le nombre prévu (14 à 21) est fonction des travaux sur le bassin I). Le tableau ci-dessous (extrait de la note de dimensionnement) résume le dimensionnement effectué.

Bassin	Nbr de pointes / puits filtrants nécessaire	Cote Base pointes / puits filtrants (NGF)	Débit d'exhaure calculé (m^3/h)
F	17	-4.6 / -10	17
G			
H	16		16
I (ensemble du bassin)	32		64
I (uniquement muret)	19		19

- il est précisé que dans le cas de pointes filtrantes, la hauteur d'extraction par aspiration est limitée à 7 m de profondeur. La profondeur de pompage nécessaire étant de 10 m/TN, il sera nécessaire d'étager le dispositif en positionnant les groupes d'aspiration à -3 m/TN et d'utiliser un dispositif de relevage pour évacuer les eaux pompées.
- pour les puits filtrants, le dispositif de pompage peut être positionné en surface ou en profondeur. L'aspiration étant limitée à 7 m de profondeur, la pompe devra être positionné à -3 m/TN. Les pompes immergées comme celles de surface ne supportent pas un

dénoiement des crépines, une régulation du débit et un système de protection manque d'eau seront donc indispensables ;

- en raison du contexte lithologique mis en évidence dans la zone de pompage (matériaux très fins), un pompage prolongé (ou avec un débit d'exhaure important) risque de créer des départs de fines importantes autour de ces ouvrages de rabattement (création de cavité et donc d'affaissement en surface en cours de chantier) ;
- le dimensionnement réalisé ne tient pas compte des ouvrages enterrés. Les formations mise en évidences (caractère hétérogène puisque remblai observé) associées aux ouvrages enterrés, les conditions d'écoulement de l'eau peuvent être perturbés.

➢ **Scénario n°2 :**

- cette solution basée sur un rabattement de la nappe global pour chaque bassin nécessite la mise en place au total de 52 à 65 pointes ou puits filtrants descendus respectivement à la cote -4.6 et -10 NGF. Le nombre prévu (52 à 65) est fonction des travaux sur le bassin I). Le tableau ci-dessous (extrait de la note de dimensionnement) résume le dimensionnement effectué.

Bassin	Nbr de puisards nécessaire	Cote Base pointes / puits filtrants (NGF)	Débit d'exhaure calculé (m^3/h)
F	3 (2 communs avec bassin G)	-1.6	11
G	4 (2 communs avec bassin G et 2 communs avec bassin H)		18
H	6 (2 communs avec bassin G et 2 communs avec bassin I)		29
I (ensemble du bassin)	16 (2 communs avec bassin G)		91
I (uniquement muret)	9 (2 communs avec bassin G)		43

- il est précisé que le puisards de drainage sont constitués de buses Ø800 mm minimum percées sur toute la hauteur. Ces dernières seront entourées d'un massif filtrant de 75 cm d'épaisseur constitué de graviers grossiers. Si les travaux devraient durer plus de 2 semaines (ce qui semble être le cas pour chaque tranche de construction), il conviendra d'envelopper les buses et le massif filtrant granulaire, d'un géotextile perméable anticontaminant. Les puisards seront équipés de pompe à boues (pompes de chantier) à refoulement rigide jusqu'à la surface ;
- en raison du contexte lithologique mis en évidence dans la zone de pompage (matériaux très fins), un pompage prolongé (ou avec un débit d'exhaure important) risque de créer des départs de fines importantes autour de ces ouvrages de rabattement (création de cavité et donc d'affaissement en surface en cours de chantier) ;
- le dimensionnement réalisé ne tient pas compte des ouvrages enterrés. Les formations mise en évidences (caractère hétérogène puisque remblai observé) associées aux ouvrages enterrés, les conditions d'écoulement de l'eau peuvent être perturbés.

Remarque importante : quel que soit la technique de rabattement retenu, un problème persiste pour le Canal I sur ces cotés Ouest (jonction avec le Bassin Aux Bois existant) et au Nord (proche du hangar 108 et de la Seine). En effet, l'apport d'eau est trop important pour envisager un rabattement en utilisant que le pompage seul. Un batardeau provisoire devra alors être mis en place à ses endroits. Dans tous les cas, peu importe la nature du batardeau, ce dernier devra être descendu à une cote minimale de +0.9 NGF et de manière provisoire pour être extrait en fin de chantier.

IX. OUVRAGES ENTERRES EXISTANTS

Une campagne de prospection géophysique a été menée localement sur le site (voir compte rendu d'essais n° RN12 0034-1-2 Ind. A en date du 10/10/2013 joint en annexe 5 du présent document) dans le but d'identifier d'éventuels ouvrages anthropiques au sein du sous-sol.

Au vu des résultats des mesures sur les différents secteurs investigués et de l'historique du site, il nous semble important de préciser **que la mise en évidence de nombreux ouvrages/vestiges enterrés à l'ouverture des fouilles est une certitude.**

En conséquence, pour l'ensemble des ouvrages à créer (mur de soutènements en « l », palplanches, talutages,…), les engins de terrassement employés par l'entreprise en charge des travaux devront être adaptés (engins de fortes puissance) et équipés d'outils spécifiques (BRH, cisailles,…) pour l'extraction de tous types de matériaux (béton, bois, métal…).

X. CALCUL DES PENTES DE TALUS

10.1. Etude des pentes de talus provisoire

Le présent chapitre présente les calculs de stabilité de pente en phase provisoire de travaux pour l'ensemble des bassins en condition chantier.

2 profils types ont été étudiés : l'un pour le canal Bois, le second pour le canal Bleu.

10.1.1 Paramètres de calcul

Les paramètres suivants pris en compte pour le calcul sont :

- cote fond de fouille : # +0.9 NGF
- cote terrain fini : # +5.55 NGF
- surcharge répartie coté terrain fini en phase travaux : 2 t/m²

Les paramètres géomécaniques sont ceux repris au paragraphe 5.1.

Le coefficient de sécurité recherché en phase provisoire est **F = 1.2.**

Le calcul est réalisé avec le logiciel GEOSTAB.

10.1.2 Résultat du calcul

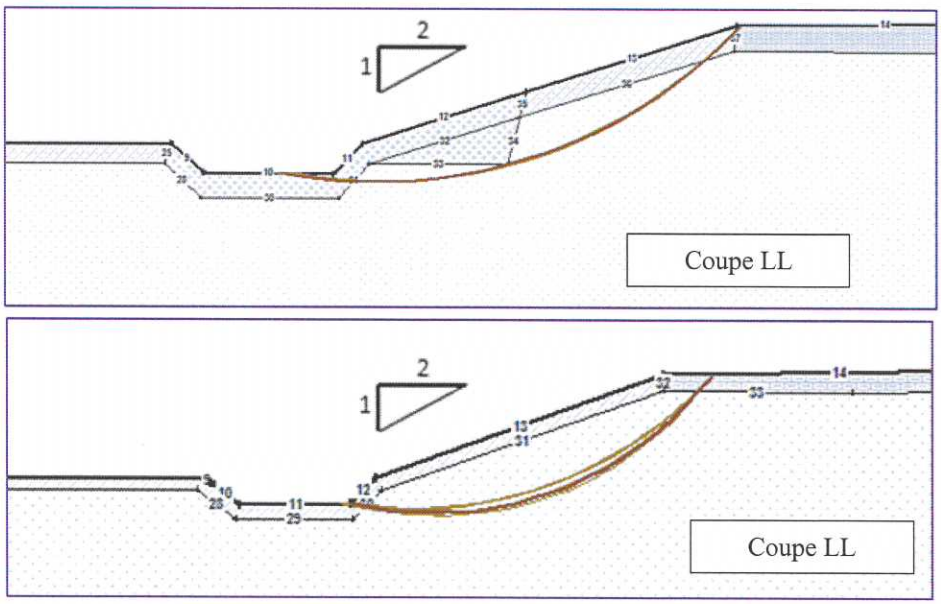
Les résultats des calculs mettent en évidence que le coefficient de sécurité de 1.2 est obtenu pour une pente maximale de :

- **32° dans le cas du canal bois ;**
- **40° pour le canal bleu.**

Le détail des résultats est repris en annexe 3 du présent document.

10.2. Etude des pentes de talus définitif – Bassin D/Peupleraie

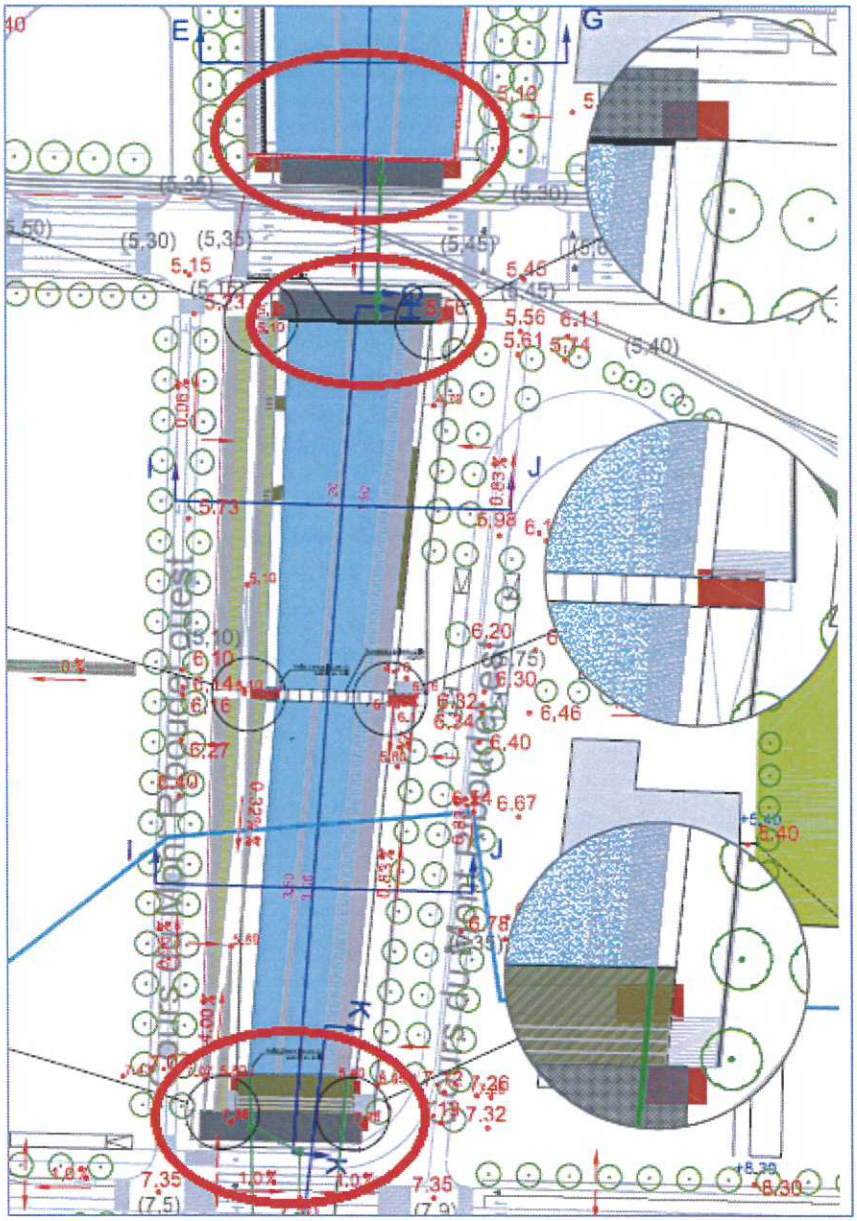
Des modélisations sur chaque rive du bassin D ont été réalisées suivant les Eurocodes. En tenant des profils géomécaniques mis en évidence. Les profils modélisés et les traces des différents cercles de rupture obtenus sont présentés sur les images ci-dessous :



Les coefficients de sécurité obtenus sont respectivement **Fs_2 =1.34 et Fs_3 =1.29, valeur attendue pour le long-terme.**

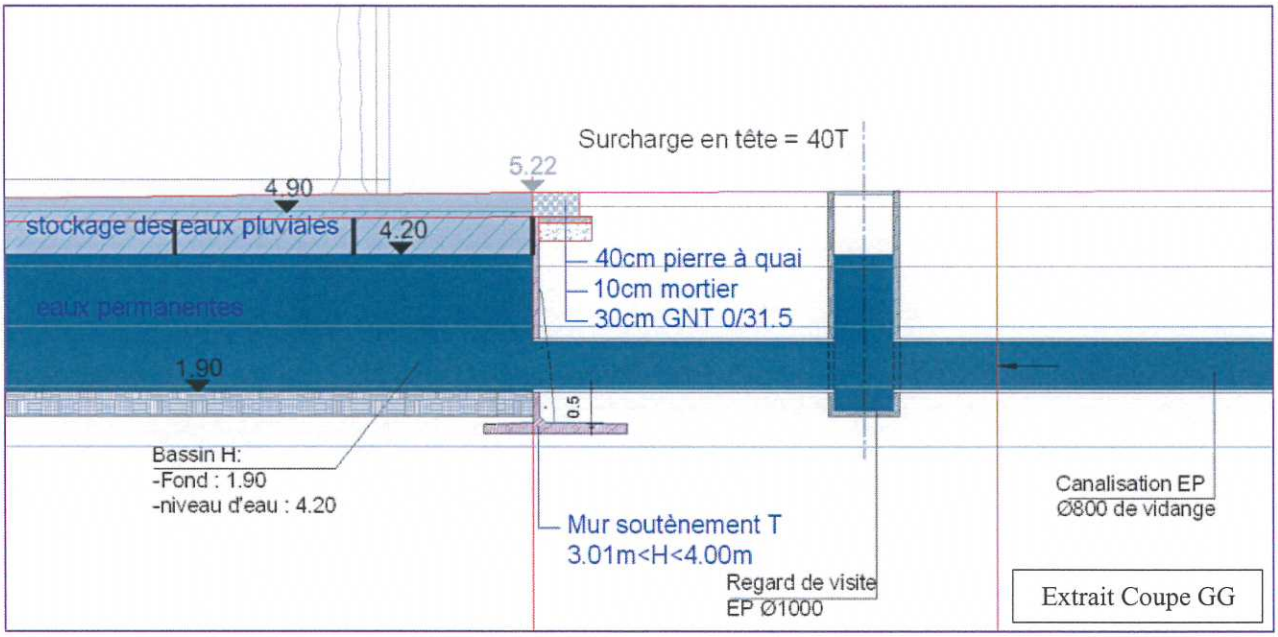
XI. PLATEFORMES POUR GRUES MOBILES

Des plateformes pour grue mobile (qui seront chargées des travaux de curage des bassins) sont prévues dans le cadre du projet. Leur implantation est reprise en page suivante (coupes GG et HK) :



D'après les coupes fournies, une surcharge de 40 T en tête est à prendre en considération. Les plateformes auront une dimension de 30x5 m environ (soit 150 m²). Le niveau fini des plateformes est arrêté à une cote de +5.5 à +7.4 NGF environ.

Le profil le plus défavorable est le profil G (ou H) car la surcharge est appliquée à l'aplomb des murs de soutènement des bassins G et H.



A noter également que des ouvrages d'assainissement sont prévus sous ces plateformes.

Au vu de ces éléments, la réalisation d'un **radier porteur rigide** de dimensions 30 x 5 m sur couche de forme épaisse (au moins 50 cm) semble être une solution adaptée pour répartir au mieux la surcharge au sol et limiter son influence sur les avoisinants projetés (une charge répartie uniforme de **266 kPa** pourrait alors être prise en compte).

Toutefois, les points suivants devront être vérifiés afin de valider cette solution :

- prise en compte de cette surcharge dans le dimensionnement des murs en T ;
- tassements du radier sous cette charge à vérifier (fonction notamment des caractéristiques géotechniques des matériaux d'apport prévus à l'arrière des murs en T).

XII. CAS PARTICULIER DES MURS DE SOUTENEMENT SOUS LE PONT FLAUBERT

De par les contraintes d'accès, mais également par la présence d'anciens quais enterrés, la réalisation des murs de soutènement sous le pont Flaubert nécessitera de prévoir une réalisation de murs en L coulés en place.

Ce mode constructif entrainera des problématiques liées à la gestion de l'eau (rabattement de nappe à prévoir sous batardeau par puits de pompage – cf. Etude Annexe 4).

Pour les pentes de talus provisoire, on se réfèrera au paragraphe 6.2 qui aborde la pente de talus provisoire à prendre en compte pour le canal Bois.

Par ailleurs, pour les dimensions du mur de soutènement à prendre en compte dans ce secteur, on se réfèrera à l'exemple de dimensionnement du mur en L de la coupe AB « mur B » (configuration géométrique identique).

Dans tous les cas, les travaux sont situés à proximité immédiate des piles du pont Flaubert. Une autorisation préalable des Concepteurs du pont devra être obtenue pour valider la méthodologie d'exécution.

Remarque : suivant les notes de calculs communiquées concernant le dimensionnement des fondations des piles, ces dernières seraient du type pieux ont fondés sur des pieux Ø1220 à 1600 mm calculés avec une neutralisation du frottement latéral des sols sur environ 8 m de profondeur. De ce fait, les terrassements projetés pour la réalisation des talus provisoire (même si ces derniers viennent à tangenter les piles du pont) et les modifications hydrauliques suite au rabattement de la nappe, ne devraient pas occasionner de perturbation dans la capacité portante du Pont.

XIII. PRISE EN COMPTE DU RISQUE AGRESSIVITE DU MILIEU VIS-A-VIS DES BETONS

Les analyses chimiques réalisées dans les précédentes études montrent que les sols ont des taux d'agressivités variables suivant les profondeurs et les secteurs.

On retiendra par conséquent, dans la formulation des bétons constituant l'ensemble des ouvrages génie-civil (murs en « L », radier, voiles,…), une classe d'agressivité XA2 minimum.

Il est rappelé ci-après le tableau récapitulatif des résultats obtenus lors de l'étude G12 (2012).

Abrotec — N° DOSSIER : RN12-0034 — CLIENT : SPLA CREA AMENAGEMENT
CHANTIER : ECOQUARTIER FLAUBERT - Aménagement des bords de Seine - ROUEN (76)

PROCES VERBAL D'ANALYSES CHIMIQUES : Agressivite des sols et de la nappe vis-à-vis des bétons

ANALYSE SUR SOL

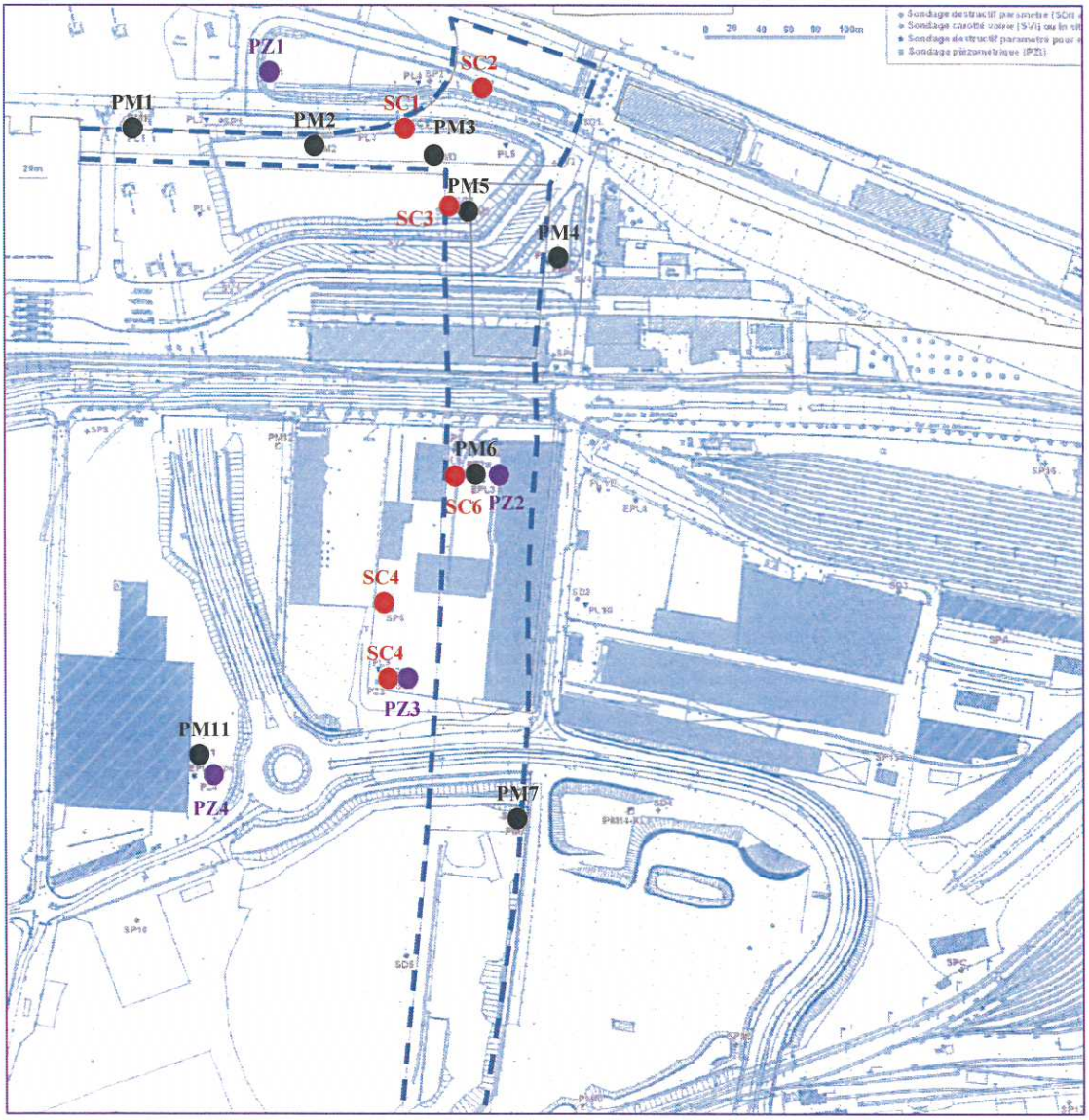
Caractéristique chimique	Seuils (Norme NF EN 206-1)			RESULTATS											
	XA1	XA2	XA3	PM1	PM2		PM3	PM4	PM5	PM6		PM11		SC1	
				2,5 / 3,2 m	3,0 m	2,0 m	1,5 / 2,5 m	2,0 m	2,0 m	1,0 m	1,5 m	1,0 m	2,0 m	1,0 m	3,85 m
SO_4^{2-} total (mg/kg) [a]	≥ 2 000 et ≤ 3 000 [b]	> 3 000 [b] et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000	4800	2300	13000	8500	5000	5500	1300	2300	200	2100	1900	1600
Acidité (ml/kg)	> 200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique		9	<2	4	8	5	6	<2	9	<2	<2	10	<2
CLASSE D'AGRESSIVITE SOL DE L'ECHANTILLON				XA2	XA1	XA3	XA2	XA2	XA2	<XA1	XA1	<XA1	XA1	<XA1	<XA1
Date de prélèvement				04/07/2012										29/06/2012	

Caractéristique chimique	Seuils (Norme NF EN 206-1)			RESULTATS										
	XA1	XA2	XA3	SC2			SC3			SC4	SC5		SC6	
				1,3 m	3,0 m	8,8 m	1,65 m	5,5 m	10,5 m	2,4 m	1,25 m	2,7 m	7,8 m	
SO_4^{2-} total (mg/kg) [a]	≥ 2 000 et ≤ 3 000 [b]	> 3 000 [b] et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000	1500	1800	1700	3100	1400	3200	1200	900	1400	700	
Acidité (ml/kg)	> 200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique		8	10	5	5	<2	12	14	<2	7	<2	
CLASSE D'AGRESSIVITE SOL DE L'ECHANTILLON				<XA1	<XA1	<XA1	XA2	<XA1	XA2	<XA1	<XA1	<XA1	<XA1	
Date de prélèvement				02/07/2012			11/07/2012			04/07/2012	09/07/2012		05/07/2012	

a) Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10^{-5} m/s peuvent être classés dans une classe inférieure.
b) La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton dus à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.

ANALYSE SUR EAU

Caractéristique chimique	Seuils (Norme NF EN 206-1)			RESULTATS				
	XA1	XA2	XA3	PZ1	PZ2	PZ3	PZ4	PZ7 (reste)
SO_4^{2-} (mg/l)	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 6 000	460	580	110	51	530
pH	≤ 6,5 et ≥ 5,5	≤ 5,5 et ≥ 4,5	> 4,5 et ≥ 4,0	6.9	6.9	7.1	7.3	6.8
CO2 agressif (mg/l)	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 jusqu'à saturation	< 3	< 3	< 3	< 3	8
NH_4^+ (mg/l)	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100	23	< 0,1	0,2	2,6	57
Mg^{2+} (mg/l)	≥ 300 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 jusqu'à saturation	32	42	63	7,9	14
CLASSE D'AGRESSIVITE EAU DE L'ECHANTILLON				XA1	XA1	< XA1	< XA1	XA2
Date de prélèvement				02/08/2012				30/10/2012



XIV. RACCORDEMENT ENTRE LE BASSIN AUX BOIS ET LE CANAL I PROJETE

A l'établissement du présent rapport indice C, aucun élément de projet n'était toujours connu (type de soutènement, de raccordement,……).

Seules des coupes de profil du quai séparatif existant sont disponibles et ont été communiquées à ABROTEC en date du 24/10/2014.

De ce fait, les éléments ci-dessous devront être affinés et devront faire l'objet d'une étude spécifique lorsque les caractéristiques du projet seront entièrement finalisées.

Le quai séparatif est constitué depuis le terrain naturel (#+5.3 NGF moyen) d'un perré en béton ayant une inclinaison moyenne de l'ordre de 35° jusqu'à la cote altimétrique +1.0 NGF environ correspondant à la tête d'un rideau de palplanche.

La profondeur de ces palplanches existantes reste aujourd'hui inconnue (fiche, hauteur de soutènement libre,…).

L'étude d'un rideau de palplanches disposées depuis le raccordement entre le bassin aux Bois jusqu'au premier tablier du pont Flaubert (soit sur un linéaire de 30 ml environ) a été effectuée.

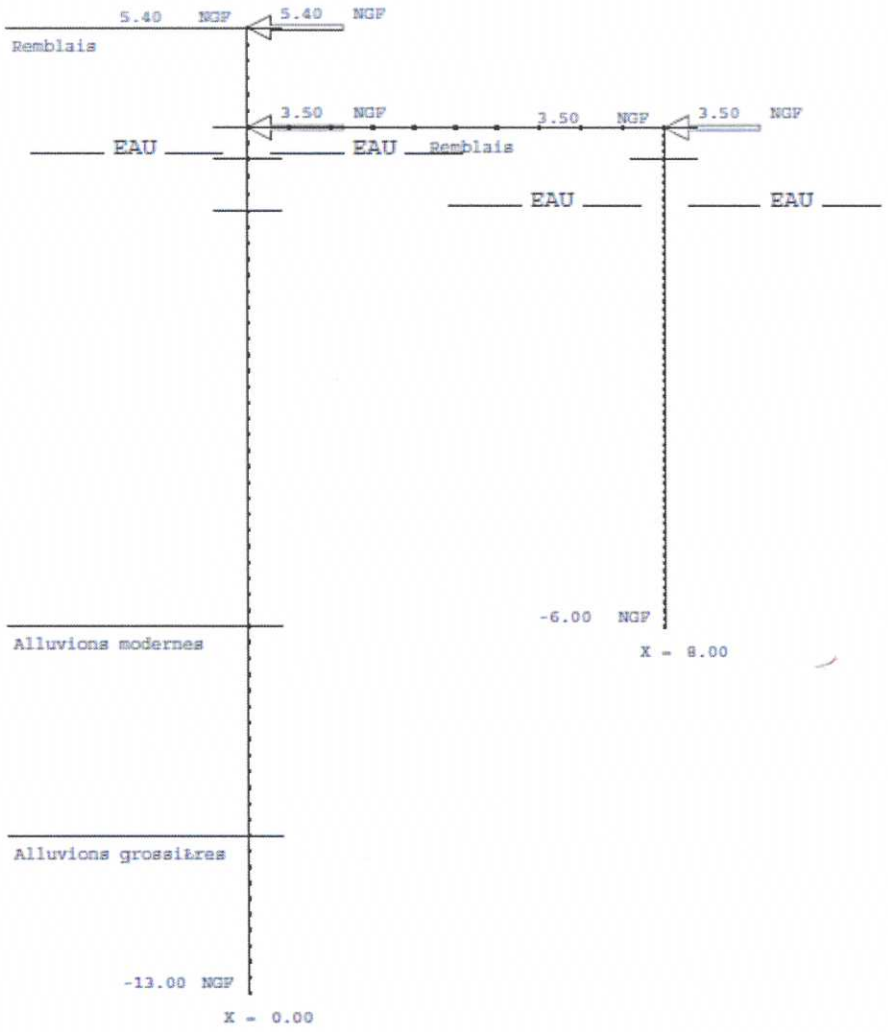
Les hypothèses de calculs pris en compte sont les suivantes :

- les caractéristiques géotechniques sont celles énoncées précédemment ;
- les caractéristiques géométriques du projet sont les suivantes :
  - fond du bassin : +1.9 NGF
  - TN projet : +5.4 NGF
- une surcharge verticale en tête de rideau : 20 kN/m² (voie pompier)
- les caractéristiques des rideaux (principal et contre-rideau) ainsi que des tirants sont :
  - Contre-rideau positionné à 8 m du rideau principal ;
  - Rideau principal en palplanches de type PU32 nuance E36 ;
    - ✓ module d'élasticité : Es = 200 000 MPa ;
    - ✓ inertie brute : I = 72320 cm^4/ml ;

    (contre-rideau en PU18)
  - tirants : Les aciers considérés sont des barres à haute adhérence HA fe E 500
    - ✓ limite d'élasticité : fyk = 500 MPa ;
    - ✓ allongement à la rupture : □uk = 5,0 % (acier classe B) ;
    - ✓ module d'élasticité : Es = 200 000 MPa ;
    - ✓ diamètre Ø40mm espacé tous les 1.5 m.
  - perte d'épaisseur due à la corrosion considérée à 1.40 mm par face exposée (durée de vie 100 ans – Eau douce ordinaire dans zone d'attaque élevée).
  - module de réaction Kh (calculée suivant le NF P 94-282) :

Nature des sols	Caractéristiques des couches								
	C_u	φ_u	K_a	K_0	K_p	K_h	Augmentation de K	Réduction	
	[t/m2]	[°]				[t/m³]	[t/m³]	Poussée	Butée
Remblais	0	25	0.406	0.577	3.545	48.904	0.000		
Alluvions modernes	0.5	26	0.390	0.562	3.818	363.324	0.000		
Alluvions grossières	0	30	0.333	0.500	4.980	11487.168	0.000		
Marno crayeux	2.5	20	0.490	0.658	2.676	19724.287	1.000		

La coupe étudiée (caractéristique de la coupe D du plan projet) est la suivante :



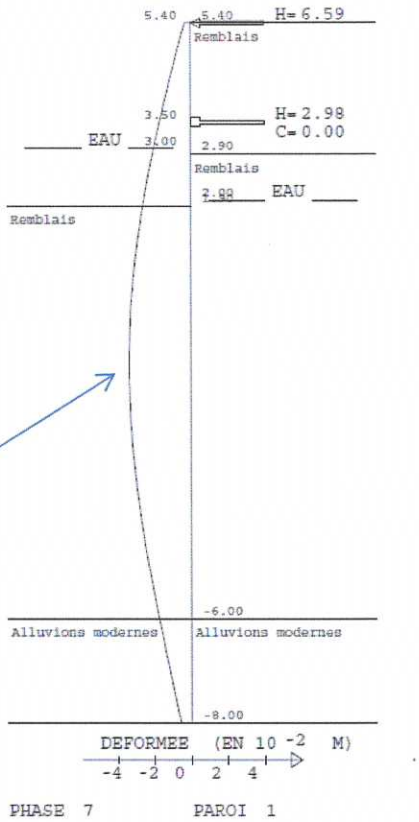
La méthodologie de réalisation (phasage) pris en hypothèse est la suivante :

- *Phase 1 : Mise en place du 1er lit de tirants (en tête de paroi) ;*
- *Phase 2 : Terrassement à +2.90 NGF ;*
- *Phase 3 : Mise en place du 2ème lit de tirants ;*
- *Phase 4 : Remblaiement jusqu'à la cote projet ;*
- *Phase 5 : Terrassement du canal jusqu'à la cote +1.90 NGF ;*
- *Phase 6 : Prise en compte de la charge d'exploitation ;*
- *Phase 7 : Eaux hautes à +3.0 NGF ;*
- *Phase 8 : Eaux hautes à +4.0 NGF ;*

Sur la base des hypothèses ci-dessus, **les calculs de stabilité** sont :

```
Rouen
Coupe D / pile pont Flaubert
..... Calcul de la phase  1
      MOMext=    0.00   RAPbut=  6.90   DEPext=  0.000000   ROText=0.000000
      MOMext=    0.00   RAPbut=  6.80   DEPext=  0.000000   ROText=0.000000
      FH.Butons     0.00     0.00
      FH.Butons     0.00
..... Calcul de la phase  2
      MOMext=  -17.88   RAPbut=  4.66   DEPext=  0.027249   ROText=0.005938
      MOMext=    0.00   RAPbut=  6.80   DEPext=  0.000000   ROText=0.000000
      FH.Butons    -5.68     0.00
      FH.Butons     0.00
..... Calcul de la phase  3
      MOMext=  -17.88   RAPbut=  4.66   DEPext=  0.027249   ROText=0.005938
      MOMext=    0.00   RAPbut=  6.80   DEPext=  0.000000   ROText=0.000000
      FH.Butons    -5.68     0.00
      FH.Butons     0.00
..... Calcul de la phase  4
      MOMext=   -3.18   RAPbut=  7.14   DEPext=  0.005305   ROText=0.001202
      MOMext=   -1.54   RAPbut=  7.02   DEPext= -0.010590   ROText=0.002314
      FH.Butons    -1.79     1.23
      FH.Butons    -1.23
..... Calcul de la phase  5
      MOMext=   14.59   RAPbut=  4.51   DEPext= -0.020558   ROText=-.004459
      MOMext=   -3.25   RAPbut=  7.15   DEPext= -0.023589   ROText=0.005088
      FH.Butons     3.61     2.44
      FH.Butons    -2.44
..... Calcul de la phase  6
      MOMext=   21.89   RAPbut=  3.79   DEPext= -0.032223   ROText=-.006896
      MOMext=   -3.97   RAPbut=  7.18   DEPext= -0.029861   ROText=0.006394
      FH.Butons     7.01     2.93
      FH.Butons    -2.93
..... Calcul de la phase  7
      MOMext=   20.12   RAPbut=  3.78   DEPext= -0.033769   ROText=-.007485
      MOMext=   -4.05   RAPbut=  7.18   DEPext= -0.030531   ROText=0.006533
      FH.Butons     6.59     2.98
      FH.Butons    -2.98
..... Calcul de la phase  8
      MOMext=   16.70   RAPbut=  4.06   DEPext= -0.028167   ROText=-.006215
      MOMext=   -3.39   RAPbut=  7.05   DEPext= -0.027792   ROText=0.005846
      FH.Butons     5.73     2.44
      FH.Butons    -2.44
```

Déplacement maximal mesurée sur la longueur de la palplanche



Conclusion :

Avec mise en place de 2 lits de tirants positionnés en tête (+5.4 NGF) et à +2.9 NGF entre le rideau principal et le contre-rideau, les déplacements obtenus en tête sont de l'ordre de 1 cm (ce qui reste acceptable). La dé formée maximale est de l'ordre de 3 cm située sous le fond de terrassement (sous la cote +0.9 NGF).

Les rapports de butée sont >1.9 (pour une phase définitive).

Vérification vis-à-vis de la résistance de la palplanche :

Calcul du moment résistant ELU Mcrd

PALPLANCHE : PU 32

- σe= 355 Mpa — Corrosion totale = 1.4 mm/face
- βb= 0.7 — Perte de corosion = 14%

Wpl= 3687 cm3/ml — **Wpl_{coro}**= 3158 cm3/ml

Wel= 3200 cm3/ml — **Wel_{coro}**= 2741 cm3/ml

- Classe du profil = 2 (1-2 ou 3)
- γmo= 1

Mcrd = 91.6 tm/ml

$Mcrd_{coro}$ = 80.0 tm/ml

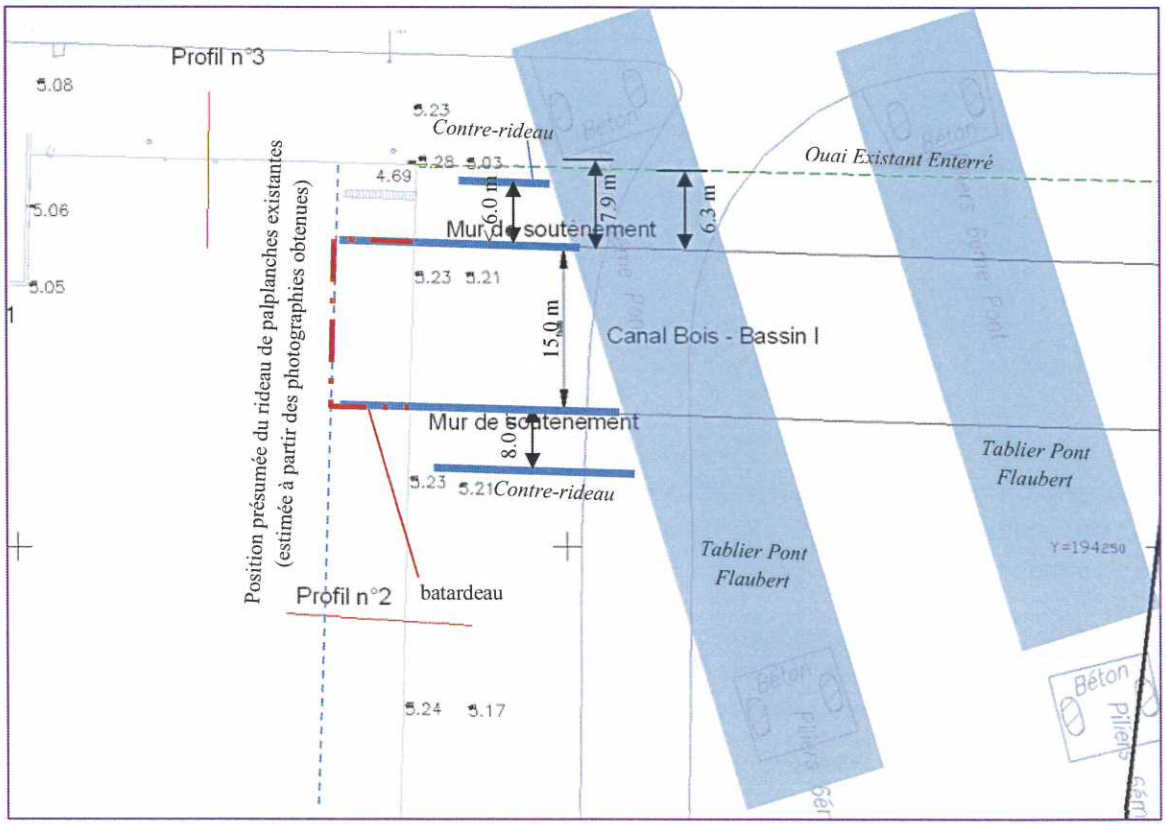
$Mcrd = \sigma e \times \beta b \times W \times \gamma m0$

	M_{ELS}		Med	
Moment ELS =	11.5	x 1.35	= 15.53	tm (ELU)

→ **Med** < **Mcrd** ▲ Ok

Remarques importantes :

- il faut tout de même noter que pour obtenir des déplacements acceptables, il faut commencer par tiranter la paroi avant de terrasser. Ce qui peut poser quelques problèmes de réalisation et ordonne une méthodologie d'exécution étudiée ;
- compte tenu des matériaux existants constituant d'une par les remblais du Bassin aux Bois remblayé (présence de blocs erratiques), et de dalle béton avec enrochements d'autre part observés sur les bords de quai, il devra être réalisé avant battage/fonçage des palplanches, la réalisation de sondages préalable pour évacuer tous blocs pouvant occasionner un refus lors de la mise en place du soutènement ;
- en outre, la mise en place de ces palplanches reste cependant assujettie impérativement à la réalisation préalable et obligatoire, de fouilles mécanisées descendues à au moins 4 m de profondeur sur tout le linéaire concerné par ces palplanches (contre-rideau et passages de tirant compris). Ces fouilles s'effectueront au moyen de pelle mécanique puissante avec bras rallongé et muni d'un BRH pour l'enlèvement/démolition des vestiges de fondation, ouvrages existants (quai) pour dans l'objectif d'une purge ;
- **la présence des quais enterrés situés au droit du contre rideau « Côté Nord Canal I » impose que celui-ci devra être mis en place à au plus 6 m du rideau principal** de façon à s'assujettir d'éventuel enlèvement des pieux bois supposés présent sous les quais existants enterrés ; sur le « Côté Sud Canal I », le contre-rideau pourra être mis en place à 8.0 m du rideau principal ;
- par ailleurs, à la proximité avec le Bassin aux Bois en eau (soumis aux marées), il conviendra d'installer un batardeau afin d'isoler la zone de travail. Un schéma de principe est fourni ci-dessous (sur fond de plan topo actuel transmis le 24/10/14 et en l'absence de données du projet) :



Commune de ROUEN

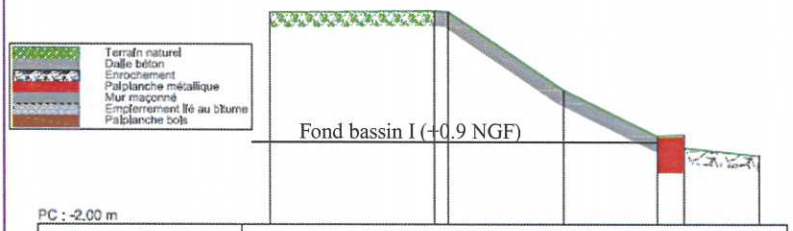
Levé des bords de Seine

Presqu'île ROLLET

Echelle en X : 1/100

Echelle en Y : 1/100

Profil n°2



Numéros des points TN	1	2 3	4	5 6 7	8
Altitudes TN	5,22	5,27 5,24	2,57	1,09 1,03 0,59	0,32
Distances cumulées TN	0,000	5,614 6,105	10,068	13,285 14,223	16,773
Distances partielles TN		5,614	0,491	3,963	3,217	0,938	2,550
Pentes et rampes TN		RAMPE L = 5,614 m P = 0,01 m / m		PENTE L = 3,963 m P = -0,67 m / m	PENTE L = 3,217 m P = -0,49 m / m		

24-03-2010
Dossier n° 10048
Levé en mars 2010 par GC
Dessiné en mars 2010 par GC
Plan Réf. : 10048-P2-100-A

Commune de ROUEN

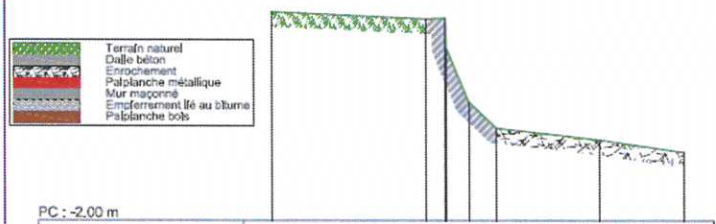
Levé des bords de Seine

Presqu'île ROLLET

Echelle en X : 1/100

Echelle en Y : 1/100

Profil n°3



Numéros des points TN	1	2 3 4 5	6	7	8
Altitudes TN	5,08	4,84 4,87 3,85 2,03	1,13	0,74	0,31
Distances cumulées TN	0,000	5,200 5,895 5,930 6,893	7,639	11,154	14,046
Distances partielles TN		5,200	0,695	0,798	0,946	3,515	2,892
Pentes et rampes TN		PENTE L = 5,200 m P = -0,05 m / m			PENTE L = 3,515 m P = -0,11 m / m		

24-03-2010
Dossier n° 10048
Levé en mars 2010 par GC
Dessiné en mars 2010 par GC
Plan Réf. : 10048-P3-100-A

XV. CONDITIONS DE REALISATION DES DEBLAIS EXTRAITS (rappel)

L'étude du réemploi des matériaux du site a fait l'objet par ABROTEC, du Cahier 4 du marché d'étude géotechnique, sous la référence RN12-0034-4 ind C du 28/08/2013 dont le contenu intégral est supposé parfaitement connu du lecteur.

Les éléments ci-après sont issus intégralement du rapport précité.

14.1. Secteur(s) d'emprunt envisageable(s)

Compte tenu du profil topographique actuel du site et du plan de nivellement envisagé, il est prévu des terrassements principalement en remblais localisés en partie sud du boulevard de Béthencourt.

Dans cette zone, les remblais auront une hauteur d'un simple reprofilage au niveau du Boulevard de Béthencourt (+/- 0.3 m) jusqu'à 4 à 7.5 m localement en extrémité sud au niveau de la voie ferrée ; globalement, la hauteur moyenne de remblai qui peut être retenue est de l'ordre de 3 à 4 m.

En partie nord du boulevard de Béthencourt, il n'est prévu qu'un simple reprofilage du site en ce qui concerne les aménagements et des déblais d'une profondeur de 7.5 m au droit du projet Canal Bois, 2.5 à 3.5 m pour le projet Canal Bleu.

La zone d'emprunt envisageable qui représente le plus gros volume d'emprunt potentiel, se concentre donc dans le secteur au nord du boulevard de Béthencourt, au droit des projets Canal Bois et Canal Bleu. Le volume de remblais projetés pour atteindre la cote projet est cependant nettement supérieur à la capacité d'emprunt potentiel. Un apport de matériaux est donc à prévoir.

14.2. Extraction des matériaux

Dans la zone d'emprunt potentiel, les remblais du site, présents sur plusieurs mètres de profondeur car issus du comblement du bassin aux Bois, sont d'une part grossiers et peu compacts, et d'autre part, peu ou légèrement cohérents dans l'ensemble ce qui peut poser quelques difficultés de terrassement. Ils reposent sur des remblais très peu portants et à matrice fine soumis aux variations de la nappe alluviale.

Les essais d'identifications effectués sur les prélèvements de sols réalisés entre 0 et 3.5 m de profondeur, montrent une appartenance soit aux classes A1, C1-B5, C2-B5, dans un état hydrique moyen à très humide dont le comportement mécanique (et notamment la portance) dépendent étroitement des conditions météorologiques soit aux classes C1-B3, D3 selon le GTR. Ces dernières qui n'ont été reconnues que très ponctuellement (zone du sondage PM11) transcrivent un comportement mécanique insensible à l'eau.

Les investigations réalisées (puits de reconnaissance à la pelle mécanique) associées aux identifications de sol ont mis en évidence une très forte hétérogénéité lithologique des remblais du site pour lesquels il n'a pu être défini de famille type représentative du terrain investigué. De ce fait, les essais d'aptitude au traitement initialement prévus au marché (dans le cadre de leur réutilisation) n'ont pas été effectués car estimés non représentatifs (ou aléatoire) par ABROTEC.

On note également dans ces remblais la présence d'objets métalliques, de blocs de béton (de toutes dimensions), de briques ou de morceaux de bois et plastique, pouvant être conséquents.

En outre, l'étude pollution (source BURGEAP) et les analyses chimiques pour identifier le caractère inerte montrent que cette zone est soumise à la présence ponctuelle d'hydrocarbure dont la source devra être traitée (suppression par évacuation hors site) ou par des composés volatils à des concentrations supérieures aux seuils ISDI.

Un volume important de remblai, potentiellement non réutilisable, devra être soit traité soit mis en zones de stockage spécifiques.

Les horizons sous-jacents aux remblais à matrice sablo-graveleuses (mais appartenant aux faciès F1 Remblais) sont de nature à dominante argileuse et plus ou moins vasarde. Aucun essai d'identification n'a été effectué mais leur classe peut être estimée appartenir à A1-A2 (C1 et/ou C2) dans un état hydrique très humide (présence de la nappe alluviale).

14.3. Réutilisation des matériaux

Par leur seul critère de classification des sols (GTR), les remblais de nature sablo-graveleuse présents sur les 3 premiers mètres environ, peuvent être réutilisés en partie inférieure de remblais uniquement (objectif de densification Q4, densité >95% O.P.N.), sous réserve au moment de leur mis en œuvre, de contrôler leur état hydrique, d'éliminer leurs plus gros éléments (criblage, concassage), et d'évacuer tous les éléments impropres les constituants (ferraille, bois, plastiques…).

A. à l'état actuel, les matériaux de classe Ci-B5 à l'état hydrique très humide (th) ne sont pas réutilisables. Une réduction de la teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable (sur plusieurs mois) peut être envisagée, sous réserve d'une étude spécifique.

   Après réduction de leur état hydrique (état humide), ces matériaux sont très difficiles à mettre en œuvre en raison de leur faible portance puisqu'ils peuvent conserver une pression interstitielle après leur mise en œuvre. A ce stade, un traitement de ces matériaux peut être envisagé mais la présence de blocs rendra difficile l'homogénéisation du mélange.

   A l'état hydrique moyen, ces matériaux sont sujets à une variation brutale de leur comportement (portance notamment) en relation directe avec les conditions météorologiques.

   Dans tous les cas, une sectorisation de « matériaux homogènes » est impérative pour rendre le traitement uniforme.

B. **au-delà des 3 premiers mètres, la réutilisation des remblais extraits n'est pas conseillée**, car jugée particulièrement dangereuse en raison de leur compressibilité (faciès remblai argileux plus ou moins organique, et sous nappe). En effet, sous un état hydrique qui restera élevé, leur stabilisation sera longue et il ne sera pas possible, même à moyen terme, d'envisager des aménagements ou construction sur de tels remblais sans traitement lourd. Il est donc vivement recommandé de les évacuer hors du site.

C. les sols de classe GTR D3 ou C1B3 sont dits insensibles à l'eau. Ils peuvent donc être réutilisés sans réelles contraintes particulières. A noter cependant que les sols de classe C1-B3 sont soumis à une mauvaise traficabilité si leur fraction fine est uniforme et si leur teneur en eau est faible.

D. pour les remblais se trouvant au droit de la voie SUD III et de la voie de liaison avec le pont Flaubert, aucune investigation n'a été réalisée en accord avec les Concepteurs au démarrage du marché. En l'absence de données formelles de la DREAL sur la nature et le type de matériaux, et suivant notre connaissance du secteur, il est supposé que les sols situés sous la chaussée sont constitués par des matériaux graveleux.

   A ce stade, hormis la couche de forme traitée, la réutilisation des matériaux sous-jacents peut être envisagée puisqu'ils constituent à ce jour le corps de remblai actuel.

E. pour les terrains situés sous les autres voiries existantes, compte tenu de leur ancienneté, seule la couche de forme pourra être à priori réutilisée. Leur épaisseur est estimée de l'ordre de 30 cm. Ce volume exploitable ne constitue pas un volume suffisant puisqu'il concerne peu de rues. Il serait plus judicieux de les laisser en place de manière à les utiliser plutôt en voie de circulation chantier.

Dans tous les cas :

- quelle que soit la nature et le type de matériaux mis en œuvre, il est impératif de mettre en œuvre ces matériaux suivant les recommandations prescrites dans le guide des terrassements (GTR) Fascicule II – Annexes techniques ;
- le choix du matériaux d'apport est primordial pour atteindre des exigences correctes et minimales de compacité et de mise en œuvre ;
- l'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations G.T.R, compte tenu de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé. De plus, dans tous les cas et quel que soit le matériau retenu, le taux de compactage devra être supérieure à 95 % de l'O.P.N ;
- en outre, compte tenu de la sensibilité des ouvrages à créer, nous recommandons vivement de mettre en œuvre des matériaux d'apport « noble » ayant les caractéristiques mécaniques retenus dans les calculs de stabilité pour le remblaiement à l'arrière des ouvrages.

Il est rappelé qu'en cours la mise en œuvre des remblais, des contrôles de portance in situ par essais à la plaque, mesures de densité au gammadensimètre, tests de compactage au pénétromètre,… devront être réalisés, avec au minimum :

- en fond de terrassement de façon à vérifier l'homogénéité du sol, et localiser d'éventuelle(s) purge(s) préalable(s) ;
- à mi-hauteur de remblai pour s'assurer de l'évolution de portance du corps de remblai ;
- en fin de mise en œuvre, destinés à la réception pour les futures couches de forme.

14.4. Problématique liée aux terrassements vis-à-vis des sols rencontrés et aux existants

Sur l'emprise globale du Site Ecoquartier, les sols rencontrés sont constitués par des alluvions modernes compressibles, reconnues sur une profondeur allant de 4 à 14 m environ.

Sous l'effet du remblaiement général du site (simple reprofilage au niveau du Bld de Béthencourt à 7.0 m environ au niveau de la voie rapide SUD III ou l'Avenue J. Rondeaux), les sols superficiels n'étant pas stables naturellement, il va se produire des tassements centimétriques à décimétriques.

Ces tassements vont apparaitre dès le début du remblaiement et se poursuivront par le phénomène de fluage, une fois les travaux achevés.

Lorsque le calage altimétrique du projet sera réellement fixé, il sera alors nécessaire de réaliser des investigations géotechniques complémentaires (par carottage avec essais en laboratoire associés de type essais de compressibilité, de fluage,..) pour mieux appréhender ces valeurs de tassements et pour en estimer le temps de consolidation. Ces éléments seront également nécessaires dans la méthodologie et le phasage de mise en œuvre du corps de remblai.

Il conviendra aux Concepteur de prévoir, préalablement et au cours des travaux, des dispositifs de surveillance et de contrôle visant à mesurer l'évolution des tassements sous le chargement progressif des remblais d'apports (boules tassométriques, plaques de pression, ….).

Cette étude entre dans le cadre de l'étude géotechnique de projet (Mission G2) que peut réaliser ABROTEC sous réserve d'une commande préalable.

Nota : il sera alors impératif de connaitre le phasage général de l'aménagement du site Ecoquartier, à savoir notamment, l'ordre de priorité des zones de rechargement, de démolitions des bâtiments existants,…

XVI. COMMENTAIRES / CONCLUSION

Pour la mission qui a été confiée à ABROTEC, diverses hypothèses ont été envisagées et plusieurs modèles étudiés.

Il apparaît d'après ces hypothèses que :

- avec les caractéristiques de sols proposées à long-terme, la stabilité générale de l'ouvrage est vérifiée ;
- les berges végétalisées, telles que conçues actuellement, sont stables ;
- la stabilité est sécuritaire car Fs > 1,0.

La pente des talus provisoires retenus à l'arrière du mur est $\alpha = 32°$ à $40°$. Il conviendra de s'assurer de la mise en place des drains et de leur bon fonctionnement à l'arrière des murs afin d'assurer à long terme la stabilité générale.

Bien que peu probables, il pourrait exister des forces d'écoulement dues à une différence éventuelle entre le niveau derrière et devant les murs, qui modifieraient les pressions des terres créant une instabilité à l'avant du mur.

On notera, de plus qu'après terrassement, le fond de fouille au droit des futurs murs serait à priori composé de remblais plus ou moins argilo-graveleux (F1) ou de limons sableux très peu portants.

Il sera par conséquent réalisé un clouage d'une épaisseur théorique de 0.3 m puis une couche de forme incompressible de 0.5 m par des matériaux insensibles à l'eau ce qui améliorera la portance des sols et par conséquent la sécurité de l'ouvrage.

Les zones de frayères seront constituées d'une faible couche (0.20 m) de sable sur laquelle reposeront des enrochements disposés sur des bandes participant ainsi à la stabilité aval des ouvrages.

Il est également rappelé que toutes les hypothèses devront être validées par les parties concernées.

La réalisation des ouvrages de soutènement au moyen de mur en « L » pour les ouvrages Canal I et Canal H, reste assujettie en phase travaux à de nombreuses difficultés pour rendre la plateforme de travail sèche.

En effet, ces ouvrages sont localisés à proximité « immédiate » de la Seine qui est soumise au phénomène de marnage non négligeable. La gestion de cette nappe impose des sujétions de pompage conséquent (à l'abri de batardeau localisé) avec un rejet des eaux pompées limité à 80 m^3/h dans la Seine (condition maximale définie par la DREAL). Des aires de stockage temporaire d'eau pompée devront être prévues en cours de chantier.

Cette condition aboutit à une segmentation du projet dans le processus de réalisation.

En outre, même avec la prise en compte d'un effet de pianotage vertical, des inclinaisons non maitrisables entre les éléments de murs sont susceptibles d'apparaitre, créant des points de venue et départ d'eau dans le remblai amont. Ce phénomène d'entraînement du matériau fin, répété au gré des marées, accroît les risques d'instabilité à long terme des ouvrages.

Par conséquent, il conviendra de mettre en place à l'arrière des murs, un dispositif (géotextile en simple ou double nappe) pour palier à ces phénomènes intégrant également la présence de tassement différentiel entre les diverses section de murs.

De plus, en raison du passé historique qui montre une forte activité anthropique, la reconnaissance d'ouvrages enterrés lors des travaux est certaine ; quel que soit l'ouvrage à réaliser, et notamment pour la mise en place des rideaux linéaires en palplanches, la réalisation d'avant-trou préalable sur une profondeur de 4 m environ sera impérative de façon à vérifier et purger (le cas échéant) tous les éléments impropres (blocs, vestiges de fondations, éléments divers enterrés,...).

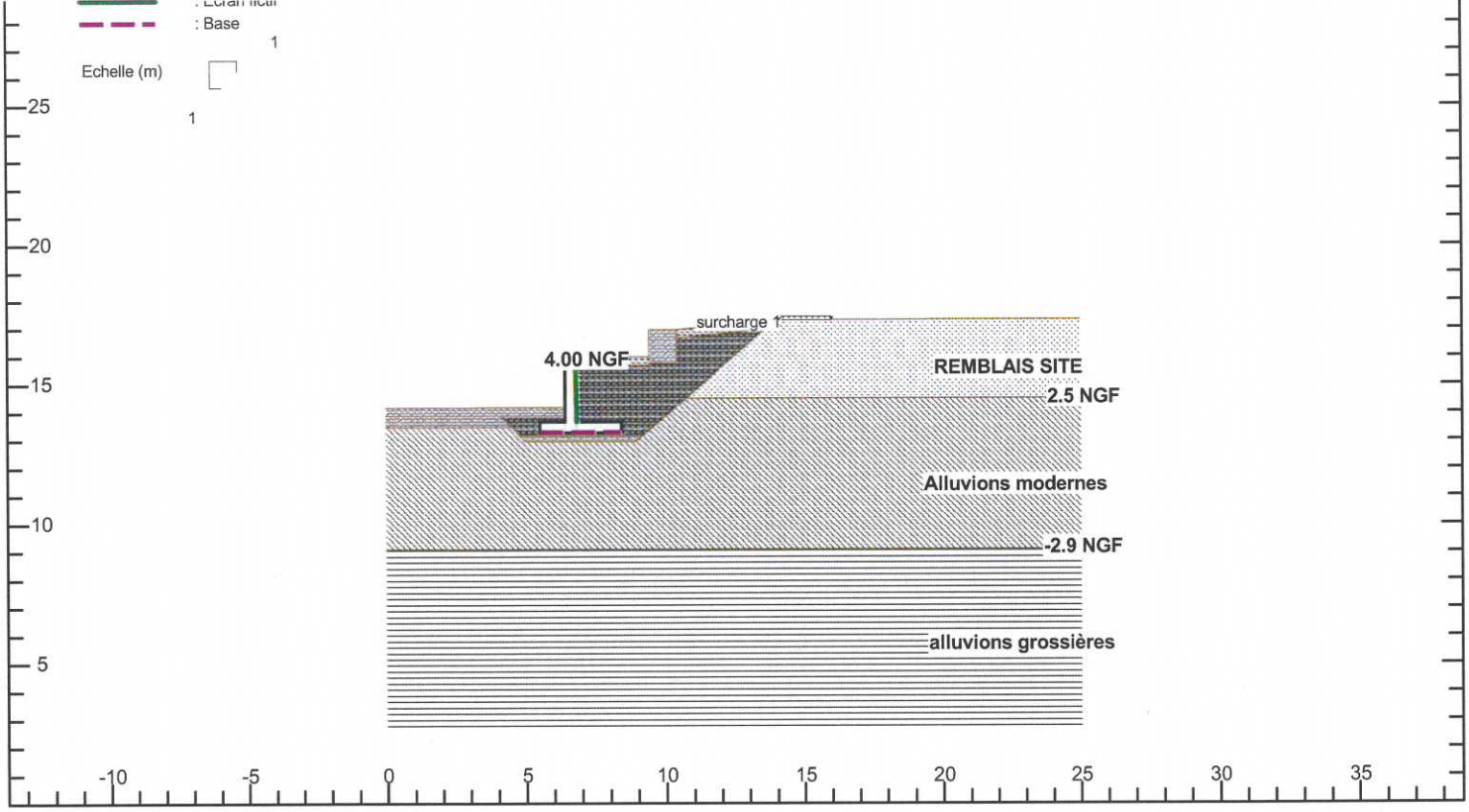
Enfin, il est rappelé au lecteur que l'étude géotechnique de conception phase PRO a été établie sur la base de plans fournis par EGIS au stade APS-ADP et en aucune manière au stade PRO.

Des évolutions de projet sont donc fortement probables, remettant partiellement (ou ponctuellement) en cause les conclusions de cette étude.

Il sera donc impératif de vérifier les conclusions une fois l'ensemble du projet finalisé par l'équipe de maitrise d'œuvre en G2-PRO complémentaire (hors cadre de notre mission actuellement terminée).

– Fin du Rapport –

Annexe 1 :
Calcul des murs en L sous GEOMUR



GEOMUR© v2.09 du 29/05/2012 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : info@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

SOLS	γ	C	ϕ	δ	Ca
1	17.00	0.00	26.00	0.00	0.00
2	17.00	5.00	30.00	0.00	0.00
3	18.00	0.00	30.00	0.00	0.00
4	20.00	25.00	20.00	0.00	0.00
5	17.00	0.00	35.00	0.00	0.00
6	23.00	0.00	40.00	0.00	0.00
7	18.00	0.00	36.00	0.00	0.00
8	22.00	50.00	40.00	0.00	0.00
9	17.00	1.00	30.00	0.00	0.00

Fichier : coupe IJ coté J.gmr
Unités : KN, m
Méthode de CULMANN
Surfaces brisées précalculées
Xi incliné à delta

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		5.00	30.00	23.00	224.00	frottant	1.00

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

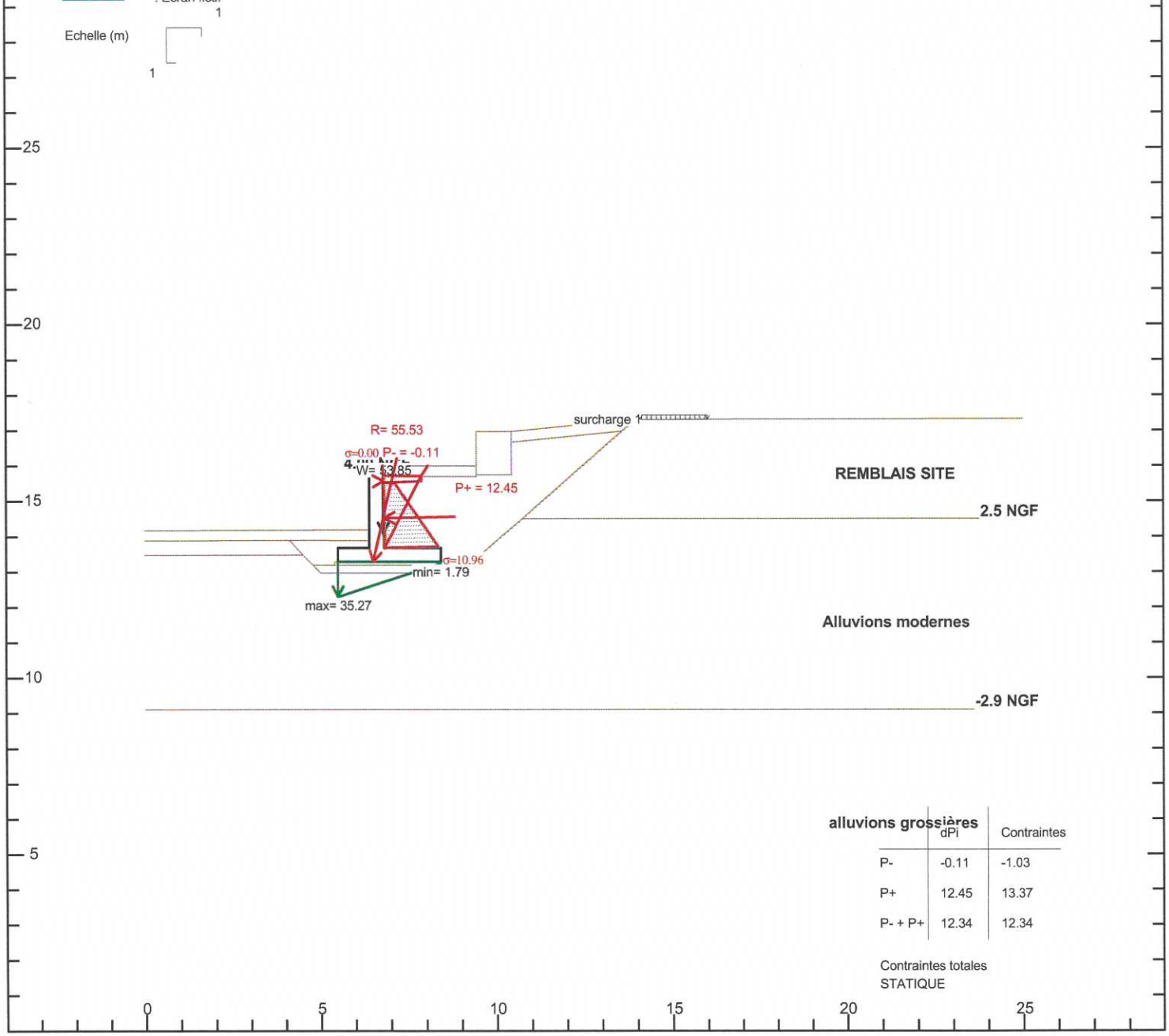
SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α
1	14.10	16.00	2.50	2.50	0.00

	Eurocodes 7		Pesant	Allégeant
		Coefficient Surdimensionnement	Coefficient Surdimensionnement	Coefficient Surdimensionnement
Actions permanentes défavorables γg = 1.350 variables défavorables γq = 1.500 permanentes favorables γg = 1.000 variables favorables γq = 0.000 **Résistances** portance $\gamma R;v$ = 1.400 glissement $\gamma R;h$ = 1.100 résistance des terres $\gamma R;e$ = 1.100 **Eau** Etat limite considéré : ELS Fréquent Actions défavorables de l'eau $\gamma R;rst$ = 1.000	Approche 2 - Cas 1 : Poussée défavorable			
	Glissement ()	Rh = 41.725 kN Eh = 16.802 kN Rh/(Eh * gR;h) = 2.483	-	-
	Renversement ()	Mr,o = 70.561 kN.m Mm,o = 20.539 kN.m Mm,o/Mr,o = 3.435	-	-
	Poinçonnement ()	q'ref = 36.317 kPa q'lim= 138.098 kPa q'lim/(q'ref * gr,e) = 2.716 Excen. = 0.440 m < 0.487 m	- -	- -
	Approche 2 - Cas 2 : Poussée favorable			
	Glissement ()	Rh = 41.675 kN Eh = 12.446 kN Rh/(Eh * gR;h) = 3.348	-	-
	Renversement ()	Mr,o = 70.435 kN.m Mm,o = 15.214 kN.m Mm,o/Mr,o = 4.630	-	-
	Poinçonnement ()	q'ref= 34.407 kPa q'lim= 157.337 kPa q'lim/(q'ref * gr,e) = 3.266 Excen. = 0.367 m < 0.487 m	- -	- -

RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

Statique

Excentricité = 0.440	id = 0.573
qmin = 1.794 kPa	qmax = 35.270 kPa
qref = 26.901 kPa	Vol. mur = 2.154 m²



	dPi	Contraintes
P-	-0.11	-1.03
P+	12.45	13.37
P- + P+	12.34	12.34

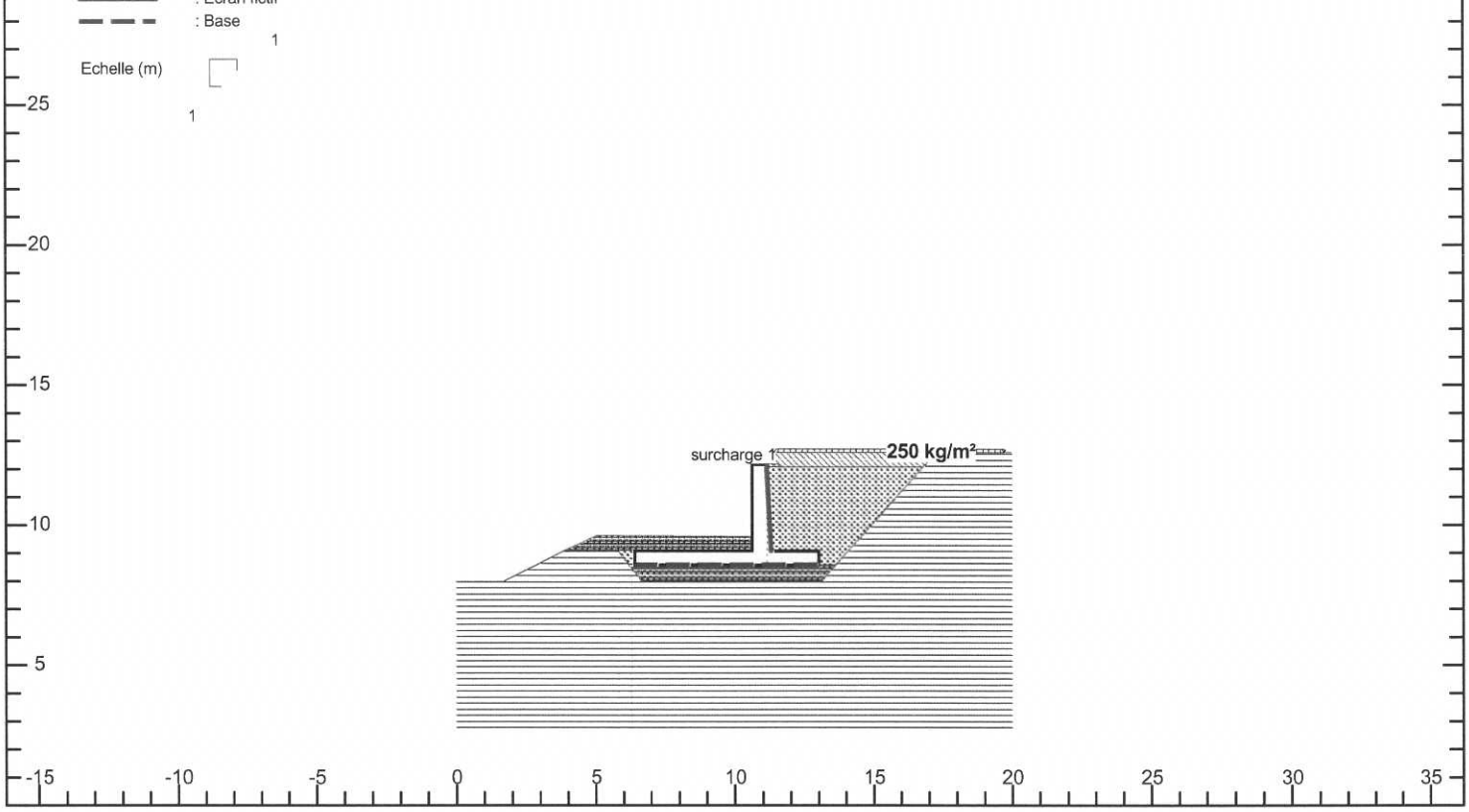
POIDS DU MUR	W= 53.85 kN				Xg= 6.81 m	Yg= 14.09 m
dont : W mur= 53.85 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/semelle= 0.00 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN		

POUSSEE TOTALE	P= 12.45 kN	τ= 1.24 °	Pv = 0.27 kN	Ph = 12.45 kN	X = 6.84 m	Y = 14.51 m
Poussée due au sol	P= 12.45 kN	τ= 1.24 °	Pv = 0.27 kN	Ph = 12.45 kN	X = 6.84 m	Y = 14.50 m
Poussée due aux charges	P= 0.00 kN	τ= 0.00 °	Pv = 0.00 kN	Ph = 0.00 kN	X = 0.00 m	Y = 0.00 m

RESULTANTE	R= 55.53 kN	τ= 77.05 °	Rv= 54.11 kN	Rh= 12.45 kN	X = 6.53 m	Y = 13.28 m

GEOMUR© v2.09 du 29/05/2012 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : info@geos.fr
GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS
Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

RN12 0034_SMI 2/10/2014 - 19:53	coupe IJ (côté I) - canal G	4/4
	pas de butée prise en compte / bassin vide / surcharge 250 kg/m²	



GEOMUR© v2.09 du 29/05/2012 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : info@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

	SOLS	γ	C	ϕ	δ	Ca
	1	17.00	0.00	26.00	0.00	0.00
	2	17.00	5.00	30.00	0.00	0.00
	3	18.00	0.00	30.00	0.00	0.00
	4	20.00	25.00	20.00	0.00	0.00
	5	17.00	0.00	35.00	0.00	0.00
	6	23.00	0.00	40.00	0.00	0.00
	7	18.00	0.00	36.00	0.00	0.00
	8	22.00	50.00	40.00	0.00	0.00
	9	17.00	1.00	30.00	0.00	0.00

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		0.00	26.00	65.00	240.00	frottant	1.00

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α
1	11.40	19.70	2.50	2.50	0.00

Fichier : coupe AB.gmr
Unités : KN, m
Méthode de CULMANN
Surfaces brisées précalculées
Xi incliné à delta

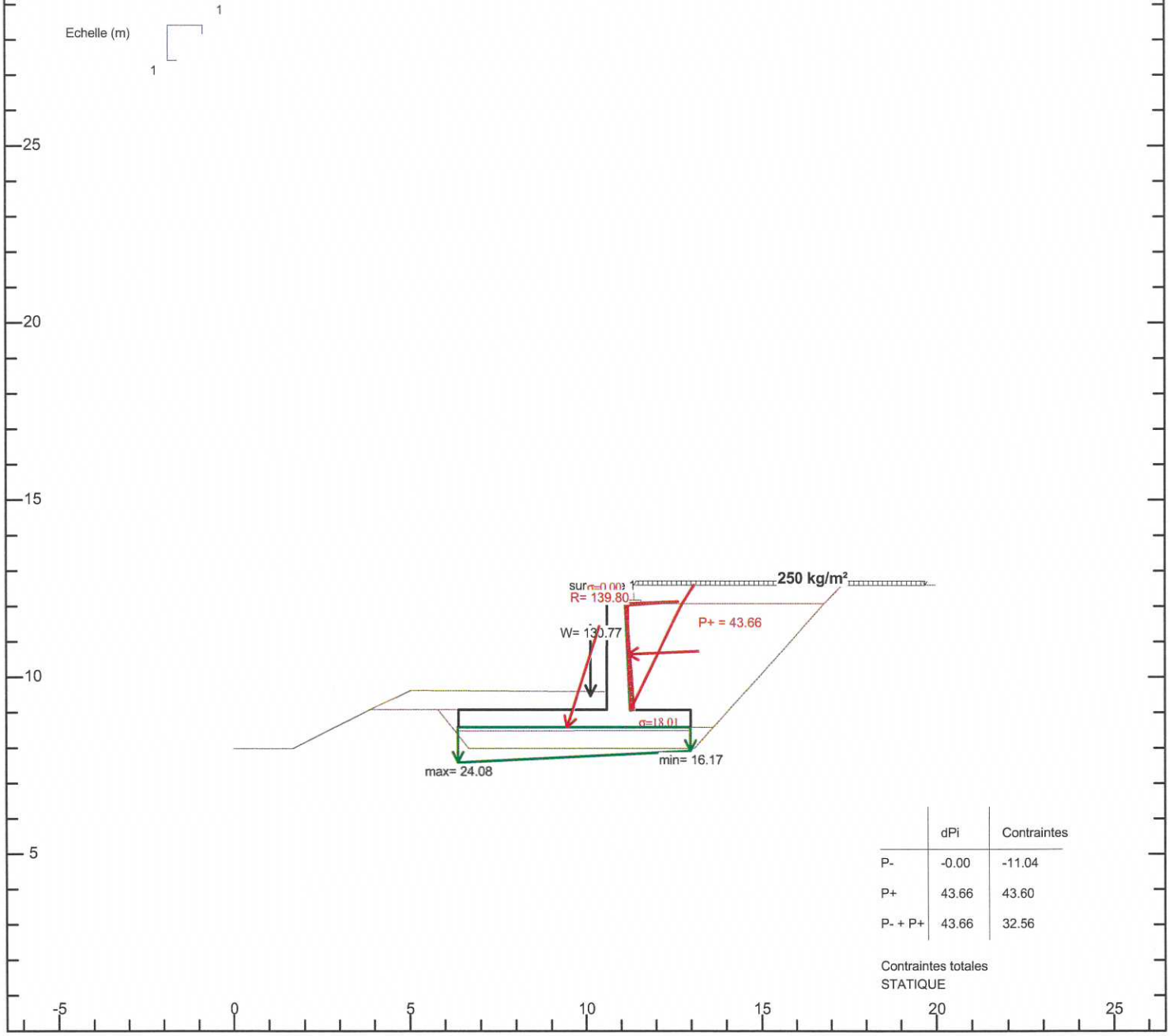
Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

	Eurocodes 7	Coefficient Surdimensionnement	Pesant Coefficient Surdimensionnement	Allégeant Coefficient Surdimensionnement
Actions permanentes défavorables γg = 1.350 variables défavorables γq = 1.500 permanentes favorables γg = 1.000 variables favorables γq = 0.000 **Résistances** portance $\gamma R;v$ = 1.400 glissement $\gamma R;h$ = 1.100 résistance des terres $\gamma R;e$ = 1.100 **Eau** Etat limite considéré : ELS Fréquent Actions défavorables de l'eau $\gamma R;rst$ = 1.000	Approche 2 - Cas 1 : Poussée défavorable			
	Glissement ()	Rh = 59.210 kN Eh = 58.874 kN Rh/(Eh * gR;h) = 1.006	-	-
	Renversement ()	Mr,o = 503.338 kN.m Mm,o = 121.859 kN.m Mm,o/Mr,o = 4.130	-	-
	Poinçonnement ()	q'ref = 29.837 kPa q'lim= 83.886 kPa q'lim/(q'ref * gr,e) = 2.008 Excen. = 0.216 m < 1.100 m	- -	- -
	Approche 2 - Cas 2 : Poussée favorable			
	Glissement ()	Rh = 58.892 kN Eh = 43.610 kN Rh/(Eh * gR;h) = 1.350	-	-
	Renversement ()	Mr,o = 499.870 kN.m Mm,o = 90.266 kN.m Mm,o/Mr,o = 5.538	-	-
	Poinçonnement ()	q'ref= 27.628 kPa q'lim= 94.343 kPa q'lim/(q'ref * gr,e) = 2.439 Excen. = 0.046 m < 1.100 m	- -	- -

RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

Statique

Excentricité = 0.216	id = 0.108
qmin = 16.171 kPa	qmax = 24.078 kPa
qref = 22.101 kPa	Vol. mur = 5.231 m²



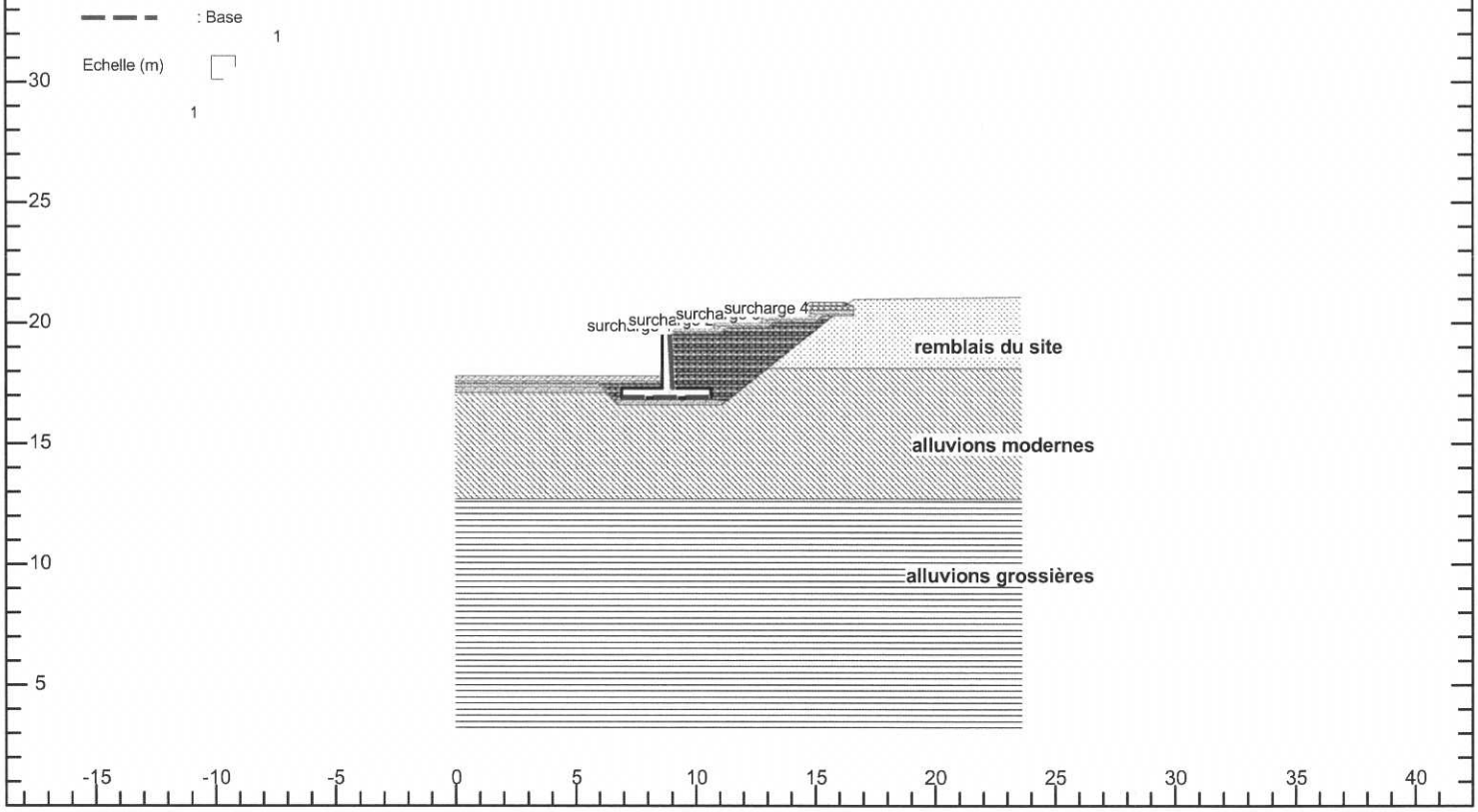
POIDS DU MUR	W= 130.77 kN				Xg= 10.15 m	Yg= 9.47 m
dont : W mur= 130.77 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/semelle= 0.00 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN		

POUSSEE TOTALE	P= 43.66 kN	τ= 2.69 °	Pv = 2.05 kN	Ph = 43.61 kN	X = 11.24 m	Y = 10.64 m
Poussée due au sol	P= 41.65 kN	τ= 2.69 °	Pv = 1.96 kN	Ph = 41.61 kN	X = 11.24 m	Y = 10.64 m
Poussée due aux charges	P= 2.00 kN	τ= 2.68 °	Pv = 0.09 kN	Ph = 2.00 kN	X = 11.23 m	Y = 10.79 m

RESULTANTE	R= 139.80 kN	τ= 71.82 °	Rv= 132.82 kN	Rh= 43.61 kN	X = 9.48 m	Y = 8.58 m

GEOMUR© v2.09 du 29/05/2012 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : info@geos.fr
GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS
Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

RN12 0034-2_SMI 2/10/2014 - 17:7	Coupe AB - Coté B - SMI	FIGURE 4/4



GEOMUR© v2.09 du 29/05/2012 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : info@geos.fr
GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS
Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

SOLS	γ	C	ϕ	δ	Ca
1	17.00	0.00	26.00	0.00	0.00
2	17.00	5.00	30.00	0.00	0.00
3	18.00	0.00	30.00	0.00	0.00
4	20.00	25.00	20.00	0.00	0.00
5	17.00	0.00	35.00	0.00	0.00
6	23.00	0.00	40.00	0.00	0.00
7	18.00	0.00	36.00	0.00	0.00
8	22.00	50.00	40.00	0.00	0.00
9	17.00	1.00	30.00	0.00	0.00

Fichier : coupe EF coté F.gmr
Unités : KN, m
Méthode de CULMANN
Surfaces brisées précalculées
Xi incliné à delta

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		5.00	30.00	73.00	224.00	frottant	1.00

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α
1	8.95	10.58	2.50	2.50	0.00
2	10.66	12.60	2.50	2.50	0.00
3	12.64	14.58	2.50	2.50	0.00
4	14.65	16.29	2.50	2.50	0.00

	Eurocodes 7	Coefficient Surdimensionnement	Pesant Coefficient Surdimensionnement	Allégeant Coefficient Surdimensionnement
Actions permanentes défavorables γg = 1.350 variables défavorables γq = 1.500 permanentes favorables γg = 1.000 variables favorables γq = 0.000 **Résistances** portance $\gamma R;v$ = 1.400 glissement $\gamma R;h$ = 1.100 résistance des terres $\gamma R;e$ = 1.100 **Eau** Etat limite considéré : ELS Fréquent Actions défavorables de l'eau $\gamma R;rst$ = 1.000	Approche 2 - Cas 1 : Poussée défavorable			
	Glissement ()	Rh = 50.867 kN Eh = 35.966 kN Rh/(Eh * gR;h) = 1.414	-	-
	Renversement ()	Mr,o = 121.666 kN.m Mm,o = 49.521 kN.m Mm,o/Mr,o = 2.457	-	-
	Poinçonnement ()	q'ref = 33.624 kPa q'lim= 121.680 kPa q'lim/(q'ref * gr,e) = 2.585	-	-
		Excen. = 0.554 m < 0.621 m	-	-
	Approche 2 - Cas 2 : Poussée favorable			
	Glissement ()	Rh = 50.595 kN Eh = 26.641 kN Rh/(Eh * gR;h) = 1.899	-	-
	Renversement ()	Mr,o = 120.578 kN.m Mm,o = 36.682 kN.m Mm,o/Mr,o = 3.287	-	-
	Poinçonnement ()	q'ref= 30.735 kPa q'lim= 140.324 kPa q'lim/(q'ref * gr,e) = 3.261	-	-
		Excen. = 0.410 m < 0.621 m	-	-

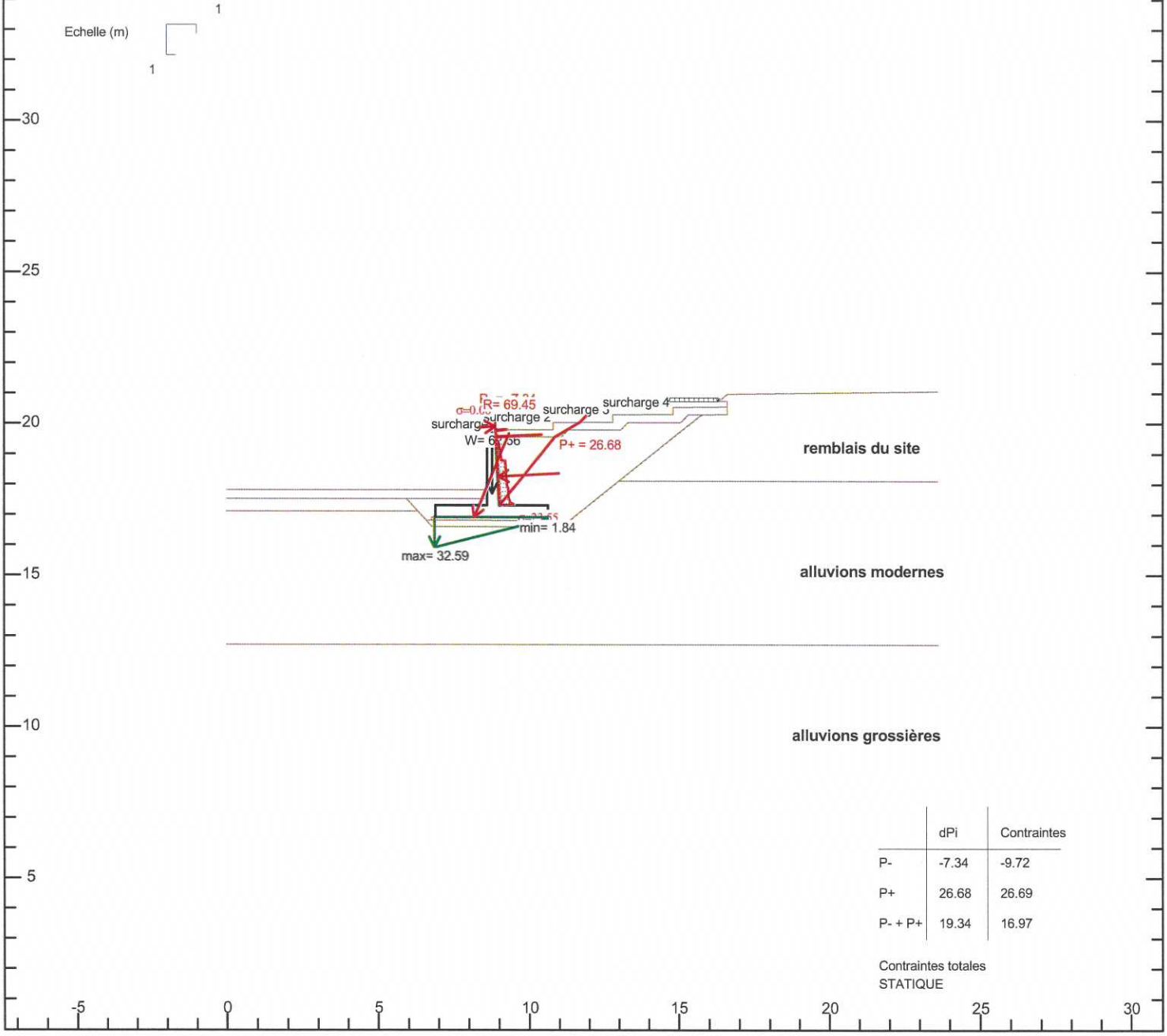
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

Statique

Excentricité = 0.554	id = 0.322
qmin = 1.841 kPa	qmax = 32.595 kPa
qref = 24.906 kPa	Vol. mur = 2.506 m²

GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS
Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

RN12 0034_SMI 3/10/2014 - 8:25	couê EF coté F	FIGURE coupe F - 2/4
	pas de butée prise en compte / surcharge en tete 250 kg/m²	



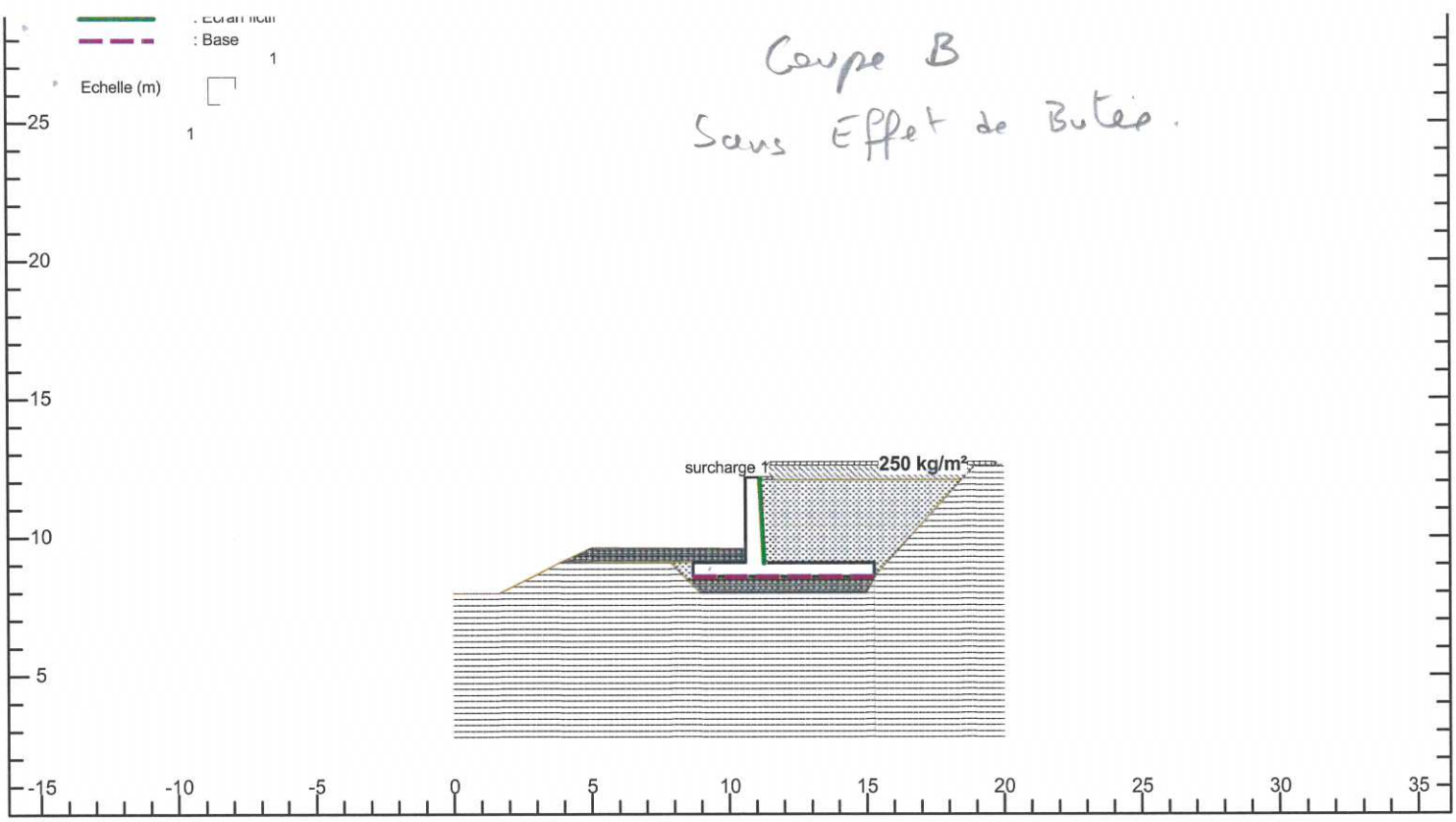
POIDS DU MUR	W= 62.66 kN				Xg= 8.77 m	Yg= 17.69 m
dont : W mur= 62.66 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/semelle= 0.00 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN		

POUSSEE TOTALE	P= 26.68 kN	τ= 3.18 °	Pv = 1.48 kN	Ph = 26.64 kN	X = 9.00 m	Y = 18.24 m
Poussée due au sol	P= 25.13 kN	τ= 3.18 °	Pv = 1.40 kN	Ph = 25.09 kN	X = 9.00 m	Y = 18.29 m
Poussée due aux charges	P= 1.55 kN	τ= 3.18 °	Pv = 0.09 kN	Ph = 1.55 kN	X = 9.01 m	Y = 18.11 m

RESULTANTE	R= 69.45 kN	τ= 67.44 °	Rv= 64.14 kN	Rh= 26.64 kN	X = 8.21 m	Y = 16.90 m

GEOMUR© v2.09 du 29/05/2012 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : info@geos.fr
GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS
Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

RN12 0034_SMI 3/10/2014 - 8:25	couê EF coté F	FIGURE coupe F - 4/4
	pas de butée prise en compte / surcharge en tete 250 kg/m²	



GEOMUR© v2.09 du 29/05/2012 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : info@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

SOLS	γ	C	ϕ	δ	Ca
1	17.00	0.00	26.00	0.00	0.00
2	17.00	5.00	30.00	0.00	0.00
3	18.00	0.00	30.00	0.00	0.00
4	20.00	25.00	20.00	0.00	0.00
5	17.00	0.00	35.00	0.00	0.00
6	23.00	0.00	40.00	0.00	0.00
7	18.00	0.00	36.00	0.00	0.00
8	22.00	50.00	40.00	0.00	0.00
9	17.00	1.00	30.00	0.00	0.00

Fichier : coupe AB.gmr
Unités : KN, m
Méthode de CULMANN
Surfaces brisées précalculées
Xi incliné à delta

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		0.00	26.00	65.00	240.00	frottant	1.00

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α
1	11.40	19.70	2.50	2.50	0.00

	Eurocodes 7		Pesant	Allégeant
		Coefficient Surdimensionnement	Coefficient Surdimensionnement	Coefficient Surdimensionnement
Actions permanentes défavorables γg = 1.350 variables défavorables γq = 1.500 permanentes favorables γg = 1.000 variables favorables γq = 0.000 **Résistances** portance γR;v = 1.400 glissement γR;h = 1.100 résistance des terres γR;e = 1.100 **Eau** Etat limite considéré : ELS Fréquent Actions défavorables de l'eau γR;rst = 1.000	Approche 2 - Cas 1 : Poussée défavorable			
	Glissement ()	Rh = 58.955 kN Eh = 58.874 kN Rh/(Eh * gR;h) = 1.001	-	-
	Renversement ()	Mr,o = 383.956 kN.m Mm,o = 121.859 kN.m Mm,o/Mr,o = 3.151	-	-
	Poinçonnement ()	q'ref = 40.489 kPa q'lim= 87.464 kPa q'lim/(q'ref * gr,e) = 1.543	-	-
		Excen. = 1.093 m < 1.100 m	-	-
	Approche 2 - Cas 2 : Poussée favorable			
	Glissement ()	Rh = 58.637 kN Eh = 43.610 kN Rh/(Eh * gR;h) = 1.345	-	-
	Renversement ()	Mr,o = 382.138 kN.m Mm,o = 90.266 kN.m Mm,o/Mr,o = 4.233	-	-
	Poinçonnement ()	q'ref= 38.167 kPa q'lim= 99.125 kPa q'lim/(q'ref * gr,e) = 1.855	-	-
		Excen. = 0.917 m < 1.100 m	-	-

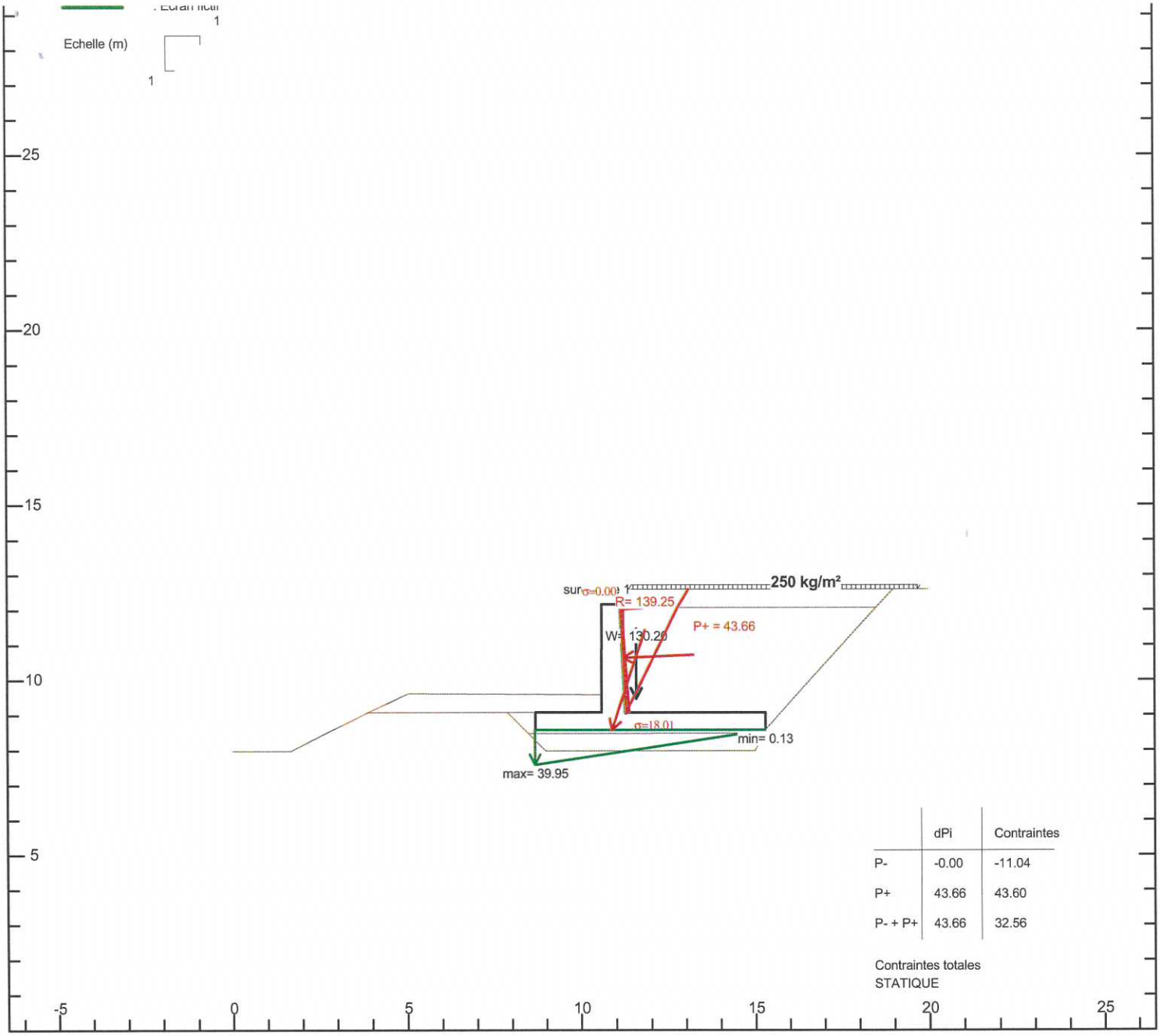
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)

Statique

Excentricité = 1.093	id = 0.128
qmin = 0.128 kPa	qmax = 39.946 kPa
qref = 29.992 kPa	Vol. mur = 5.208 m³

GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS
Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

RN12 0034-2_SMI 28/11/2014 - 15:16	Coupe AB - Coté B - SMI	FIGURE 3/4



	dPi	Contraintes
P-	-0.00	-11.04
P+	43.66	43.60
P- + P+	43.66	32.56

Contraintes totales
STATIQUE

POIDS DU MUR	W= 130.20 kN				Xg= 11.60 m	Yg= 9.47 m
dont : W mur= 130.20 kN	W charges= 0.00 kN		W sol/semelle= 0.00 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN	

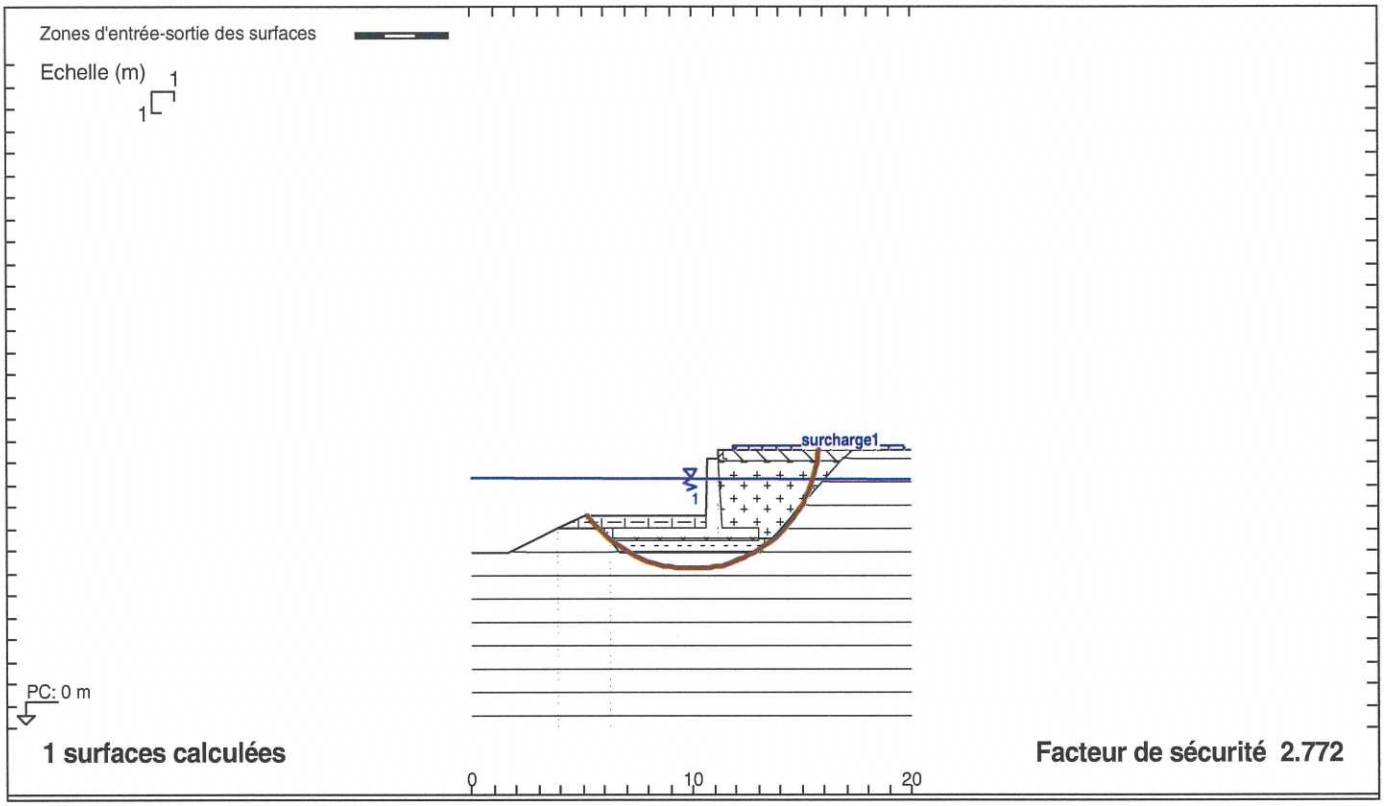
POUSSEE TOTALE	P= 43.66 kN	τ= 2.69 °	Pv = 2.05 kN	Ph = 43.61 kN	X = 11.24 m	Y = 10.64 m
Poussée due au sol	P= 41.65 kN	τ= 2.69 °	Pv = 1.96 kN	Ph = 41.61 kN	X = 11.24 m	Y = 10.64 m
Poussée due aux charges	P= 2.00 kN	τ= 2.68 °	Pv = 0.09 kN	Ph = 2.00 kN	X = 11.23 m	Y = 10.79 m

RESULTANTE	R= 139.25 kN	τ= 71.75 °	Rv= 132.25 kN	Rh= 43.61 kN	X = 10.91 m	Y = 8.58 m

GEOMUR© v2.09 du 29/05/2012 développé par GEOS
site web : http://www.geos.fr e-mail : info@geos.fr
GEOS Ingénieurs Conseils, Bâtiment Athena 1
Parc d´Affaires International, 74160 ARCHAMPS
Tél : 04 50 95 38 14
Fax :04 50 95 99 36

RN12 0034-2_SMI 28/11/2014 - 15:16	Coupe AB - Coté B - SMI	FIGURE 4/4

Annexe 2 :
Vérification des murs en « L » sous GEOSTAB



1 surfaces calculées

Facteur de sécurité 2.772

GEOSTAB© v4.07 du 10/10/2012 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: info@geos.fr

GEOS INGENIEURS CONSEILS, 72 r. G. de Mestral, Bât. Athéna 1
Archamps Technopole, 74166 St. Julien en Genvois CEDEX - France

TEL: 04 50 95 38 14
FAX: 04 50 95 99 36

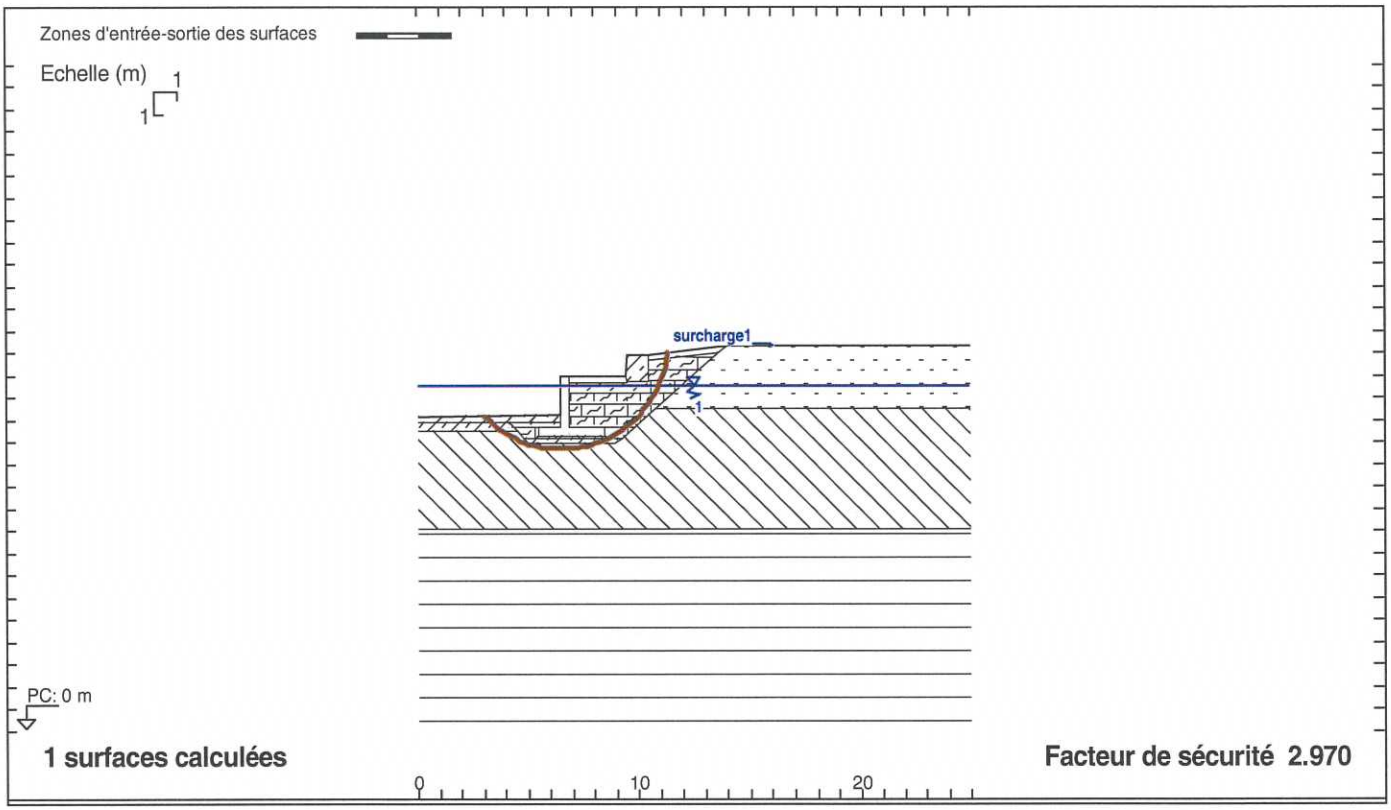
	SOLS	(γ; γsat)	C	φ	qs
	1	(25.00; 25.00) * 1.00	50.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	2	(17.00; 17.00) * 1.00	0.000 / 1.00	26.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	3	(17.00; 17.00) * 1.00	5.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	4	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	5	(20.00; 20.00) * 1.00	25.00 / 1.00	20.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	6	(17.00; 17.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	7	(23.00; 23.00) * 1.00	0.000 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	8	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	36.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	9	(22.00; 22.00) * 1.00	50.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	10	(17.00; 17.00) * 1.00	1.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00

Fichier "STAB B"
Méthode de BISHOP modifiée
Classique
Action des terres γe : 1
Resistance des terres γr,e : 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

Charges surfaciques et Forces linéaires

	qg	qd	F	Gamm	θ
1	2.50	2.50		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	10.000	13.000	5.8100	2.772



GEOSTAB© v4.07 du 10/10/2012 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: info@geos.fr
GEOS INGENIEURS CONSEILS, 72 r. G. de Mestral, Bât. Athéna 1
Archamps Technopole, 74166 St. Julien en Genvois CEDEX - France
TEL: 04 50 95 38 14
FAX: 04 50 95 99 36

	SOLS	(γ; γsat)	C	φ	qs
	1	(25.00; 25.00) * 1.00	0.000 / 1.00	0.000 / 1.00	0.000 / 1.00
	2	(17.00; 17.00) * 1.00	0.000 / 1.00	26.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	3	(17.00; 17.00) * 1.00	5.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	4	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	5	(20.00; 20.00) * 1.00	25.00 / 1.00	20.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	6	(17.00; 17.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	7	(23.00; 23.00) * 1.00	0.000 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	8	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	36.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	9	(22.00; 22.00) * 1.00	50.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	10	(17.00; 17.00) * 1.00	1.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00

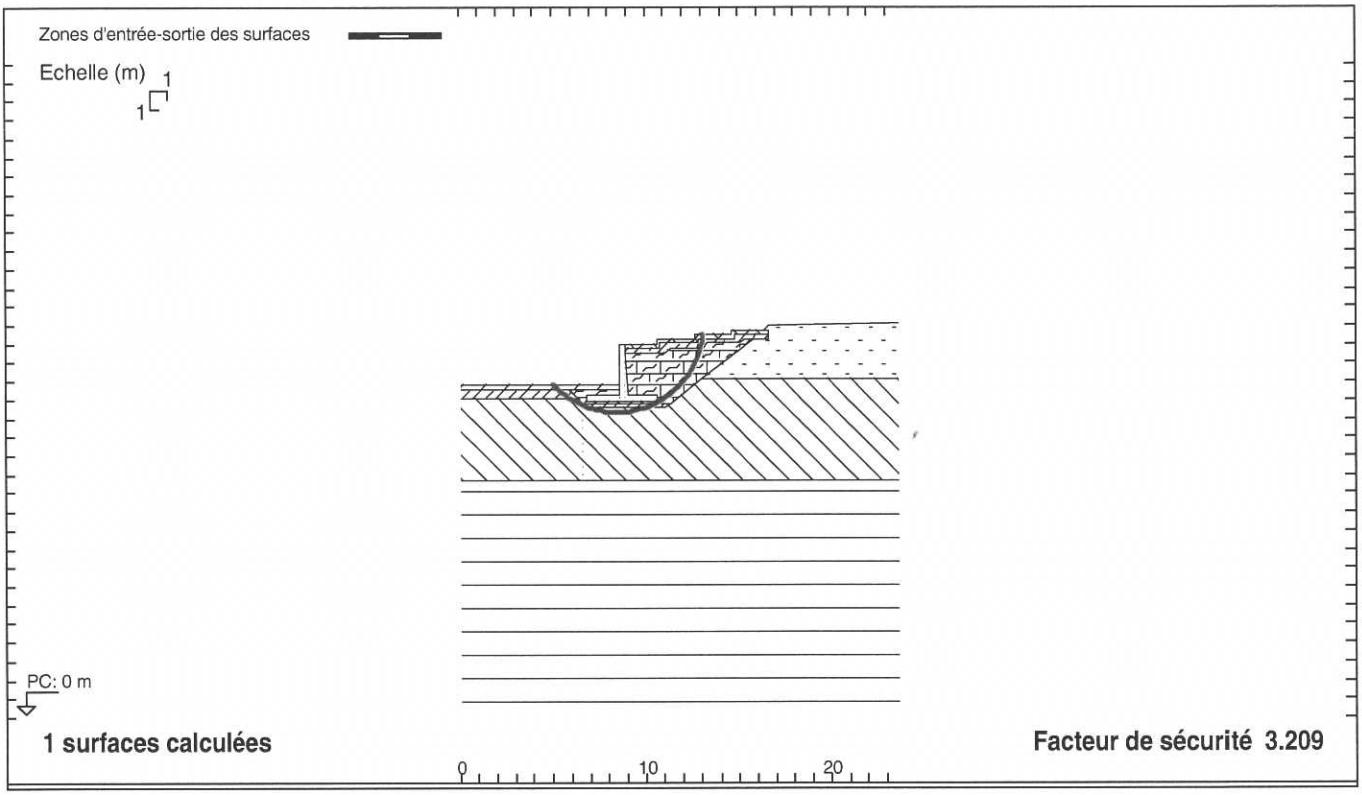
Fichier "STAB B"
Méthode de BISHOP modifiée
Classique
Action des terres γe : 1
Resistance des terres γr,e : 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

Charges surfaciques et Forces linéaires

	qg	qd	F	Gamm	θ
1	2.50	2.50		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	6.5000	17.500	4.8400	2.970

RN12 0034_SMI 07/10/14 14:51	**coupe EF (côté E) - canal H**	Phase Initiale - Cas Initial
	pas de butée prise en compte / bassin vide / surcharge 250 kg/m²	



GEOSTAB© v4.07 du 10/10/2012 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: info@geos.fr
GEOS INGENIEURS CONSEILS, 72 r. G. de Mestral, Bât. Athéna 1
Archamps Technopole, 74166 St. Julien en Genvois CEDEX - France
TEL: 04 50 95 38 14
FAX: 04 50 95 99 36

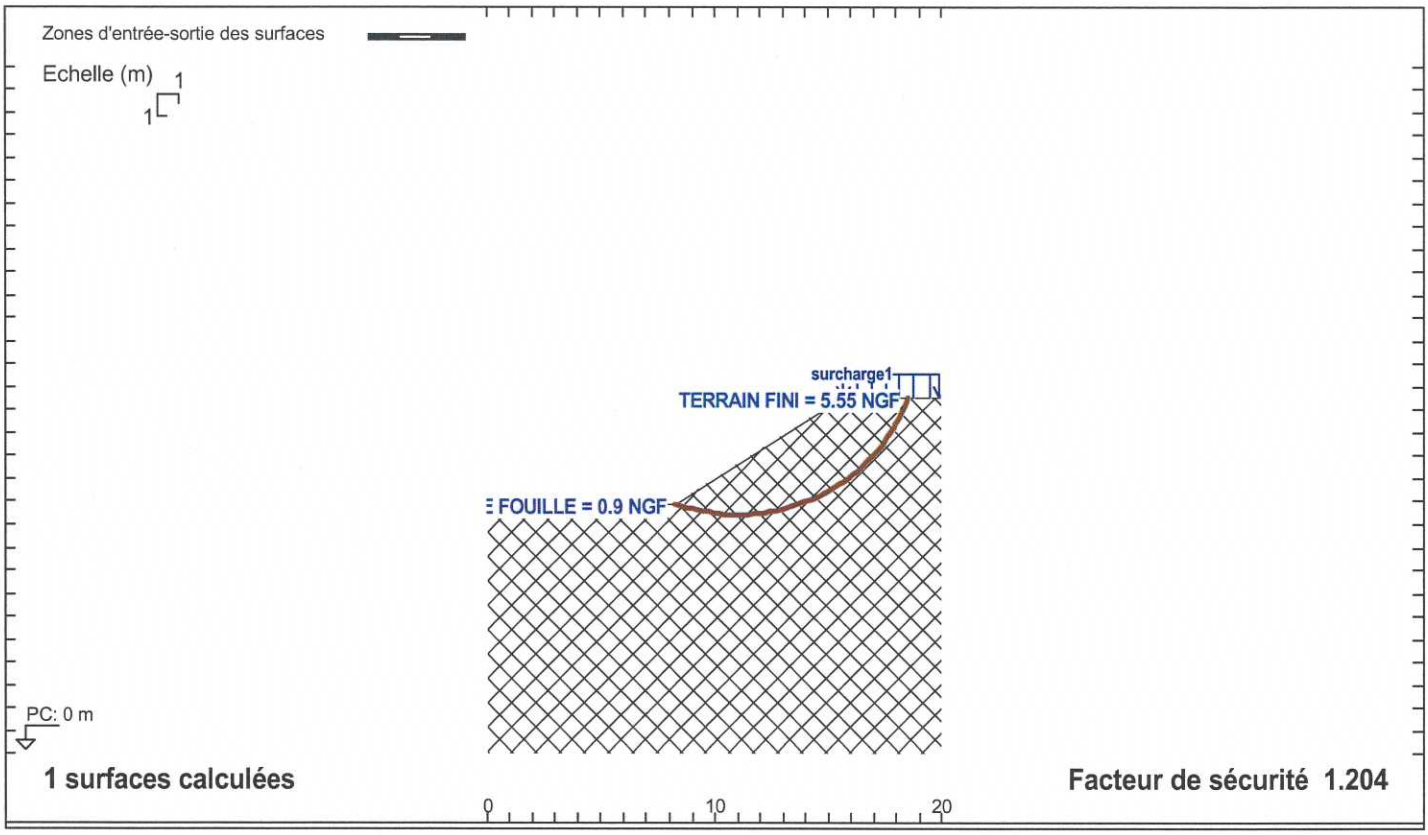
	SOLS	(γ; γsat)	C	φ	qs
	1	(25.00; 25.00) * 1.00	0.000 / 1.00	0.000 / 1.00	0.000 / 1.00
	2	(17.00; 17.00) * 1.00	0.000 / 1.00	26.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	3	(17.00; 17.00) * 1.00	5.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	4	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	5	(20.00; 20.00) * 1.00	25.00 / 1.00	20.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	6	(17.00; 17.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	7	(23.00; 23.00) * 1.00	0.000 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	8	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	36.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	9	(22.00; 22.00) * 1.00	50.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	10	(17.00; 17.00) * 1.00	1.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00

Fichier "Sans titre"
Méthode de BISHOP modifiée
Classique
Action des terres γe : 1
Resistance des terres γr,e : 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	8.5000	21.000	4.6800	3.209

RN12 0034_SMI 07/10/14 15:06	**couê EF coté F**	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE
	pas de butée prise en compte / surcharge en tete 250 kg/m² bassin vide		**coupe F**

Annexe 3 :
Calcul de la pente provisoire des talus sous GEOSTAB



GEOSTAB© v4.07 du 10/10/2012 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: info@geos.fr
GEOS INGENIEURS CONSEILS, 72 r. G. de Mestral, Bât. Athéna 1
Archamps Technopole, 74166 St. Julien en Genvois CEDEX - France
TEL: 04 50 95 38 14
FAX: 04 50 95 99 36

	SOLS	(γ; γsat)	C	φ	qs
⊠	1	(17.00; 17.00) * 1.00	0.000 / 1.00	26.00 / 1.00	0.000 / 1.00

Fichier "Talus provisoire - canal bois"
Méthode de BISHOP modifiée
Classique
Action des terres γe : 1
Resistance des terres γr,e : 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

Charges surfaciques et Forces linéaires

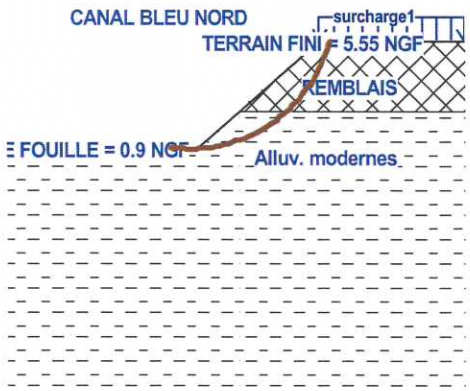
	qg	qd	F	Gamm	θ
1	20.0	20.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	11.100	18.400	7.9900	1.204

30/09/14 15:50	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE

Zones d'entrée-sortie des surfaces

Echelle (m) 1
1



PC: 0 m

1 surfaces calculées

Facteur de sécurité 1.208

0 10 20

GEOSTAB© v4.07 du 10/10/2012 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: info@geos.fr

GEOS INGENIEURS CONSEILS, 72 r. G. de Mestral, Bât. Athéna 1
Archamps Technopole, 74166 St. Julien en Genvois CEDEX - France

TEL: 04 50 95 38 14
FAX: 04 50 95 99 36

	SOLS	(γ; γsat)	C	φ	qs
	1	(17.00; 17.00) * 1.00	0.000 / 1.00	26.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	2	(17.00; 17.00) * 1.00	5.000 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00

Fichier "Talus provisoire - canal bois"
Méthode de BISHOP modifiée
Classique
Action des terres γe : 1
Resistance des terres γr,e : 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

Charges surfaciques et Forces linéaires

	qg	qd	F	Gamm	θ
1	20.0	20.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	7.9700	17.240	6.4000	1.208

30/09/14 16:01	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE

Annexe 4 :
Etude du rabattement de nappe

Annexe 4-1 :
Etude du rabattement de nappe :
- Essais de pompage réalisés
-Dimensionnement des rabattements envisagés

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT

ECOQUARTIER FLAUBERT – AMENAGEMENT DES BORDS DE SEINE

Cahier 2 : Mission G2 pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques

ROUEN (76)

Dossier RN12 0034

Compte rendu d'essai n° RN12 00034-1-1 Ind. A

OPQIBI
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
N° CERTIFICAT 07 04 1895

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 3
2. SITE DU PROJET 3
2.1. Localisation géographique 3
2.2. Topographie et relief 4
3. DETAIL DU PROJET 4
4. CONTEXTE GEOLOGIQUE 5
4.1. Géologie générale du secteur d'étude 5
4.2. Inventaires des reconnaissances de sols 6
5. CONTEXTE HYDROLOGIQUE 8
5.1. Contexte hydrogéologique des sites 8
5.2. Conditions de mesures 9
5.3. Résultats 14

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de création de deux canaux dans l'aménagement d'un Ecoquartier sur la commune de Rouen, ***ABROTEC*** a été sollicité afin de déterminer les caractéristiques hydrodynamiques des matériaux aquifères. Ces données permettront de définir les procédés à mettre en œuvre en phase travaux.

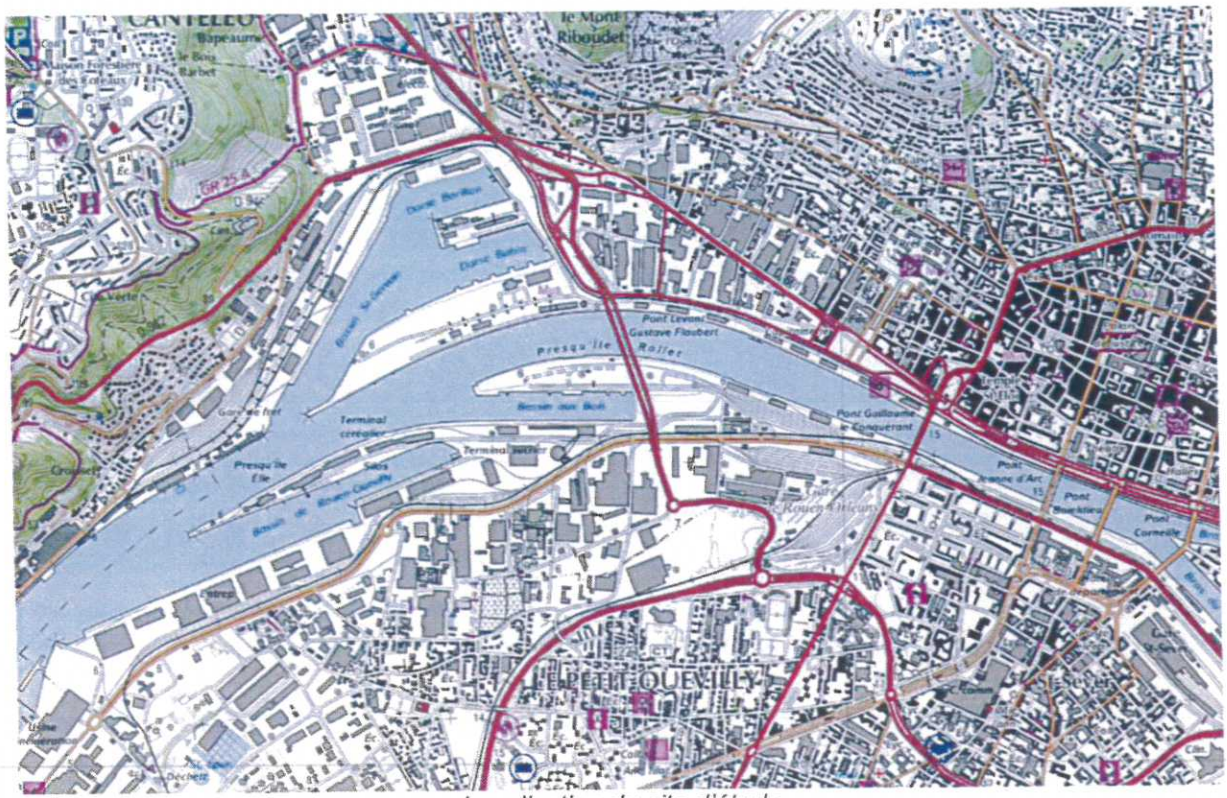
Deux sites différents du projet ont fait l'objet d'investigations hydrogéologiques. Ce compte rendu d'essai présente les résultats interprétés des mesures réalisées du 16 au 18 avril 2013, avec la définition des paramètres suivants :

- le rabattement spécifique,
- la transmissivité de l'aquifère,
- le coefficient d'emmagasinement,
- la perméabilité de l'aquifère.

2. SITE DU PROJET

2.1. Localisation géographique

Le projet est situé sur la commune de Rouen (76), (voir figures ci-dessous).



Localisation du site d'étude

2.2. Topographie et relief

L'altitude moyenne du site n°1 au niveau des forages est de **4,95 m NGF**.

L'altitude moyenne du site n°2 au niveau des forages est de **4,00 m NGF**.

Au niveau des investigations sur les deux sites, la pente est très faible (< 1%).

3. DETAIL DU PROJET

Les travaux prévoient la création de deux canaux dans le cadre de l'aménagement d'un Ecoquartier suivant le plan ci-dessous.

Plan de masse du projet

4. CONTEXTE GEOLOGIQUE

4.1. Géologie générale du secteur d'étude

La figure ci-après présente un extrait de la carte géologique au 1/50 000ème de la zone d'étude.

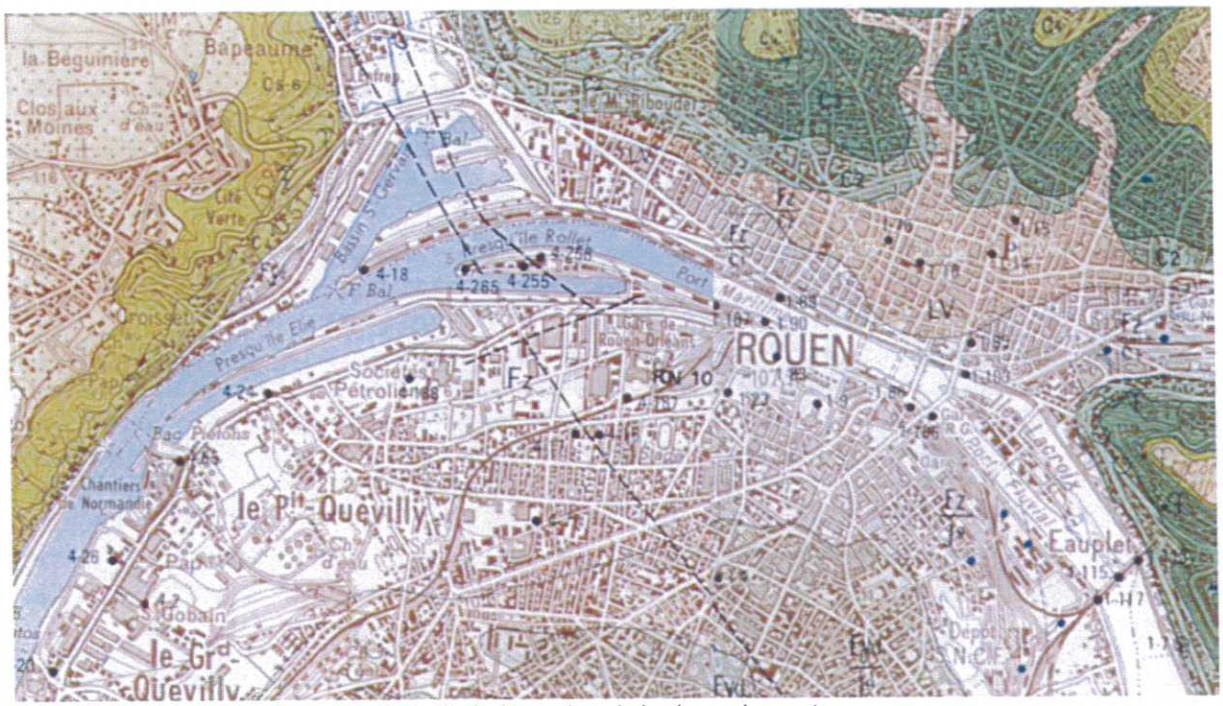
L'analyse de cette carte montre que le terrain est situé sur des alluvions modernes.

Dans la vallée de la Seine ces formations peuvent avoir une puissance supérieure à 20 mètres.

Elles sont composées de silts, de sables, de graves et d'argile.

On y trouve également des lits de tourbe de 2 à 4 m d'épaisseur.

Le plus souvent, ces alluvions ne reposent pas sur le substratum géologique mais sur les alluvions antérieures de la « basse terrasse» que le cours actuel de la Seine n'a pas recreusées entièrement.



Extrait de la carte géologique du secteur

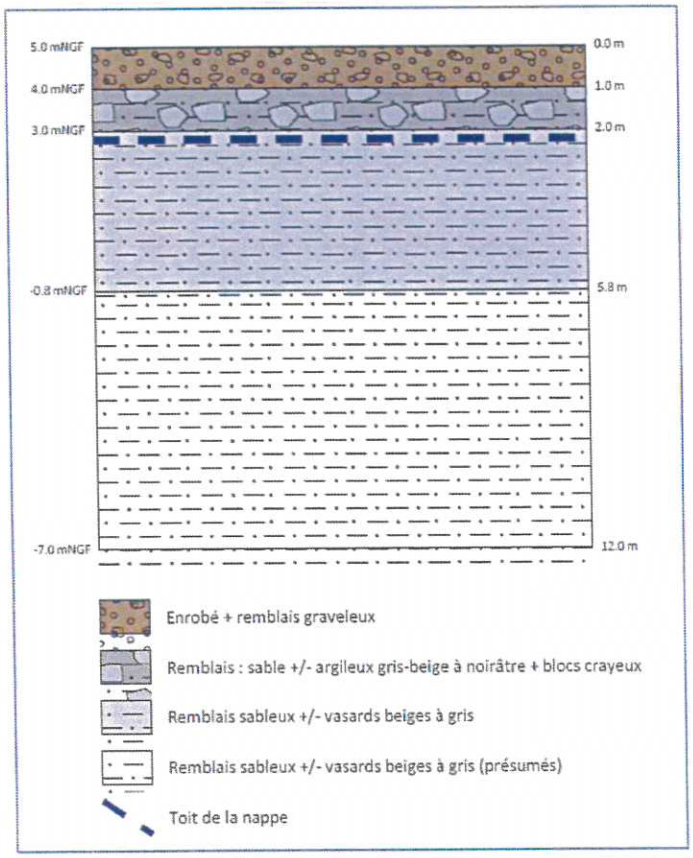
4.2. Inventaires des reconnaissances de sols

4.2.1. Géologie du site 1

Le sol au droit du site 1 est constitué essentiellement de remblais. Ces derniers sont très hétérogènes, comme en témoignent les sondages réalisés par Abrotec.

La succession des faciès est globalement la suivante :

- de 0,0 à 0,6/1,0 m Enrobé + remblais graveleux
- de 0,6/1,0 à 1,2/2,0 m Remblais sablo-argileux + blocs crayeux
- de 1,2/2,0 à 5,8 m Remblais sableux +/- vasards beiges à gris
- au-delà de 5,8 m Remblais sableux +/- vasards beiges à gris (présumés)

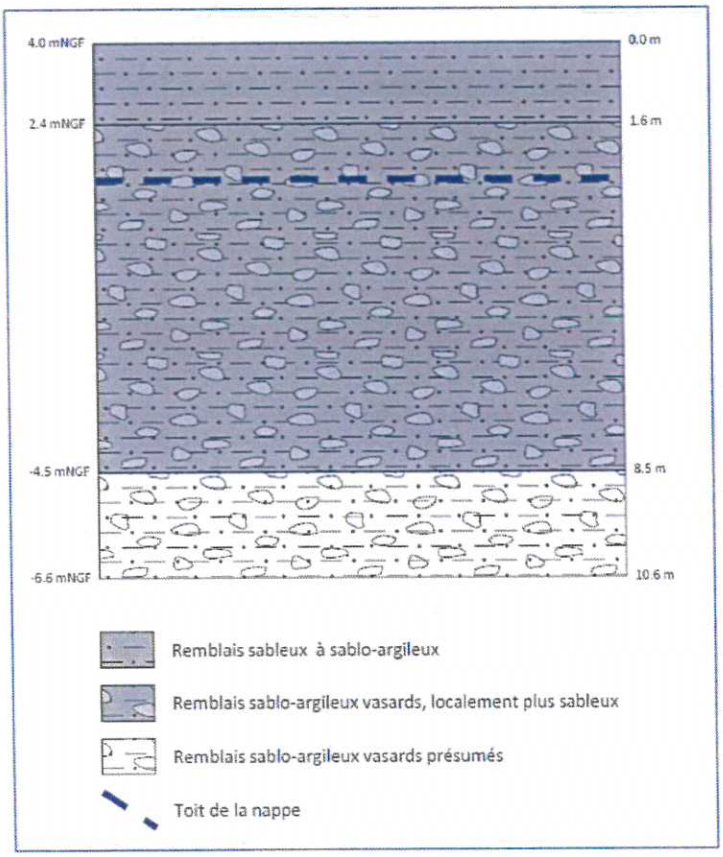


4.2.2. Géologie du site 2

Le sol au droit du projet est également constitué essentiellement de remblais. Ces derniers sont très hétérogènes. En profondeur, à partir de 6 m en moyenne, une perte totale d'injection est constatée, empêchant l'indentification des matériaux.

La succession des faciès est globalement la suivante :

- de 0,0 à 1,0/2,0 m Remblais sableux à sablo-argileux
- de 1,0/2,0 à 8,5 m Remblais sablo-argileux vasards, localement sableux
- au-delà de 8,5 m Remblais sablo-argileux vasards (présumés)



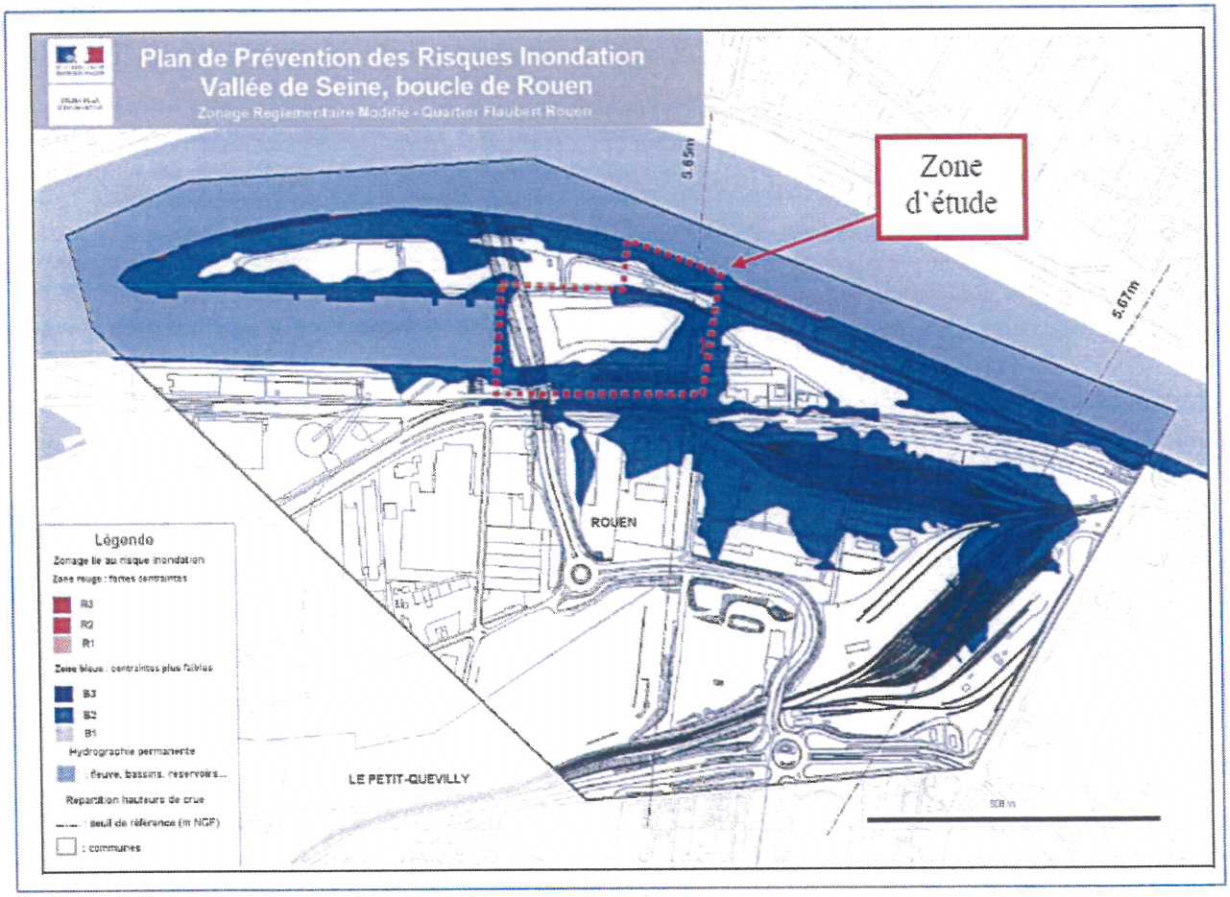
5. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

La nappe présente au droit du site est en lien direct avec la Seine située directement en limite nord du projet.

Le marnage de la Seine au niveau de Rouen est généralement compris en 2,0 (coeff. 35) et 3,5 m (coeff. 115).

Le plan de prévention du risque inondation (PPRi) précise l'extension des zones inondables (voir figure ci-dessous). Les cotes utilisées sont basées sur la crue centennale.

Le site se trouve en zone de réglementation B2 d'après le PPRi en vigueur sur la commune (voir disposition applicable à la zone B2 en annexe du rapport).



5.1. Contexte hydrogéologique des sites

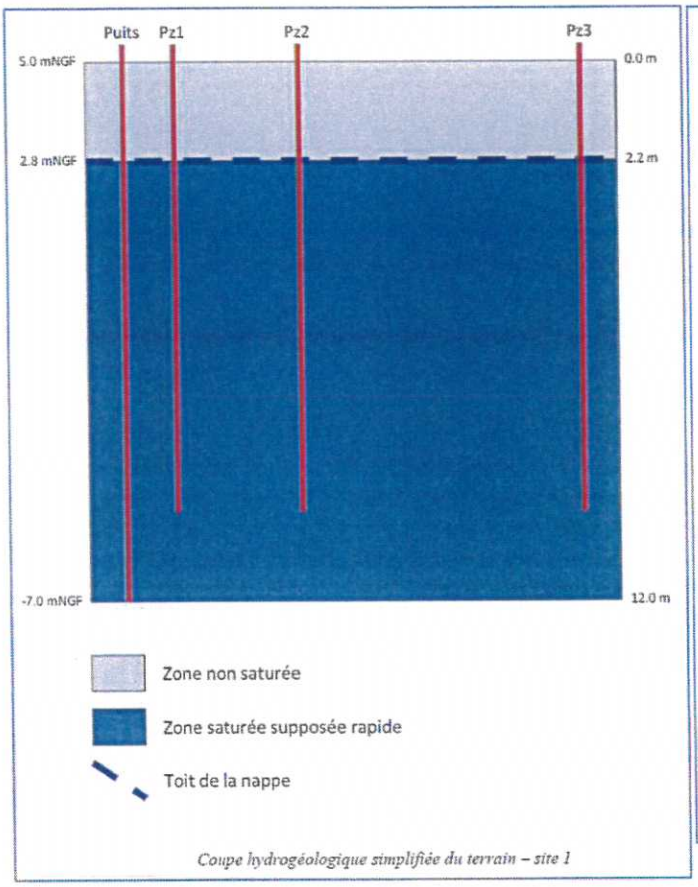
Dans le secteur étudié, l'aquifère est contenu dans les alluvions anciennes. Toutefois, au droit du site, l'aquifère est contenu dans les remblais précédemment décrits, ces derniers étant issus de remobilisations des alluvions anciennes.

D'après les observations du 16 avril 2013, le niveau statique de la nappe est rencontré à une altitude de **2,82 m NGF** en moyenne au droit du puits et des piézomètres au droit du site 1, et à une altitude de **1,30 m NGF** au droit du puits et des piézomètres du site 2. .

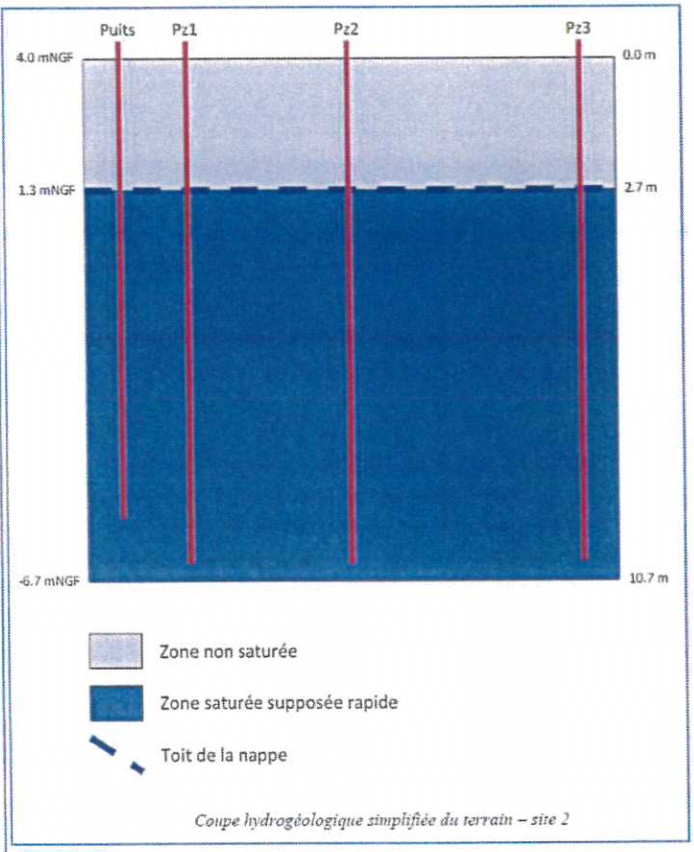
Il s'agit de la nappe d'entrainement de la Seine.

La conductivité hydraulique des remblais hétérogène dépend de leur teneur en éléments fins, elle peut varier de manière importante, de 10^{-7} à 10^{-2} m.s-1.

Les observations géologiques supposent que la nappe serait libre au droit des deux sites.



Coupe hydrogéologique simplifiée du terrain – site 1



Coupe hydrogéologique simplifiée du terrain – site 2

Sur l'axe d'implantation des piézomètres, la pente de nappe mesurée est quasiment nulle pour les deux sites.

Les sites 1 et 2 se situeraient au droit d'une zone saturée supposée rapide. Les pertes d'injection observées lors de la réalisation des forages laissent supposer l'existence d'horizons très perméables. Toutefois, les profondeurs ainsi que les épaisseurs de ces horizons ne peuvent pas être précisément définis. L'essai de pompage déterminera les propriétés hydrodynamiques de la couche « supposée rapide ».

5.2. Conditions de mesures

5.2.1. But de l'essai

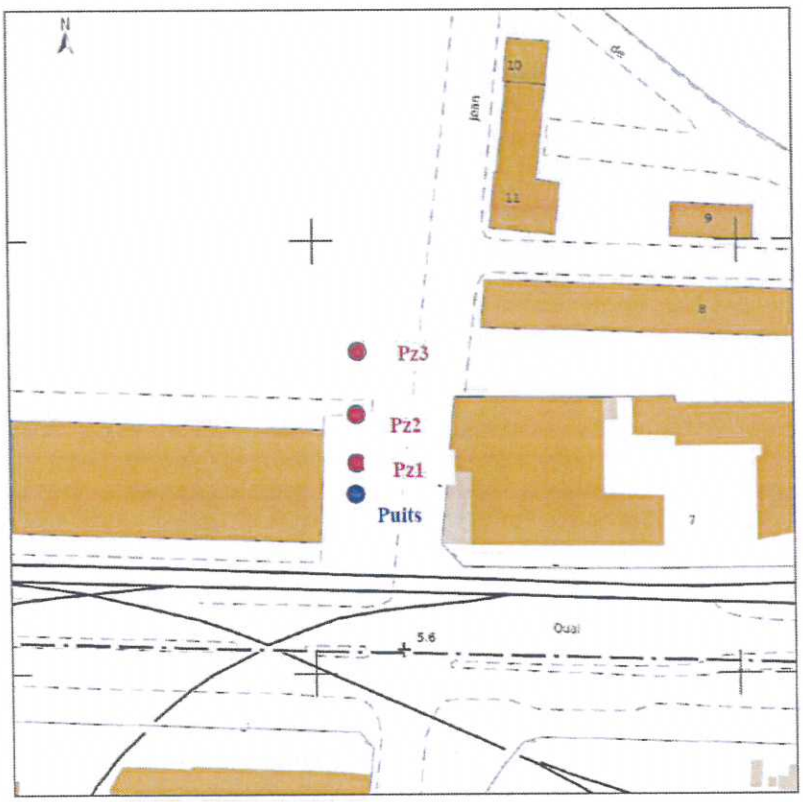
Un essai de puits a pour but principal de déterminer les propriétés hydrodynamiques d'une formation aquifère.

L'essai consiste à rabattre, par pompage dans un puits filtrant, la surface piézométrique d'une nappe. Pendant et après le pompage, le débit de pompage et les niveaux d'eau dans les puits et dans les piézomètres sont mesurés en fonction du temps.

5.2.2. Choix du site

Etant donné les contextes géologique et hydrogéologique du secteur, les puits et les piézomètres ont été positionnés au plus près des futurs travaux.

5.2.3. Caractéristiques des ouvrages du site 1



Plan d'implantation des puits et piézomètres

	Cote TN (/TN Puits)	Cote Tête (/TN Puits)	Cote fond (/TN Puits)	Cote eau (/TN Puits)	Distance au puits
Puits	0,00 m	0,49 m	-12,00 m	-1,68 m	-
Pz1	-0,05 m	0,40 m	-10,05 m	-1,69 m	2,30 m
Pz2	-0,15 m	0,32m	-10,25 m	-1,90m	7,77 m
Pz3	-0,25 m	0,17 m	-10,55 m	-1,55 m	20,13 m

Synthèse de caractéristique des piézomètres (relatif)

5.2.3.1. Caractéristiques du puits d'essai

- **Profondeur :** 12,0 m / TN
- **Diamètre du forage** 160 mm
- **Diamètre de la crépine** 104 / 114 mm
- **Crépine :** de 2,0 à 12,0 m
- **Massif filtrant :** gravette calibrée isogranulaire (0,75 mm)

5.2.3.2. Caractéristiques des piézomètres

o **Profondeur :** de 10,0 à 10,3 m / TN

o **Diamètre du forage** 120 mm

o **Diamètre de la crépine** PVC 52/60 mm

o **Crépine :** de 2,0 à 10,3 m

o **Massif filtrant :** gravette calibrée isogranulaire (0,75 mm)

5.2.3.3. Appareillage

o Pompe immergée GRUNDFOS (1-15 m3/h)

o Dispositif de réglage du débit (vanne)

o Dispositif de mesure du débit : compteur volumétrique (Qn = 5 m3/h)

o Sondes piézométriques automatique (SWS Diver) + Baromètre

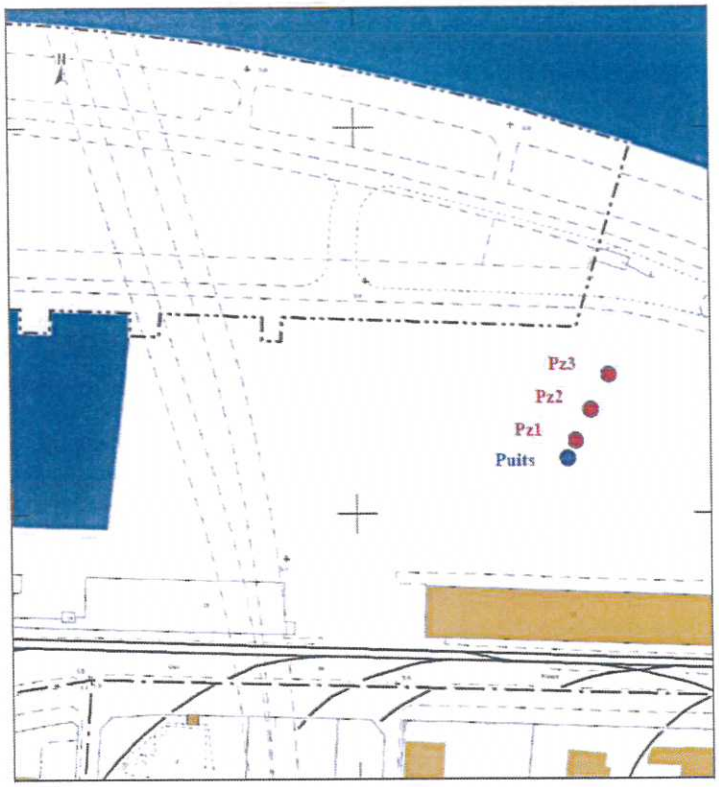
o Chronomètre

5.2.3.4. Protocole de mesure

Le protocole de mesure est conforme à la norme **NF P 94-130** relative aux essais de pompage dans le cadre de reconnaissances et d'essais de sol.

Le refoulement a été opéré hors nappe, dans le cours d'eau.

5.2.4. Caractéristiques des ouvrages du site 2



Plan d'implantation des puits et piézomètres

	Cote TN (/TN Puits)	Cote Tête (/TN Puits)	Cote fond (/TN Puits)	Cote eau (/TN Puits)	Distance au puits
Puits	**0,00 m**	0,50 m	-9,40 m	-2,70 m	-
Pz1	-0,09 m	0,24 m	-10,30 m	-2,68 m	2,95 m
Pz2	-0,60 m	-0,16 m	-10,30 m	-2,65 m	10,00 m
Pz3	-0,56 m	-0,08 m	-10,30 m	-2,70 m	20,02 m

Synthèse de caractéristique des piézomètres (relatif)

5.2.4.1. Caractéristiques du puits d'essai

- **Profondeur :** 9,4 m / TN
- **Diamètre du forage** 160 mm
- **Diamètre de la crépine** 104 / 114 mm
- **Crépine :** de 2,0 à 9,4 m
- **Massif filtrant :** gravette calibrée isogranulaire (0,75 mm)

5.2.4.2. Caractéristiques des piézomètres

o **Profondeur :** 10,30 m / TN

o **Diamètre du forage** 120 mm

o **Diamètre de la crépine** PVC 52/60 mm

o **Crépine :** de 2,0 à 10,3 m

o **Massif filtrant :** gravette calibrée isogranulaire (0,75 mm)

5.2.4.3. Appareillage

o Pompe immergée GRUNDFOS (0,1-15 m3/h)

o Dispositif de réglage du débit (vanne)

o Dispositif de mesure du débit : compteur volumétrique (Qn = 5 m^3/h)

o Sondes piézométriques automatique (SWS Diver) + Baromètre

o Chronomètre

5.2.4.4. Protocole de mesure

Le protocole de mesure est conforme à la norme **NF P 94-130** relative aux essais de pompage dans le cadre de reconnaissances et d'essais de sol.

Le refoulement a été opéré hors nappe, dans le cours d'eau.

5.3. Résultats

5.3.1. Résultats des mesures réalisées au droit du site 1

5.3.1.1. Essai préliminaire

Conformément à la norme NF P 94-130, un essai préliminaire par palier a été réalisé. Ce dernier a pour but d'estimer les propriétés hydrodynamiques des formations aquifères.

L'exploitation des données permet, par le calcul, de déterminer le débit d'essai longue durée, le but étant que le rabattement après 5h de pompage soit égal à 1/3 de l'épaisseur productrice présumée.

L'épaisseur productrice de ce puits a été estimée à **10,32 m.**

Avec des paliers compris entre 0,1 et 1,0 m^3/h, il a été déterminé un débit d'essai de 3,3 m^3/h.

5.3.1.2. Mesures

Lors de l'essai, il a été constaté la présence de plusieurs nappes au niveau du site 1 :

- Une première nappe est contenue dans les remblais superficiels. Elle est assez rapide et de dimension très réduite. En effet après 2h de pompage environ, cet aquifère a été complètement vidangé. Sa capacité d'environ 6 m^3 souligne une extension très locale (estimée entre 50 et 150 m^2).
- Une deuxième nappe est contenue dans les remblais plus profonds. Elle est plus lente que la première et de dimension apparente plus importante.

Les mesures de type essai de pompage ne permettent pas l'interprétation des propriétés hydrodynamiques de deux nappes communicantes présentant des limites différentes.

Cependant, il sera possible de déterminer la transmissivité de l'aquifère et la perméabilité moyenne se concentrant la remontée en fin d'essai de pompage.

5.3.1.3. Méthodes d'interprétation

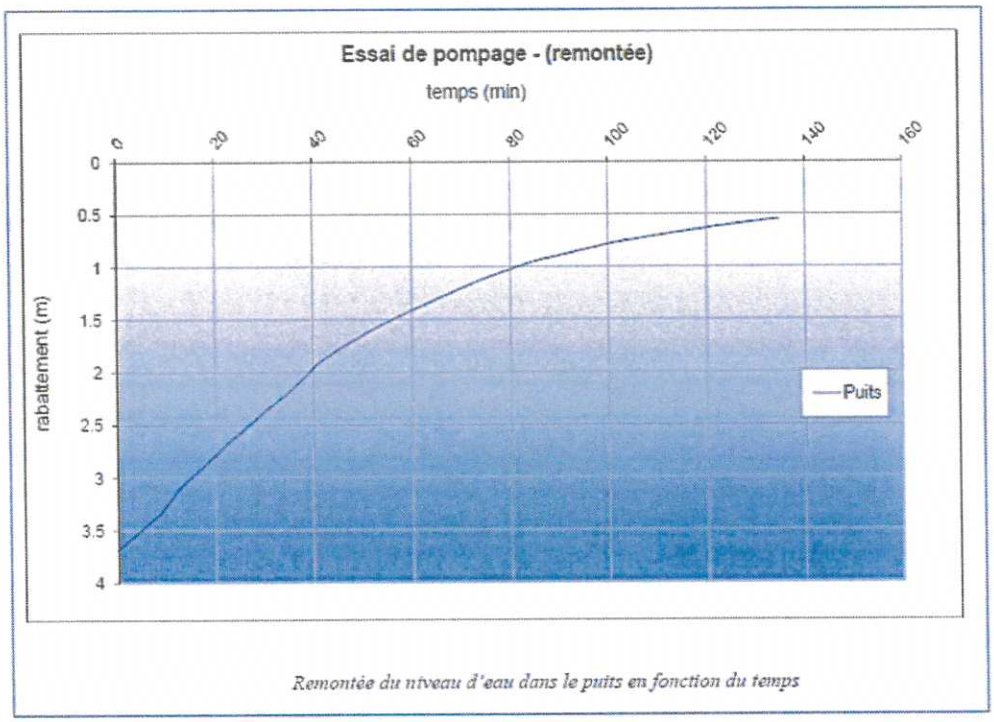
On obtient les propriétés physiques par l'interprétation de l'essai de pompage.

La méthode d'interprétation utilisée a été la suivante :

- Remontée de Theis

5.3.1.4. Synthèse des résultats

Le graphique suivant présente la remontée (diminution du rabattement) en fonction du temps après arrêt de l'essai de pompage.



Remontée du niveau d'eau dans le puits en fonction du temps

La perméabilité et la transmissivité mesurées par la méthode de la remontée de Theis sur la tranche productrice, d'une épaisseur estimée à 10,3 m sont les suivantes :

	Valeurs moyennes
Coefficient de perméabilité :	**$3{,}56.10^{-7}$ m/s**
Transmissivité :	**$3{,}67.10^{-6}$ m²/s**
Épaisseur productrice :	**10,3 m**

5.3.1.5. Interprétations et observations

Le 16 avril 2013, le niveau de la surface piézométrique a été mesuré à la cote 3,40 m NGF au droit du puits du site n°1.

La nappe alimentée par la Seine est contenue dans des matériaux remblayés présentant une nature très hétérogène (+/- sableux ou argileux). La perméabilité des matériaux aquifères dépend donc directement des variations d'argile constituant la matrice.

Le degré de perméabilité est mauvais. La formation constituant l'aquifère peut être considérée comme semi-perméable.

5.3.2. Résultats des mesures réalisées au droit du site 2

5.3.2.1. Essai préliminaire

Conformément à la norme NF P 94-130, un essai préliminaire par palier a été réalisé. Ce dernier a pour but d'estimer les propriétés hydrodynamiques des formations aquifères.

L'exploitation des données permet, par le calcul, de déterminer le débit d'essai longue durée, le but étant que le rabattement après 5h de pompage soit égal à 1/3 de l'épaisseur productrice présumée.

L'épaisseur productrice de ce puits a été estimée à **7,9 m.**

Avec des paliers compris entre 0,7 et 2,8 m^3/h, il a été déterminé un débit d'essai de 1,1 m^3/h.

5.3.2.2. Mesures

Du fait de la très forte l'hétérogénéité des remblais, les courbes de rabattement de l'essai longue durée sur le puits et les piézomètres peu exploitables.

En effet, à plusieurs reprises pendant l'essai, le rabattement marque des « sauts » brusques, indiquant la présence de petites cavités dans les remblais. Lorsque ces cavités sont vidées, le niveau chute rapidement. Ne connaissant pas le volume des cavités, les mesures de descente et de remontée ne sont pas exploitables.

Les mesures de type essai de pompage ne permettent pas l'interprétation des propriétés hydrodynamiques d'une nappe présentant de telles hétérogénéités d'emmagasinement.

Cependant, il sera possible de déterminer la transmissivité de l'aquifère et la perméabilité moyenne en utilisant l'essai par palier.

5.3.2.3. Méthodes d'interprétation

On obtient les propriétés physiques par l'interprétation de l'essai de pompage.

Les méthodes d'interprétation utilisées ont été les suivantes :

- Rabattement spécifique
- Méthode de Logan

5.3.2.4. Synthèse des résultats

Les propriétés hydrodynamiques de la tranche immergée complète seront donc déterminées sur la base des mesures de l'essai préliminaire.

Durée	Débit de pompage	Rabattement stabilisé
30 min	0,74 m³/h	0,65 m
30 min	0,93 m³/h	0,79 m
30 min	1,47 m³/h	0,99 m
30 min	2,78 m³/h	Débit critique dépassé

➢ **Rabattement spécifique**

Compte tenu de la forte hétérogénéité des matériaux au droit du site n°2, la courbe de descente obtenue lors de la phase de pompage est inexploitable. Dans ce cas, le calcul de la droite caractéristique du puits peut être effectué.

La relation utilisée montre que :

$R = A.Q + B.Q^2$

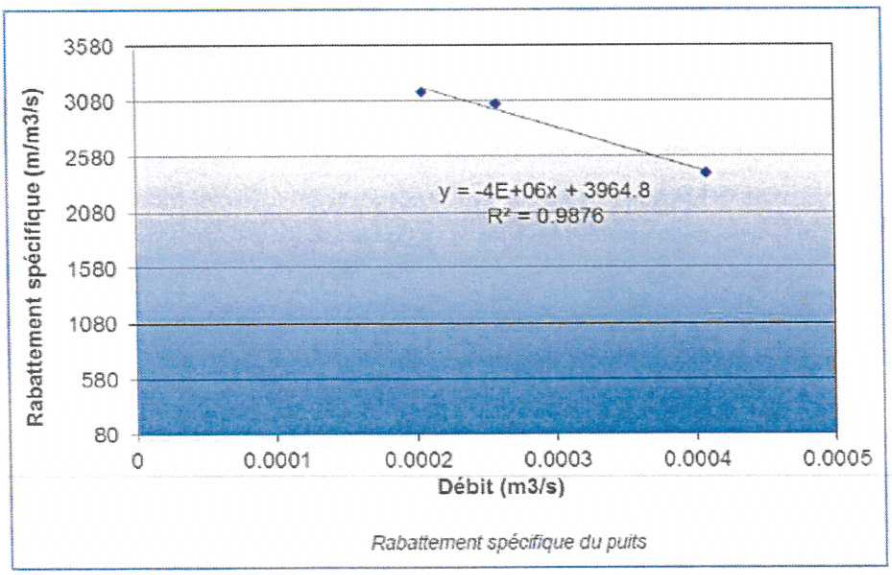
$Rs = R/Q = A + B.Q$

Avec : AQ = pertes de charge dans l'aquifère

BQ^2 = pertes de charge dans la crépine et le tubage

R = rabattement

Rs = rabattement spécifique



Rabattement spécifique du puits

D'après le graphique : A = 3964,8 et B = -4,0.106

Selon l'équation de Dupuit où T=1,22/A, le calcul donne :

$K = 3{,}8.10^{-5}$ m/s

$T = 3{,}1.10^{-4}$ m²/s

- **Méthode de Logan (approximation)**

Perméabilité moyenne : $4{,}4.10^{-5}$ m/s

Transmissivité : $3{,}5.10^{-4}$ m²/s

5.3.2.5. Interprétations et observations

La perméabilité et la transmissivité moyenne sur la tranche productrice, d'une épaisseur estimée à 7,9 m sont les suivantes :

	Valeurs moyennes
Coefficient de perméabilité :	**$4{,}2.10^{-5}$ m/s**
Transmissivité :	**$3{,}3.10^{-4}$ m²/s**
Épaisseur productrice :	**7,9 m**

Le niveau de la surface piézométrique a été mesuré à la cote 1,30 m NGF au niveau du puits du site n°2 à la date du 16 avril 2013.

La nappe alimentée par la Seine est contenue dans des matériaux remblayés présentant une nature très hétérogène (+/- sableux ou argileux). La perméabilité de la formation dépend directement des variations d'argile constituant la matrice.

Le degré de perméabilité est mauvais. La formation constituant l'aquifère peut être considérée comme **semi-perméable**.

Annexe 1 :
Résultats des investigations *in situ*

ABROTEC NORMANDIE

5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUEVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : PP1

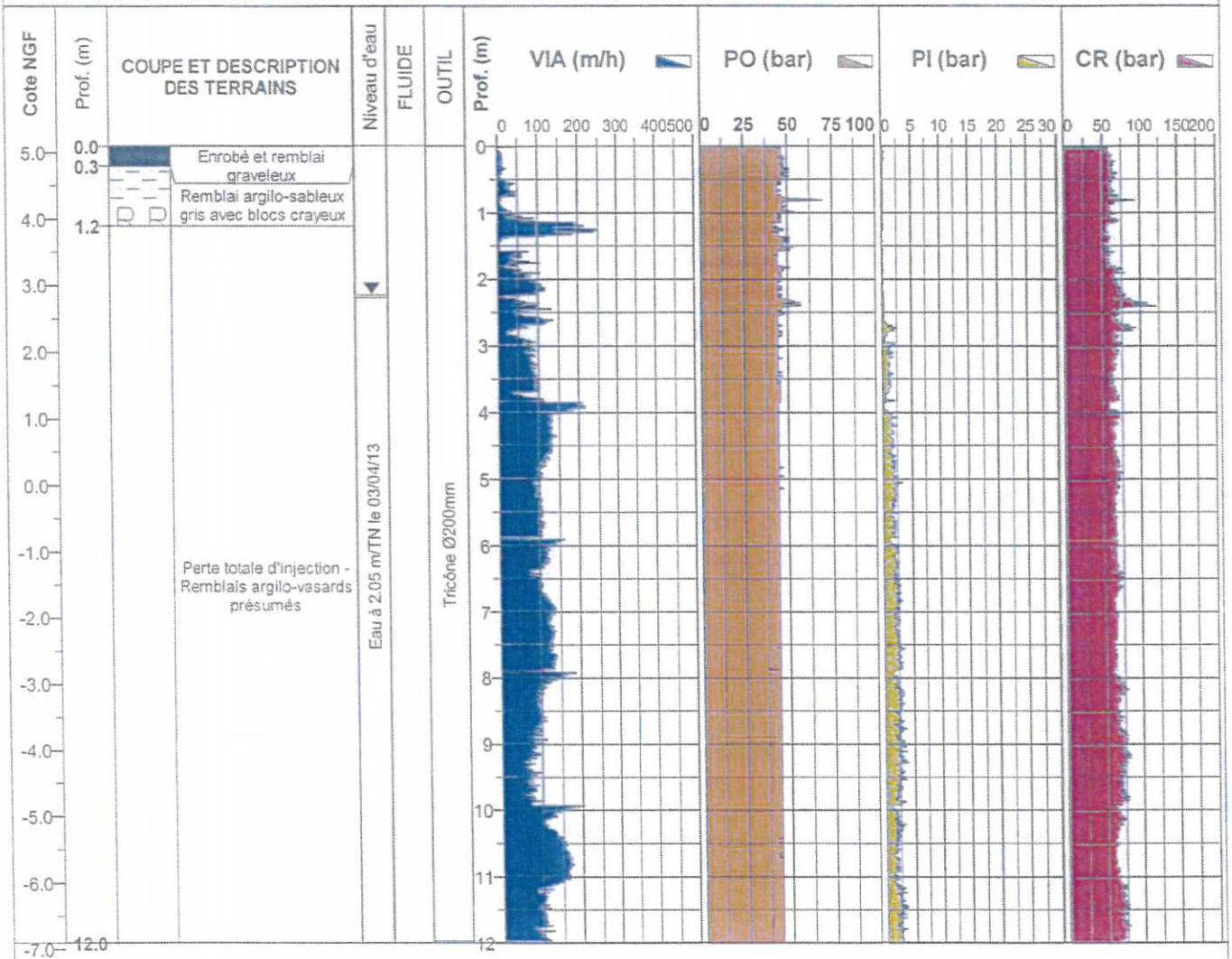
X : 508118
Y : 194137
Z : 5,1 m

Début : 0,00 m
Fin : 12,00 m
Page : 1 / 1

Echelle : 1 / 100
Date : 27/03/2013

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034



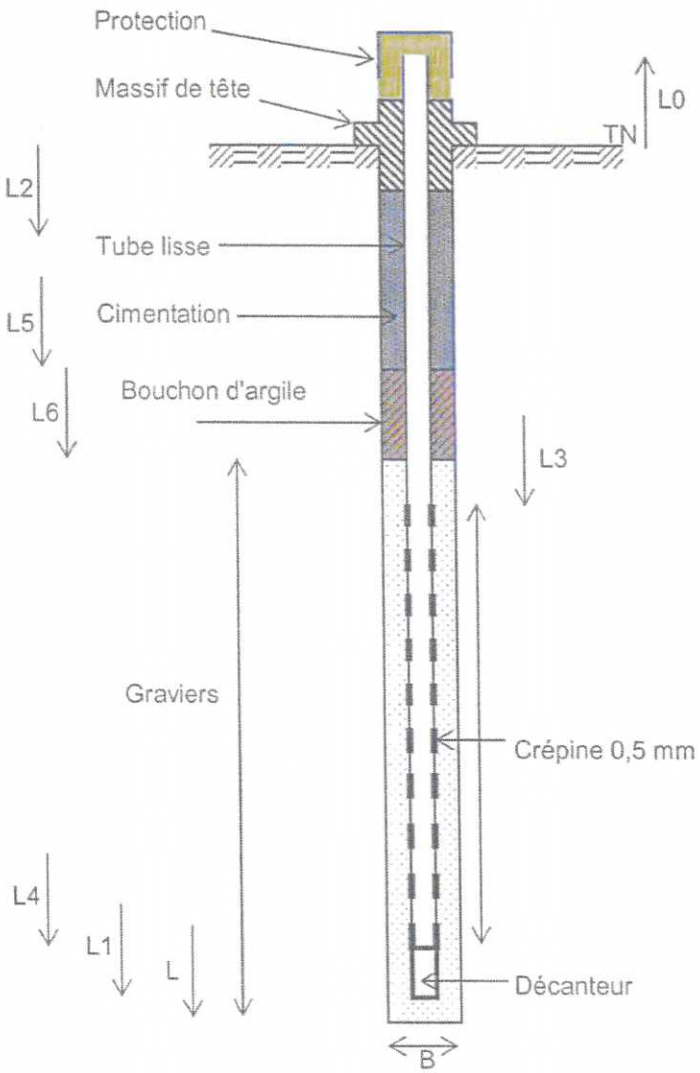
Abrotec	PROCES VERBAL DE POSE DE PIEZOMETRE	RN12 0034

CREA AMENAGEMENT

Ecoquartier Flaubert - ROUEN (76)

SONDAGE :	PP1	Date de réalisation :	27 mars 2013
X = 508118		Y = 194137	Z = 5.10 NGF

Pose et description de l'équipement



Forage :

Cote base : L =	12,0 m
Outil :	Tricône Ø200 mm
Diamètre : B =	200 mm
Fluide :	Eau

Tubage provisoire :

Cote base : L2 =	10.0 m
Diamètre : C =	194 mm

Equipement :

Cote base : L1 =	10,5 m
Cote tête : L0 =	-
Diamètre ext =	125 mm
Diamètre int =	121 mm

Crépine :

Cote haut : L3 =	1,5 m
Cote base : L4 =	12,0 m

Bouchon d'argile :

Cote haut : L5 =	0,5 m
Cote base : L6 =	1,5 m

Cimentation :

Cote haut =	0,0 m
Cote base =	0.5 m

Protection tête :

Bouche à clef =

Capot avec cadenas = ☒

Observations : Niveau d'eau mesuré le 03/04/13 à 10h05 : 2,05 m/TN soit +3,05 NGF

ABROTEC Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPOLES 76190 VALLIQUERVILLE
Tél : 02 78 01 10 80 - Fax : 02 78 01 10 81 - Site Web : www.abrotec.com
S.A.R.L. Capital : 30 490 € - R.C.S. 319 959 375 - SIRET : 319 959 375 00035 - APE 742 C

ABROTEC NORMANDIE

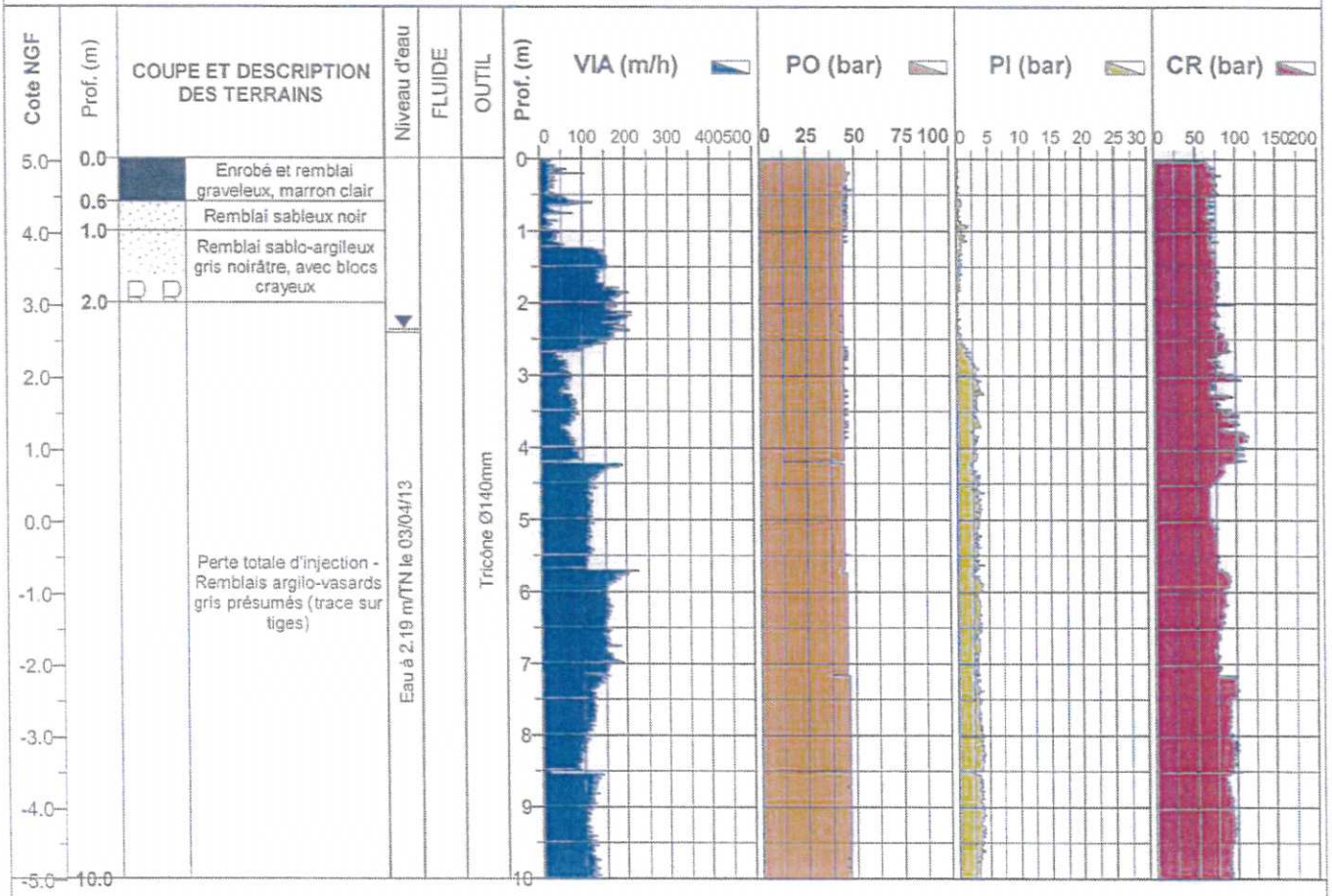
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUEVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : PP1-PZA

X : 508117 Début : 0,00 m
Y : 194139 Fin : 10,01 m
Z : 5,05 m Page : 1 / 1
Echelle : 1 / 100 Date : 27/03/2013

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034



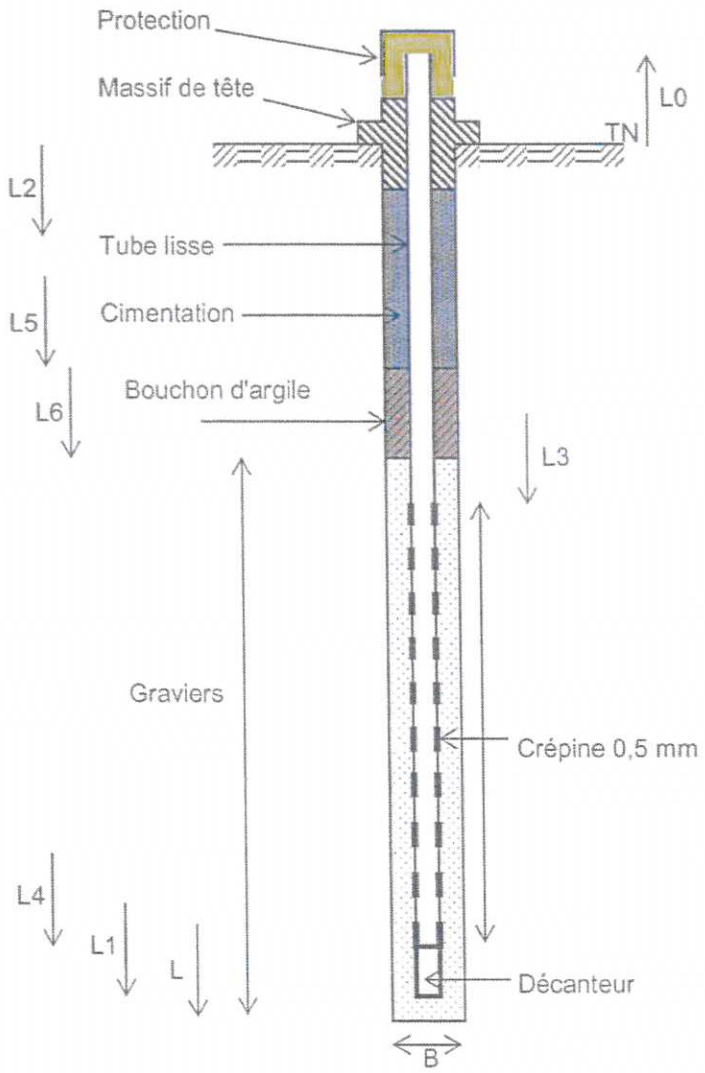
Abrotec	PROCES VERBAL DE POSE DE PIEZOMETRE	RN12 0034

CREA AMENAGEMENT

Ecoquartier Flaubert - ROUEN (76)

SONDAGE :	PP1-PZA	Date de réalisation :	27 mars 2013
X = 508117	Y = 194139	Z = 5.05 NGF	

Pose et description de l'équipement



Forage :

Cote base : L =	10,0 m
Outil :	Tricône Ø140 mm
Diamètre : B =	140 mm
Fluide :	Eau

Tubage provisoire :

Cote base : L2 =	10.0 m
Diamètre : C =	140 mm

Equipement :

Cote base : L1 =	10,0 m
Cote tête : L0 =	-
Diamètre ext =	60 mm
Diamètre int =	51 mm

Crépine :

Cote haut : L3 =	1,0 m
Cote base : L4 =	10,0 m

Bouchon d'argile :

Cote haut : L5 =	0,5 m
Cote base : L6 =	1,0 m

Cimentation :

Cote haut =	0,0 m
Cote base =	0.5 m

Protection tête :

Bouche à clef =

Capot avec cadenas = ☒

Observations : Niveau d'eau mesuré le 03/04/13 à 10h07 : 2,19 m/TN soit +2,86 NGF

ABROTEC Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPOLES 76190 VALLIQUERVILLE
Tél : 02 78 01 10 80 - Fax : 02 78 01 10 81 - Site Web : www.abrotec.com
S.A.R.L. Capital : 30 490 € - R.C.S. 319 959 375 - SIRET : 319 959 375 00035 - APE 742 C

ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUEVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

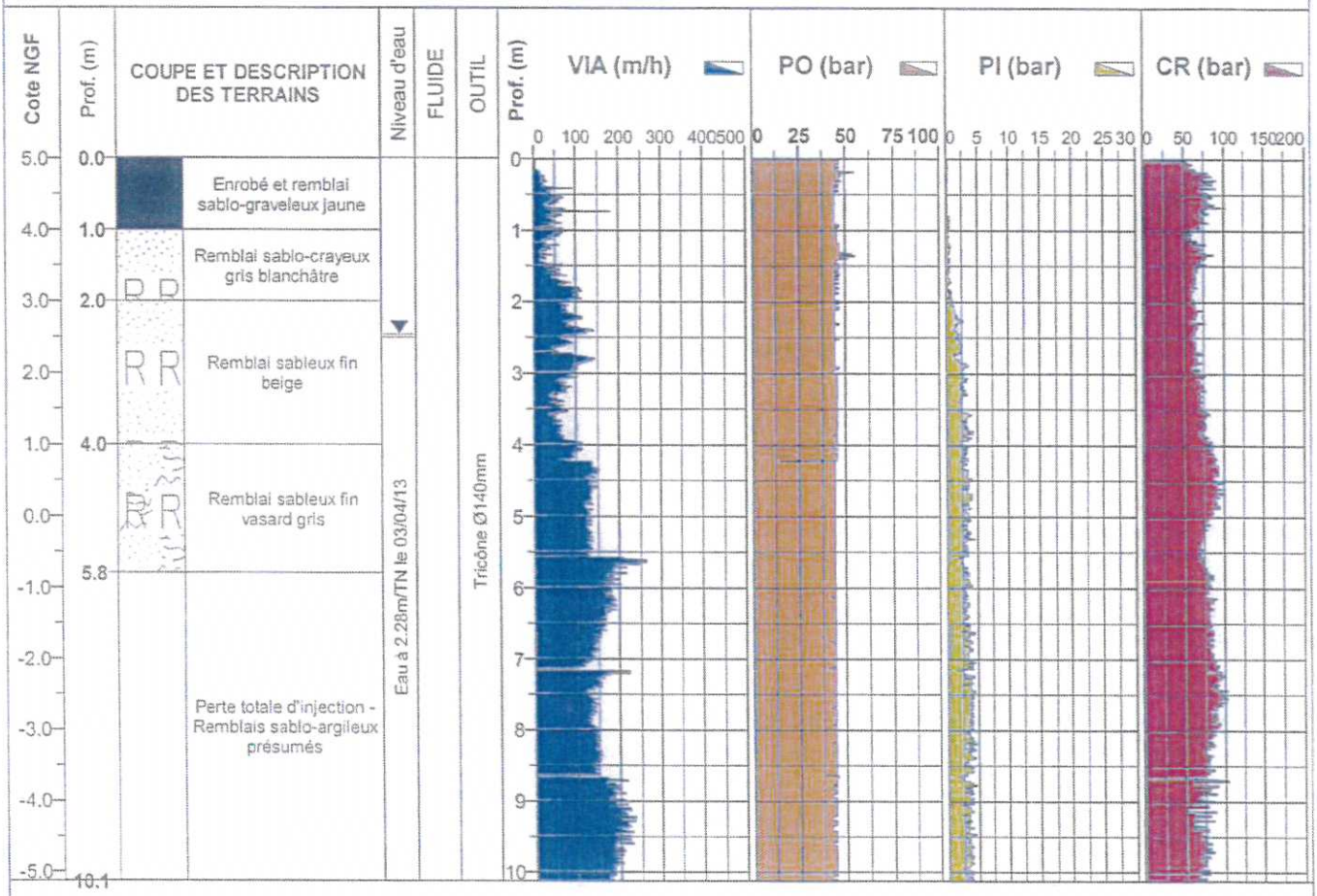
Sondage : PP1-PZC

X : 508121 Début : 0,00 m
Y : 194145 Fin : 10,13 m
Z : 4,95 m Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100 Date : 28/03/2013



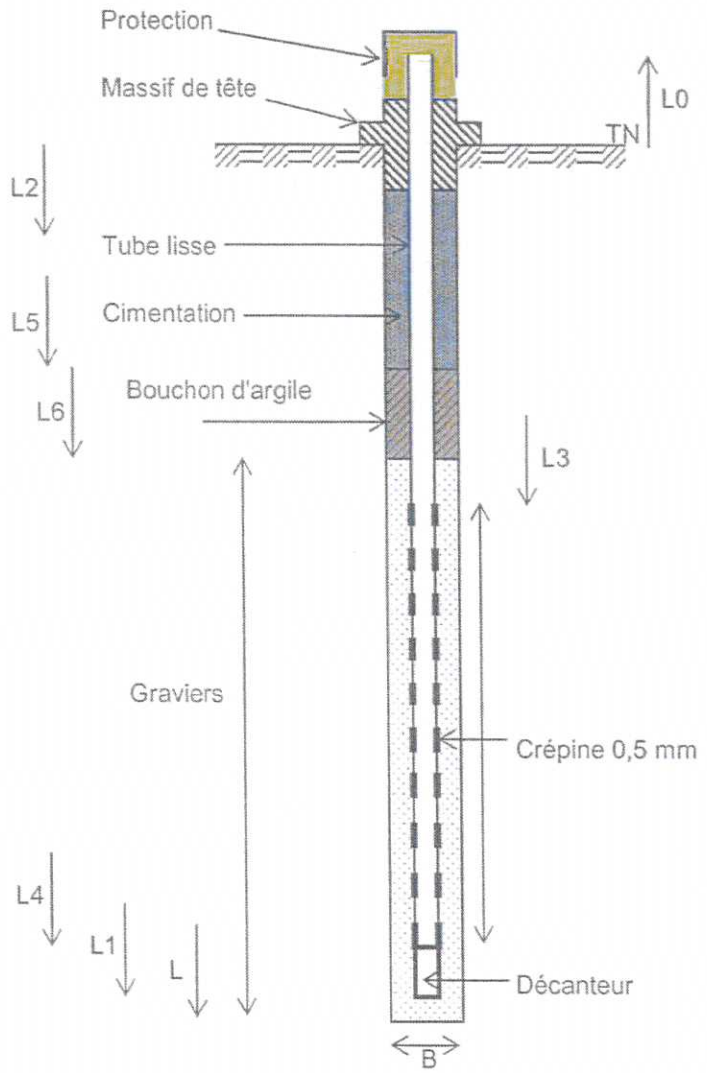
Abrotec	PROCES VERBAL DE POSE DE PIEZOMETRE	RN12 0034

CREA AMENAGEMENT

Ecoquartier Flaubert - ROUEN (76)

SONDAGE :	PP1-PZB	Date de réalisation :	27 mars 2013
X = 508117	Y = 194145	Z = 5.00 NGF	

Pose et description de l'équipement



Forage :

Cote base : L =	10,15 m
Outil :	Tricône Ø140 mm
Diamètre : B =	140 mm
Fluide :	Eau

Tubage provisoire :

Cote base : L2 =	10.0 m
Diamètre : C =	140 mm

Equipement :

Cote base : L1 =	10,0 m
Cote tête : L0 =	-
Diamètre ext =	61 mm
Diamètre int =	50 mm

Crépine :

Cote haut : L3 =	1,0 m
Cote base : L4 =	10,0 m

Bouchon d'argile :

Cote haut : L5 =	0,5 m
Cote base : L6 =	1,0 m

Cimentation :

Cote haut =	0,0 m
Cote base =	0.5 m

Protection tête :

Bouche à clef =

Capot avec cadenas = ☒

Observations : Niveau d'eau mesuré le 03/04/13 à 10h10 : 2,28 m/TN soit +2,72 NGF

ABROTEC Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPOLES 76190 VALLIQUERVILLE
Tél : 02 78 01 10 80 - Fax : 02 78 01 10 81 - Site Web : www.abrotec.com
S.A.R.L. Capital : 30 490 € - R.C.S. 319 959 375 - SIRET : 319 959 375 00035 - APE 742 C

ABROTEC NORMANDIE

5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUEVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

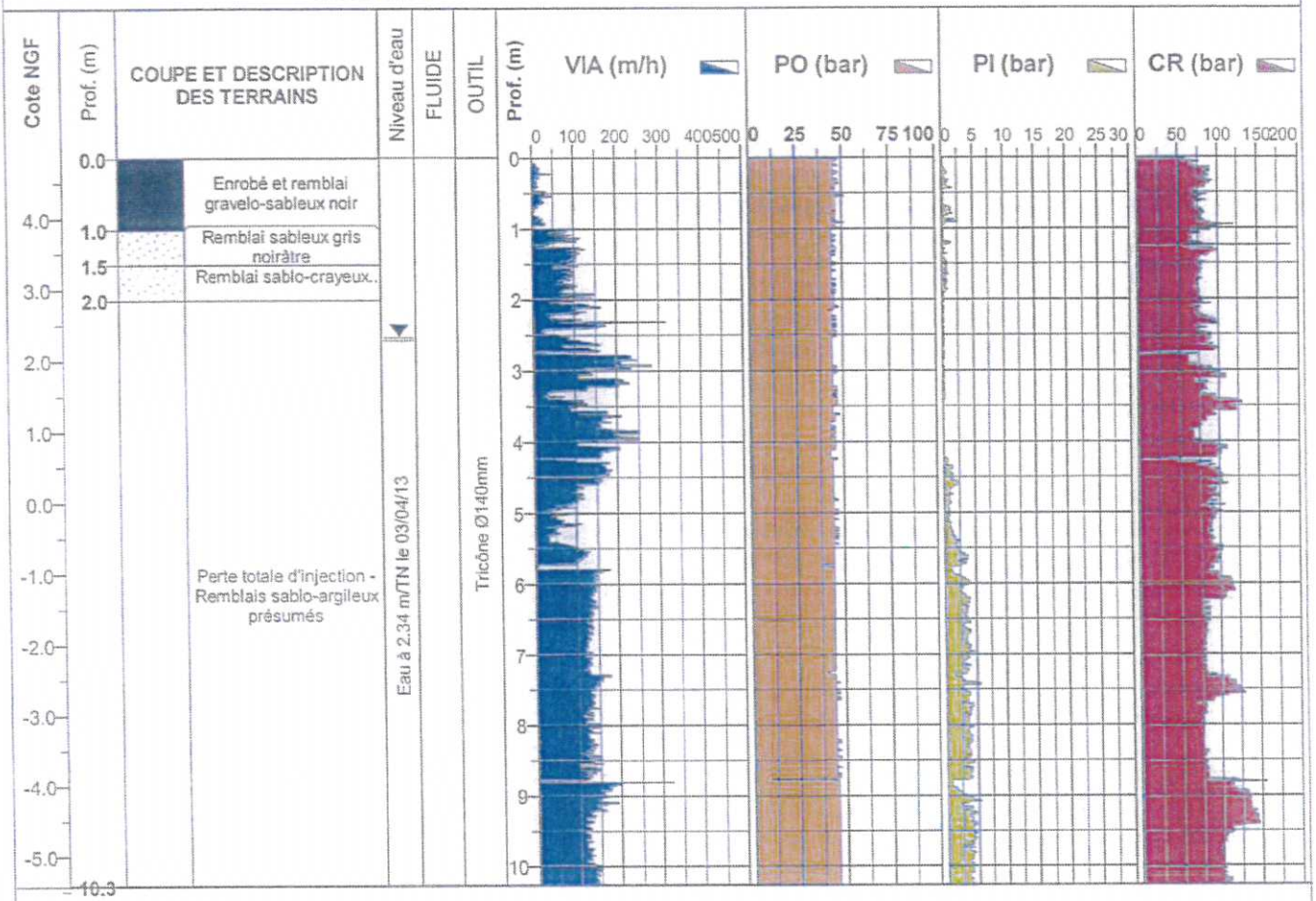
Sondage : PP1-PZC

X : 508116 Début : 0,00 m
Y : 194157 Fin : 10,27 m
Z : 4,85 m Page : 1 / 1

Echelle : 1 / 100 Date : 28/03/2013

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034



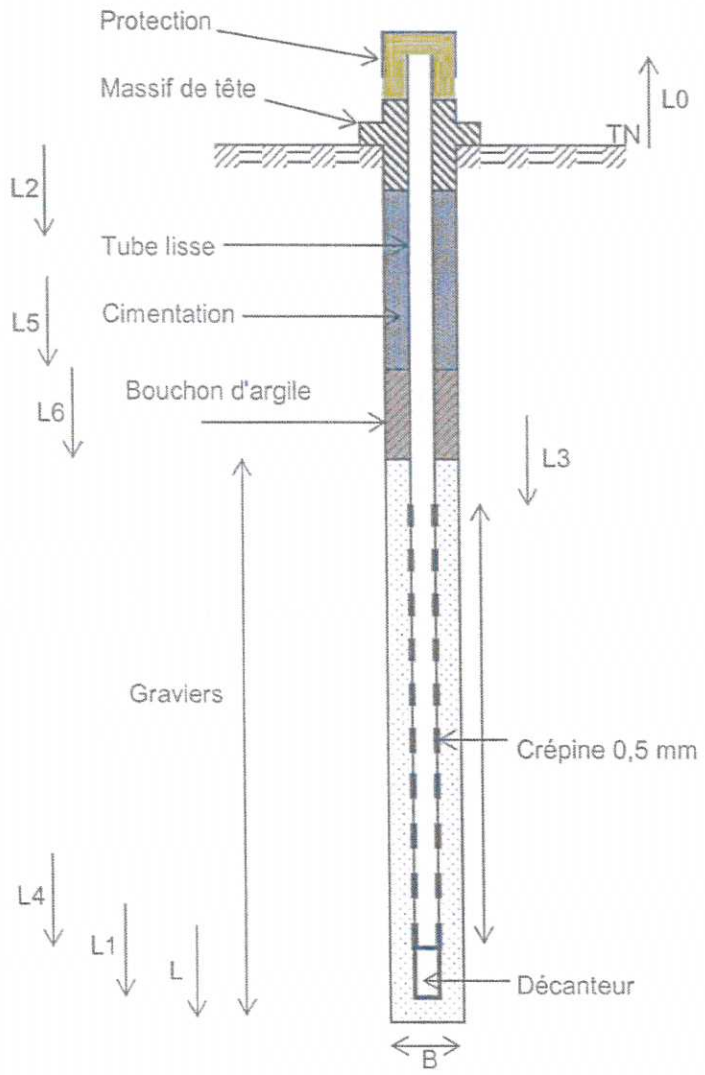
Abrotec	PROCES VERBAL DE POSE DE PIEZOMETRE	RN12 0034

CREA AMENAGEMENT

Ecoquartier Flaubert - ROUEN (76)

SONDAGE :	PP1-PZC	Date de réalisation :	28 mars 2013
X = 508116	Y = 194157	Z = 4,85 NGF	

Pose et description de l'équipement



Forage :

Cote base : L =	10,4 m
Outil :	Tricône Ø140 mm
Diamètre : B =	140 mm
Fluide :	Eau

Tubage provisoire :

Cote base : L2 =	10.0 m
Diamètre : C =	140 mm

Equipement :

Cote base : L1 =	10,0 m
Cote tête : L0 =	-
Diamètre ext =	61 mm
Diamètre int =	50 mm

Crépine :

Cote haut : L3 =	1,0 m
Cote base : L4 =	10,0 m

Bouchon d'argile :

Cote haut : L5 =	0,5 m
Cote base : L6 =	1,0 m

Cimentation :

Cote haut =	0,0 m
Cote base =	0.5 m

Protection tête :

Bouche à clef =

Capot avec cadenas = ☒

Observations : Niveau d'eau mesuré le 03/04/13 à 10h15 : 2,34 m/TN soit +2,61 NGF

ABROTEC Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPOLES 76190 VALLIQUERVILLE
Tél : 02 78 01 10 80 - Fax : 02 78 01 10 81 - Site Web : www.abrotec.com
S.A.R.L. Capital : 30 490 € - R.C.S. 319 959 375 - SIRET : 319 959 375 00035 - APE 742 C

ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUEVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : PP2

X : 508024
Y : 194257
Z : 4 m

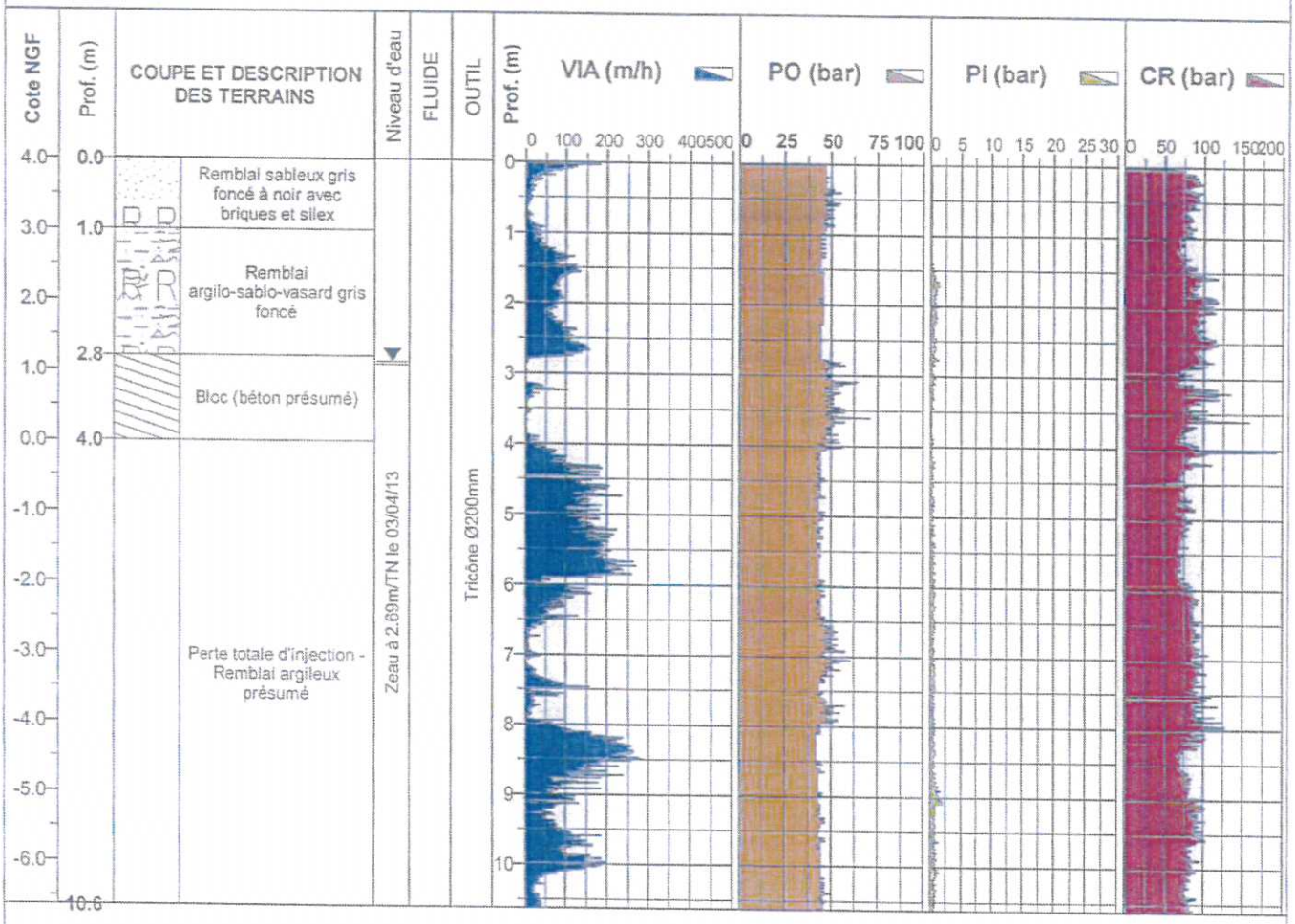
Début : 0,00 m
Fin : 10.63 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 02/04/2013



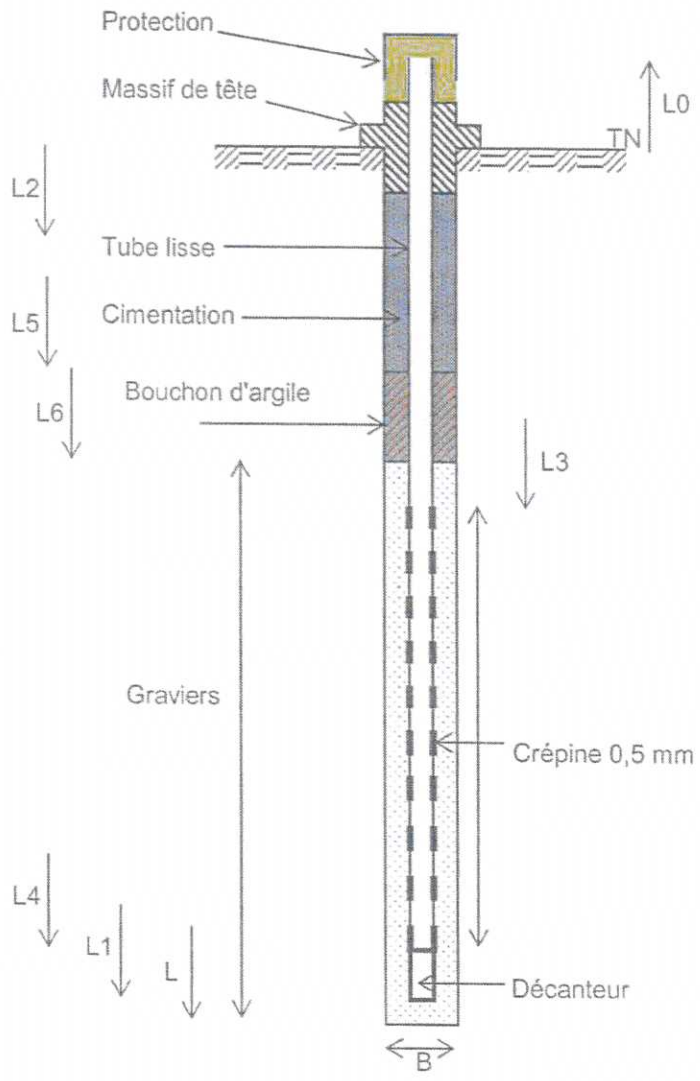
Abrotec	PROCES VERBAL DE POSE DE PIEZOMETRE	RN12 0034

CREA AMENAGEMENT

Ecoquartier Flaubert - ROUEN (76)

SONDAGE :	PP2	Date de réalisation :	2 avril 2013
X = 508024	Y = 194257	Z = 4,00 NGF	

Pose et description de l'équipement



Forage :

Cote base : L =	10,65 m
Outil :	Tricône Ø200 mm
Diamètre : B =	200 mm
Fluide :	Eau

Tubage provisoire :

Cote base : L2 =	10.0 m
Diamètre : C =	194 mm

Equipement :

Cote base : L1 =	10,0 m
Cote tête : L0 =	-
Diamètre ext =	125 mm
Diamètre int =	121 mm

Crépine :

Cote haut : L3 =	1,5 m
Cote base : L4 =	10,0 m

Bouchon d'argile :

Cote haut : L5 =	0,5 m
Cote base : L6 =	1,5 m

Cimentation :

Cote haut =	0,0 m
Cote base =	0.5 m

Protection tête :

Bouche à clef = ☐

Capot avec cadenas = ☒

Observations : Niveau d'eau mesuré le 03/04/13 à 9h50 : 2,69 m/TN soit +1,33 NGF

ABROTEC Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPOLES 76190 VALLIQUERVILLE
Tél : 02 78 01 10 80 - Fax : 02 78 01 10 81 - Site Web : www.abrotec.com
S.A.R.L. Capital : 30 490 € - R.C.S. 319 959 375 - SIRET : 319 959 375 00035 - APE 742 C

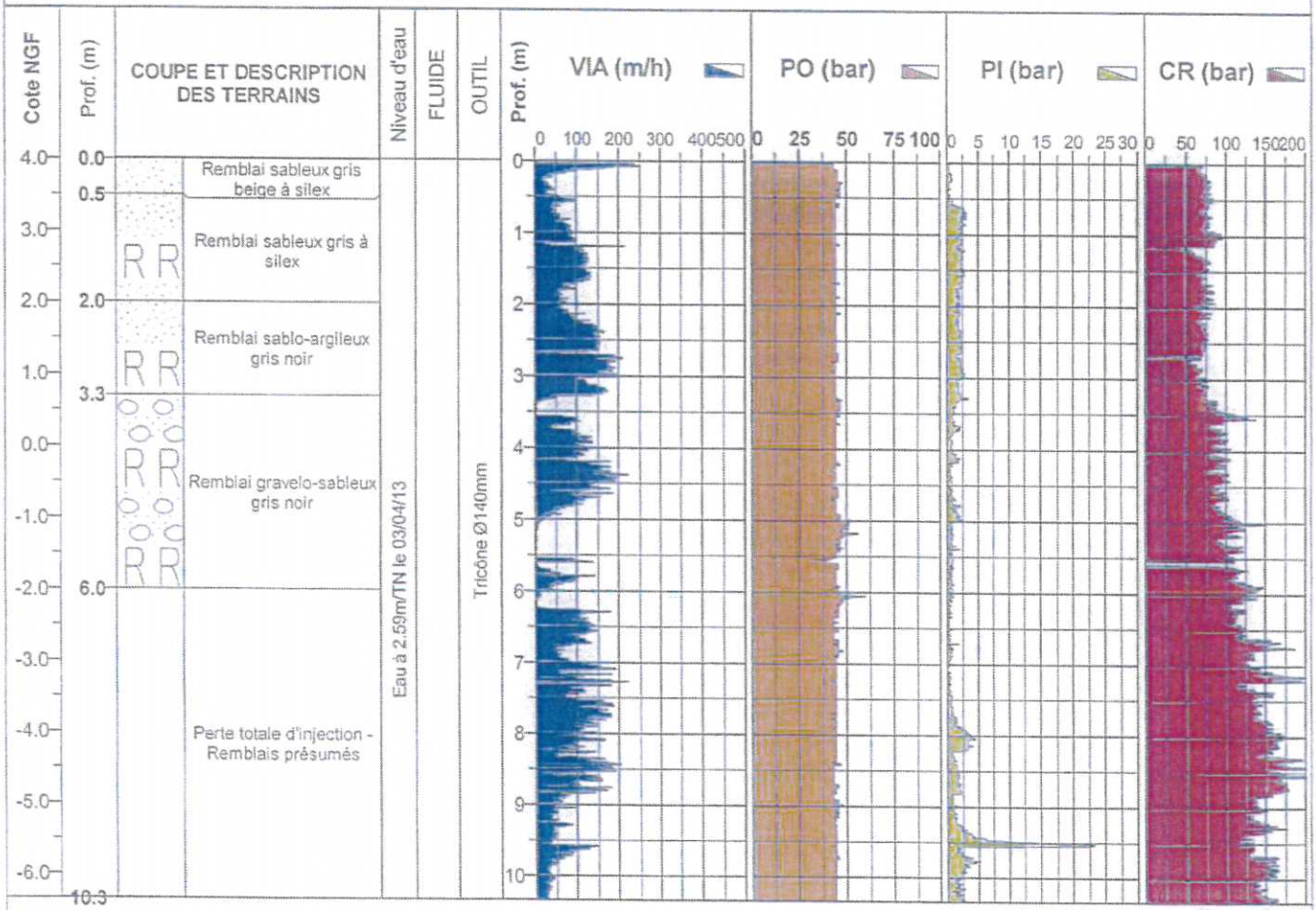
ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUEVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : PP2-PZA

X : 508026 Début : 0,00 m
Y : 194258 Fin : 10,34 m
Z : 4 m Page : 1 / 1
Echelle : 1 / 100 Date : 02/04/2013

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034



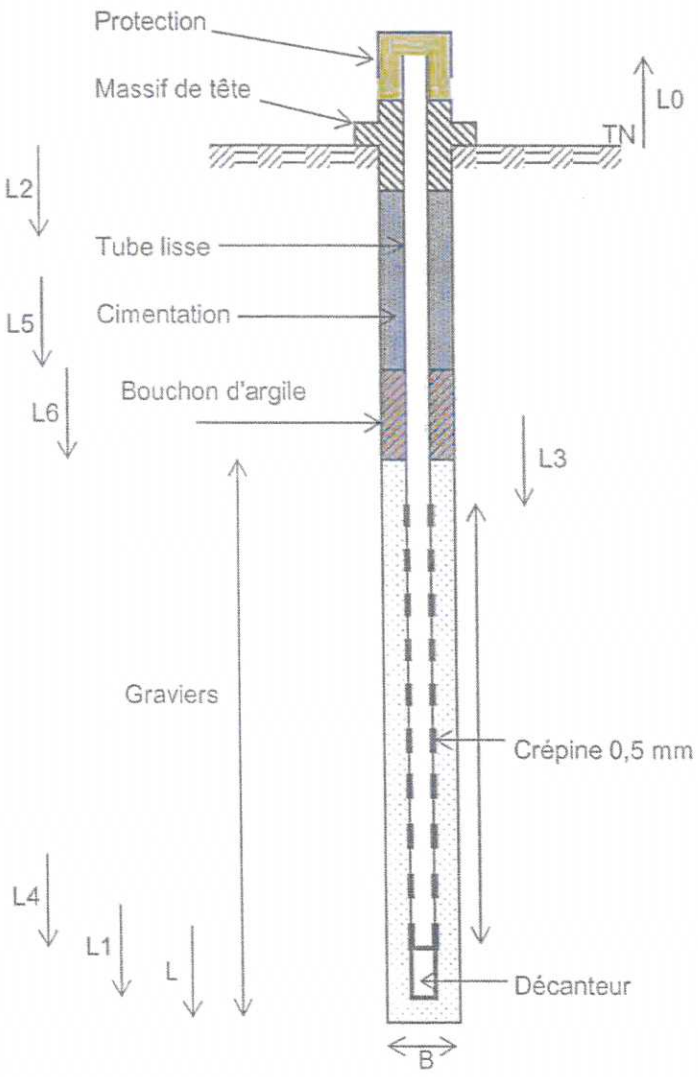
Abrotec	PROCES VERBAL DE POSE DE PIEZOMETRE	RN12 0034

CREA AMENAGEMENT

Ecoquartier Flaubert - ROUEN (76)

SONDAGE :	PP2-PZA	Date de réalisation :	2 avril 2013
X = 508026	Y = 194258	Z = 4,0 NGF	

Pose et description de l'équipement



Forage :

Cote base : L =	10,35 m
Outil :	Tricône Ø140 mm
Diamètre : B =	140 mm
Fluide :	Eau

Tubage provisoire :

Cote base : L2 =	10.0 m
Diamètre : C =	140 mm

Equipement :

Cote base : L1 =	10,0 m
Cote tête : L0 =	-
Diamètre ext =	60 mm
Diamètre int =	51 mm

Crépine :

Cote haut : L3 =	1,5 m
Cote base : L4 =	10,0 m

Bouchon d'argile :

Cote haut : L5 =	0,5 m
Cote base : L6 =	1,5 m

Cimentation :

Cote haut =	0,0 m
Cote base =	0.5 m

Protection tête :

Bouche à clef = ☐

Capot avec cadenas = ☒

Observations : Niveau d'eau mesuré le 03/04/13 à 9h55 : 2,59 m/TN soit +1,41 NGF

ABROTEC Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPOLES 76190 VALLIQUERVILLE
Tél : 02 78 01 10 80 - Fax : 02 78 01 10 81 - Site Web : www.abrotec.com
S.A.R.L. Capital : 30 490 € - R.C.S. 319 959 375 - SIRET : 319 959 375 00035 - APE 742 C

ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUEVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : PP2-PZB

X : 508032
Y : 194262
Z : 3 m

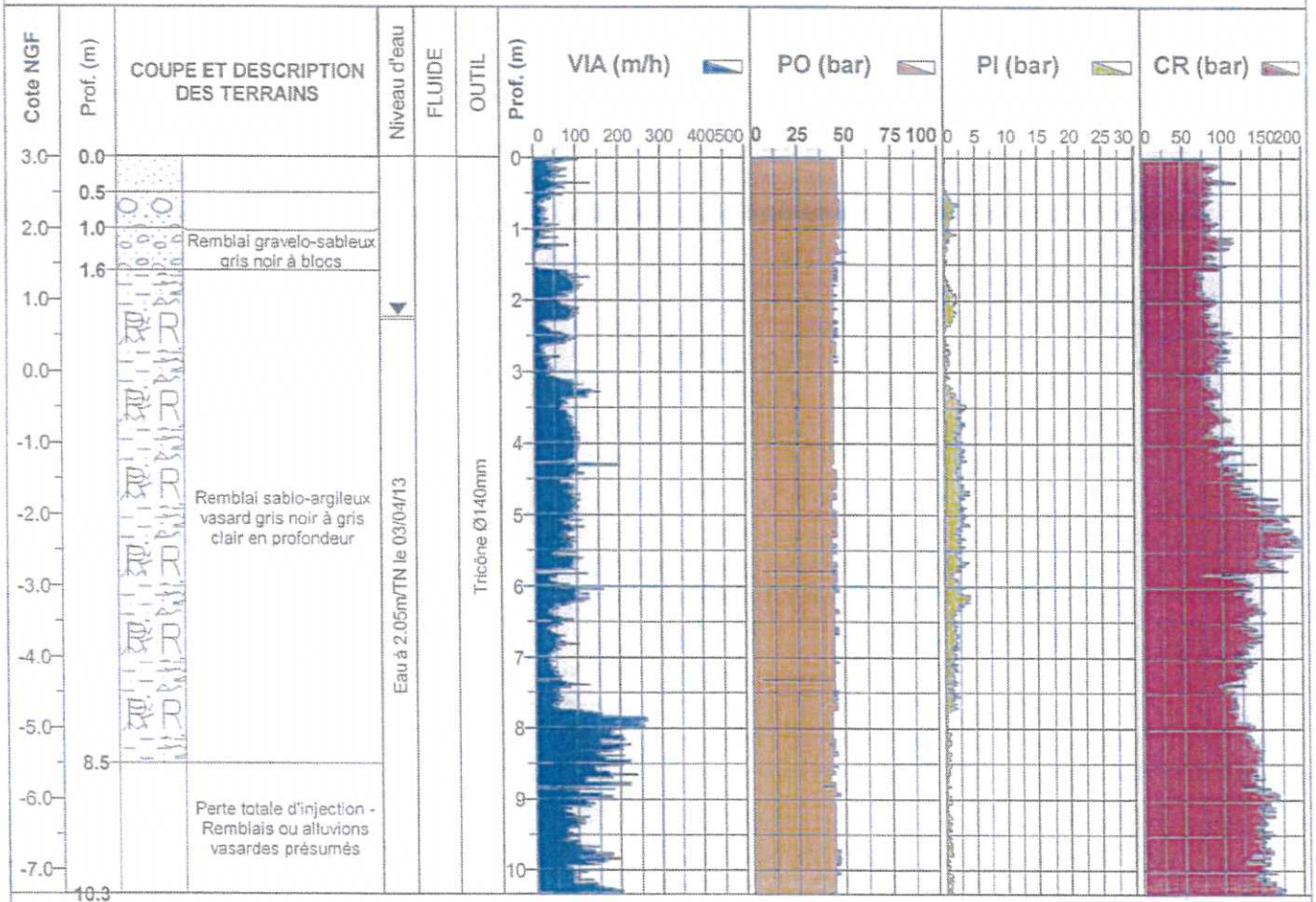
Début : 0,00 m
Fin : 10,34 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 29/03/2013



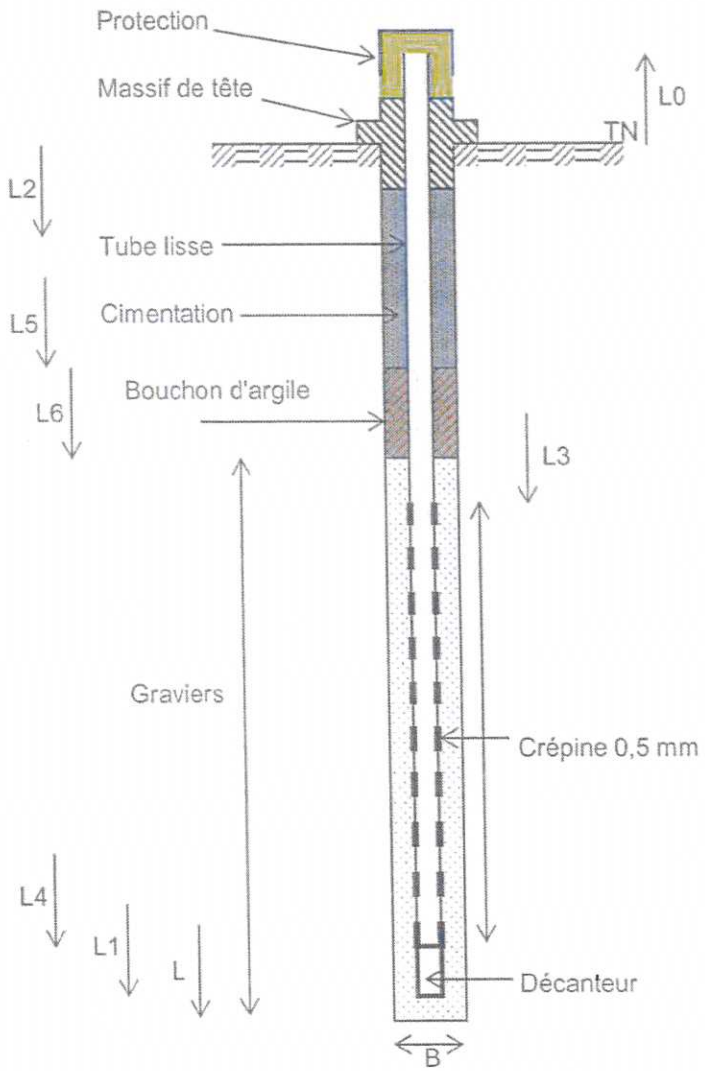
Abrotec	PROCES VERBAL DE POSE DE PIEZOMETRE	RN12 0034

CREA AMENAGEMENT

Ecoquartier Flaubert - ROUEN (76)

SONDAGE :	PP2-PZB	Date de réalisation :	29 mars 2013
X = 508032		Y = 194262	Z = 3,0 NGF

Pose et description de l'équipement



Forage :

Cote base : L =	10,35 m
Outil :	Tricône Ø140 mm
Diamètre : B =	140 mm
Fluide :	Eau

Tubage provisoire :

Cote base : L2 =	10.0 m
Diamètre : C =	140 mm

Equipement :

Cote base : L1 =	10,0 m
Cote tête : L0 =	-
Diamètre ext =	60 mm
Diamètre int =	51 mm

Crépine :

Cote haut : L3 =	1,5 m
Cote base : L4 =	10,0 m

Bouchon d'argile :

Cote haut : L5 =	0,5 m
Cote base : L6 =	1,5 m

Cimentation :

Cote haut =	0,0 m
Cote base =	0.5 m

Protection tête :

Bouche à clef =

Capot avec cadenas = ☒

Observations : Niveau d'eau mesuré le 03/04/13 à 9h56 : 2,05 m/TN soit +0,95 NGF

ABROTEC Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPOLES 76190 VALLIQUERVILLE
Tél : 02 78 01 10 80 - Fax : 02 78 01 10 81 - Site Web : www.abrotec.com
S.A.R.L. Capital : 30 490 € - R.C.S. 319 959 375 - SIRET : 319 959 375 00035 - APE 742 C

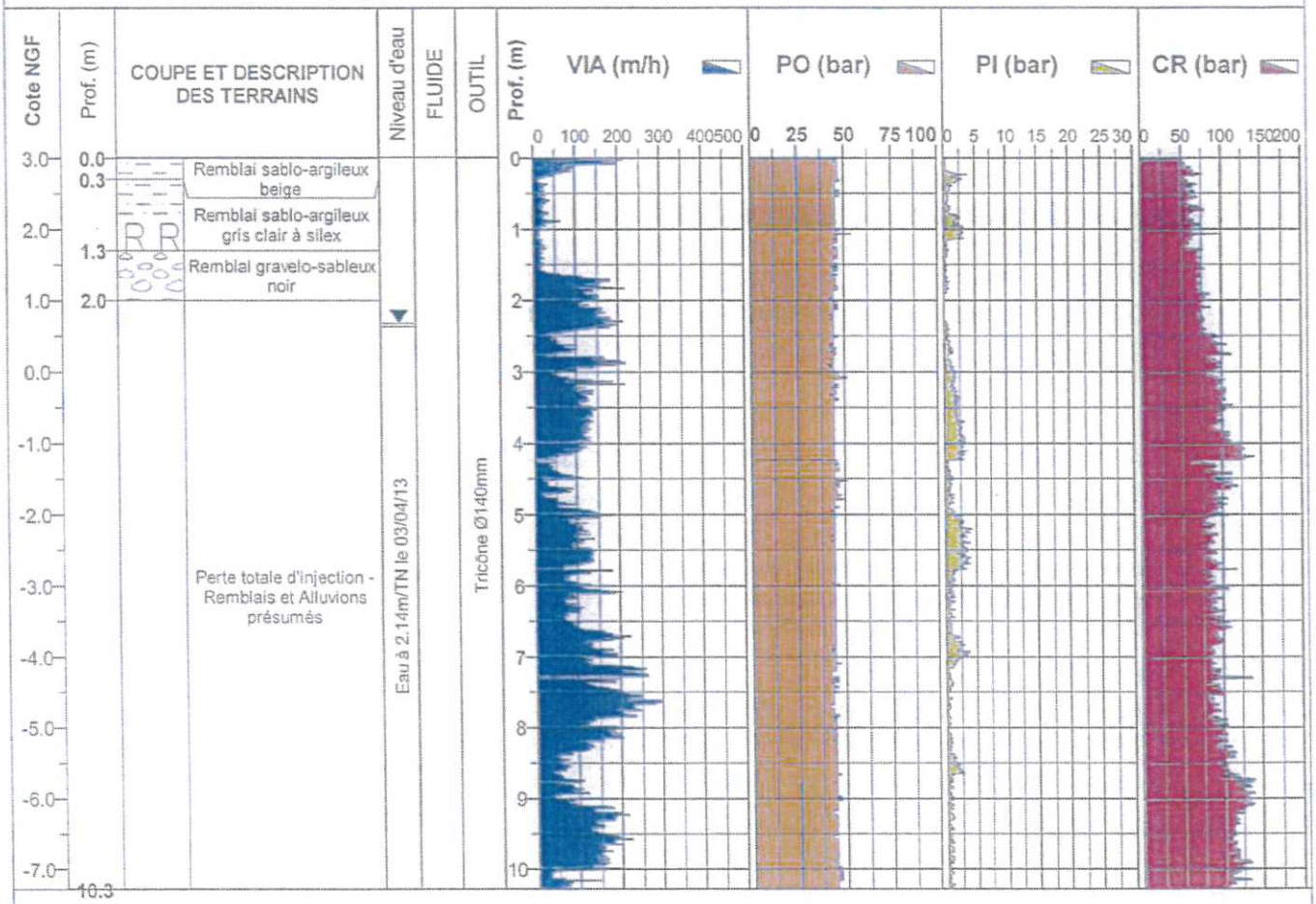
ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUEVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : PP2-PZC

X : 508040 Début : 0,00 m
Y : 194267 Fin : 10,28 m
Z : 3 m Page : 1 / 1
Echelle : 1 / 100 Date : 28/03/2013

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034



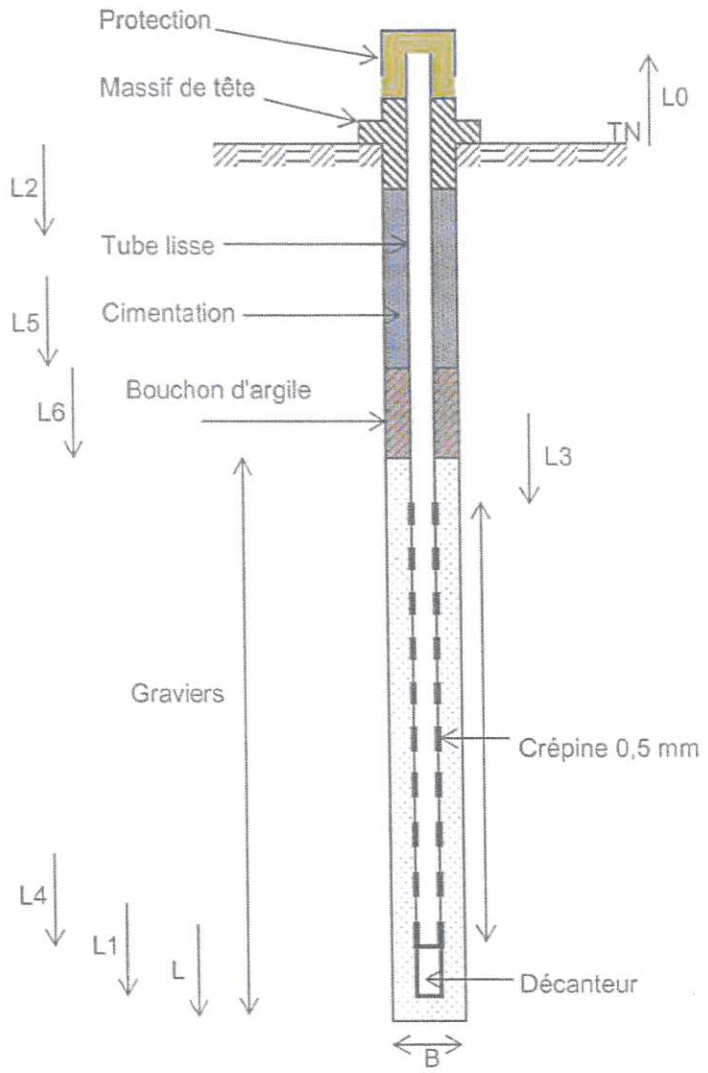
Abrotec	PROCES VERBAL DE POSE DE PIEZOMETRE	RN12 0034

CREA AMENAGEMENT

Ecoquartier Flaubert - ROUEN (76)

SONDAGE :	PP2-PZC	Date de réalisation :	28 mars 2013
X = 508040		Y = 194267	Z = 3,0 NGF

Pose et description de l'équipement



Forage :

Cote base : L =	10,30 m
Outil :	Tricône Ø140 mm
Diamètre : B =	140 mm
Fluide :	Eau

Tubage provisoire :

Cote base : L2 =	10.0 m
Diamètre : C =	140 mm

Equipement :

Cote base : L1 =	10,0 m
Cote tête : L0 =	-
Diamètre ext =	60 mm
Diamètre int =	51 mm

Crépine :

Cote haut : L3 =	1,5 m
Cote base : L4 =	10,0 m

Bouchon d'argile :

Cote haut : L5 =	0,5 m
Cote base : L6 =	1,5 m

Cimentation :

Cote haut =	0,0 m
Cote base =	0.5 m

Protection tête :

Bouche à clef = ☐

Capot avec cadenas = ☒

Observations : Niveau d'eau mesuré le 03/04/13 à 10h00 : 2,14 m/TN soit +0,86 NGF

ABROTEC Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPOLES 76190 VALLIQUERVILLE
Tél : 02 78 01 10 80 - Fax : 02 78 01 10 81 - Site Web : www.abrotec.com
S.A.R.L. Capital : 30 490 € - R.C.S. 319 959 375 - SIRET : 319 959 375 00035 - APE 742 C

Annexe 2 :
Implantation des sondages

Abrotec

PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN SITU

CLIENT : SPLA CREA AMENAGEMENT DOSSIER : RN12-0034

Chantier : Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert
ROUEN (76)

0 20 40 60 80 100m

PL4 SP2
SC2
SC1
PL3
PP2-PZC
PM2
PP2-PZA
PP2-PZB
PL5
puits PP2
PM3
SD1
SV3
SC3
SP3
PM5
SV2
PL7
PM4
SV4
PP1-PZC
PP1-PZB
PP1-PZA
puits PP1
SP4

Béton
La Seine
Rails SNCF supprimées
Relevé sommaire cause végétation
Parking pois lourd
Allée Jean De Béthancourt
Zone Fermée
Zone fermée
Eros Doks Service

CREA AMENAGEMENT
ECOQUARTIER FLAUBERT –
AMENAGEMENT DES BORDS DE SEINE

Cahier 2 : Mission G2 pour le dimensionnement des ouvrages de soutènement - HYDRAULIQUE
ROUEN (76)

Note de dimensionnement
Dossier n° RN12 0034

OPQIBI L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE CERTIFICAT N° 07 04 1695

Indice	Date	Chargé d'Affaires	Contrôle interne	Version
C	17/12/2014	L. MASTRODICASA	R. BLANQUET	1ère émission

Abrotec Normandie
5 ZA CAUX-MULTIPÔLES
76190 VALLIQUERVILLE
Tel : 02 78 01 10 80
Fax : 02 78 01 10 81
Mail : normandie@abrotec.fr

Abrotec Siège
ZI de Courtaboeuf 1 - 8 rue de l'Acadie
91978 COURTABOEUF Cedex
Tel : 01 69 35 36 00
Fax : 01 69 35 36 09
Mail : infos@abrotec.fr

SOMMAIRE

INTRODUCTION 4

1. SITE DU PROJET 4

1.1. TOPOGRAPHIE ET RELIEF 4
1.2. ETAT DU SITE 4

2. DETAIL DU PROJET 5

3. STRATEGIE PHASE TRAVAUX 7

3.1. NIVEAU DE NAPPE 7
3.2. RECAPITULATIF DES CONTRAINTES 7
3.2.1. Contraintes hydrogéologiques 7
3.2.2. Contraintes du projet 7
3.3. SOLUTIONS D'ASSECHEMENT ENVISAGEABLES 8

4. DEBITS D'EXHAURES PHASE TRAVAUX 8

4.1. METHODOLOGIE 8
4.2. POINTES / PUITS FILTRANTS (SCENARIO 1) 11
4.3. PUISARDS DE DRAINAGE (SCENARIO 2) 17
4.4. EVACUATION DES EAUX 31

5. CONCLUSIONS 32

5.1. SCENARIO 1 : POINTES / PUITS FILTRANTS 32
5.2. SCENARIO 2 : PUISARDS DE DRAINAGE 33

ANNEXES

ANNEXE 1 : SCENARIO 1 – LOCALISATION DES POINTES / PUITS FILTRANTS
ANNEXE 2 : SCENARIO 2 – LOCALISATION DES PUISARDS DE DRAINAGE

Liste des figures

Figure 1 : Récapitulatif des différents niveaux du projet (m NGF) 5
Figure 2 : Projet d'aménagement de l'éco-quartier de Flaubert 6
Figure 3 : Maillage global 9
Figure 4 : Détail du maillage – zoom n°1 10
Figure 5 : Détail du maillage – zoom n°2 10
Figure 6 : Variations de la charge hydraulique au droit des points d'observation (bassins F et G) 12
Figure 7 : Charge hydraulique après 30 jours de pompages (bassins F et G) 12
Figure 8 : Variations de la charge hydraulique au droit des points d'observation (bassin H) 13
Figure 9 : Charge hydraulique après 30 jours de pompages (bassins F et G) 14
Figure 10 : Variations de la charge hydraulique au droit des points d'observation (bassin I) 15
Figure 11 : Charge hydraulique après 30 jours de pompages (bassin I) 15
Figure 12 : Charge hydraulique après 30 jours de pompages (bassin I) 16
Figure 13 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin F 18
Figure 14 : Rabattement dans les puisards et aux points d'observations – Bassin F 18
Figure 15 : Coupe piézométrique Nord-Sud – Bassin F 19
Figure 16 : Coupe piézométrique Ouest-Est – Bassin F 19
Figure 17 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin F 20
Figure 18 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin G 21
Figure 19 : Rabattement dans les puisards et aux points d'observations – Bassin G 21
Figure 20 : Coupe piézométrique Nord-Sud – Bassin G 22
Figure 21 : Coupe piézométrique Ouest-Est – Bassin G 22
Figure 22 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin G 23
Figure 23 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin H 24
Figure 24 : Rabattement dans les puisards et aux points d'observations – Bassin H 24
Figure 25 : Coupe piézométrique Nord-Sud – Bassin H 25
Figure 26 : Coupe piézométrique Ouest-Est – Bassin H 25
Figure 27 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin H 26
Figure 28 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin I 27
Figure 29 : Rabattement dans les puisards et aux points d'observations – Bassin I 27
Figure 30 : Coupe piézométrique Nord-Sud – Bassin I 28
Figure 31 : Coupe piézométrique Ouest-Est – Bassin I 28
Figure 32 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin I 29

Introduction

Dans le cadre du projet de création de deux canaux dans l'aménagement d'un Ecoquartier sur la commune de Rouen, le bureau d'études ABROTEC a été sollicité afin de définir les procédés à mettre en œuvre en phase travaux.

Ce rapport de dimensionnement présente les calculs suivant 2 scénarios envisageables :

- Scénario 1 : rabattement général par Bassin pour la mise à sec
- Scénario 2 : rabattement par segmentarisation des zone de travail suivant une variante proposée par EGIS consistant en la réalisation par passe des murs de soutènement en « L » puis terrassement en pleine masse sous nappe.

Elle précise entre autre :

- La technique envisagée,
- Le nombre et la profondeur des ouvrages de pompage,
- Les débits d'exhaures prévisibles.

Ce rapport annule et remplace la note de dimensionnement en date du 03/11/14 Ind B.

1. Site du projet

1.1. Topographie et relief

Le terrain se situe à une altitude moyenne de **5,6 m NGF.**

Le site d'étude présente une pente négligeable (de l'ordre de 0,5 %).

1.2. Etat du site

Le site est actuellement en travaux.

Le projet nécessitera la démolition de certains existants, la phase de démolition ayant déjà débutée. Il conviendra toutefois de préciser les bâtiments périphériques qui seront conservés, ainsi que leur système de fondation.

2. Détail du projet

Le projet est constitué de 4 bassins (F, G H et I) respectivement disposés du Sud vers le Nord.

- **Bassin F** : berges mi-talutées, mi-verticales. Ouvrage étanche.
- **Bassin G** : berges verticales. Ouvrage étanche.
- **Bassin H** : berges mi-talutées, mi-verticales. Ouvrage étanche.
- **Bassin I** accolé à la Seine : berges talutées et verticales. Ouvrage non étanche.

Les berges mi-verticales seront équipées de murs de soutènement préfabriqués. Les berges mi-talutées seront réalisées avec une pente en 2h/1v.

Les différents niveaux de fond de bassin envisagés sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

	Niveau min. (m NGF)	Niveau max. (m NGF)	Base du mur de soutènement (m NGF)
Bassin F	3,0	3,5	2,8
Bassin G	1,9	2,2	1,8
Bassin H	1,9	2,2	1,8
Bassin I	0,9	2,4	1,8

Figure 1 : Récapitulatif des différents niveaux du projet (m NGF)

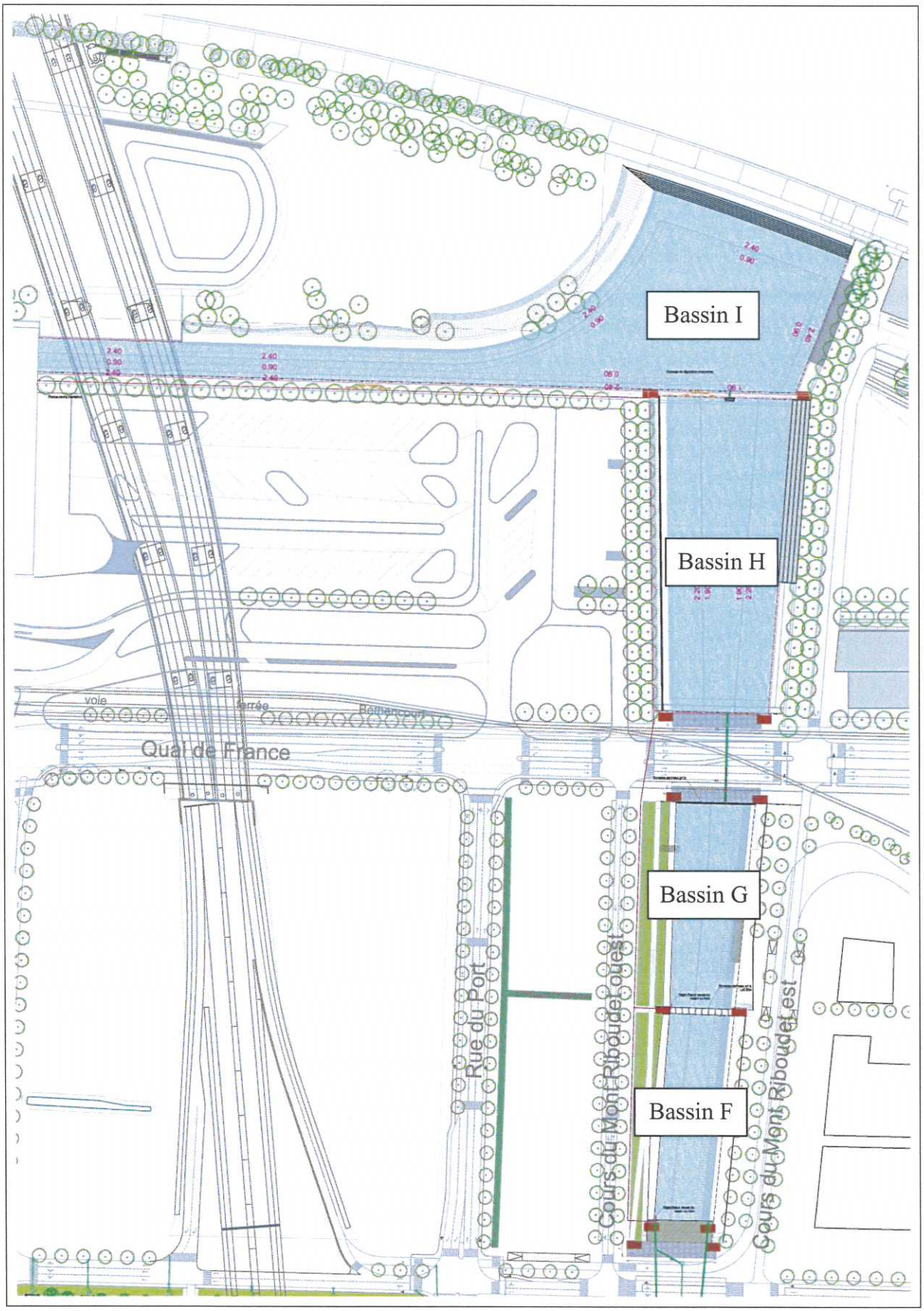


Figure 2 : Projet d'aménagement de l'éco-quartier de Flaubert

3. Stratégie phase travaux

3.1. Niveau de nappe

D'après les suivis piézométriques depuis début 2013, les niveaux de la nappe au droit du projet varient de 0,2 à 4,0 NGF avec des variations quotidiennes assez importantes et rapides, en relation avec le niveau de la Seine.

Les dimensionnements seront réalisés pour le niveau de nappe maximal enregistré, correspondant à la crue de la Seine de février 2013 (= 9,38 m CMH à Station Rouen [Jean-Ango]), soit **4,0 NGF**.

3.2. Récapitulatif des contraintes

3.2.1. Contraintes hydrogéologiques

- Nappe d'entrainement de la Seine ;
- Niveau de nappe moyen entre +1,0 et +2,5 NGF ;
- Niveau de nappe maximal de +4,0 NGF ;
- Perméabilités mesurées des formations aquifères : $3{,}6.10^{-7}$ m/s
  $4{,}2.10^{-5}$ m/s
- Formations aquifères hétérogènes ;
- Présence supposée d'un aquitard à -4,5 NGF.

3.2.2. Contraintes du projet

- Fonds des bassins sous le niveau de la nappe :
  - Bassin F : +3,0 NGF ;
  - Bassin G : +1,9 NGF ;
  - Bassin H : +1,9 NGF ;
  - Bassin I : +0,9 NGF.
- Pas de soutènement provisoire prévu en périphérie des fouilles, sauf palplanches sur l'extrémité ouest du bassin I.

3.3. Solutions d'assèchement envisageables

Afin de réaliser un rabattement de nappe la technique la plus indiquée sera un pompage.

Compte tenu de la faible perméabilité des matériaux aquifères, le rayon d'action d'un pompage sera limité. Il sera nécessaire de multiplier les points de pompages afin d'assécher les surface nécessaires aux travaux.

Plusieurs procédés seraient envisageables :

- Scénario 1 : Pointes / puits filtrants : rayon d'action très limité, grand nombre d'ouvrages d'exhaure nécessaire, prix pouvant être élevé ;
- Scénario 2 : Puisard de drainage : rayon d'action plus important, mise en œuvre pouvant être délicate en terrains très meubles, prix modéré.

Les dimensionnements ont été réalisés pour chacun des deux systèmes.

4. Débits d'exhaures phase travaux

4.1. Méthodologie

Afin de dimensionner les installations de pompage et de visualiser les rabattements occasionnés ainsi que l'impact sur la surface piézométriques du secteur, il a été opéré une modélisation hydrogéologique en éléments finis (Feflow).

L'ensemble du projet ainsi que les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques ont été intégrés pour simuler le comportement des eaux souterraines durant la phase de travaux.

La méthode consiste à découper le terrain en une multitude d'éléments et d'observer les transferts entre chacun d'entre eux.

Le maillage utilisé ainsi que les conditions limites sont identiques pour les différentes modélisations réalisées (voir figure ci-après).

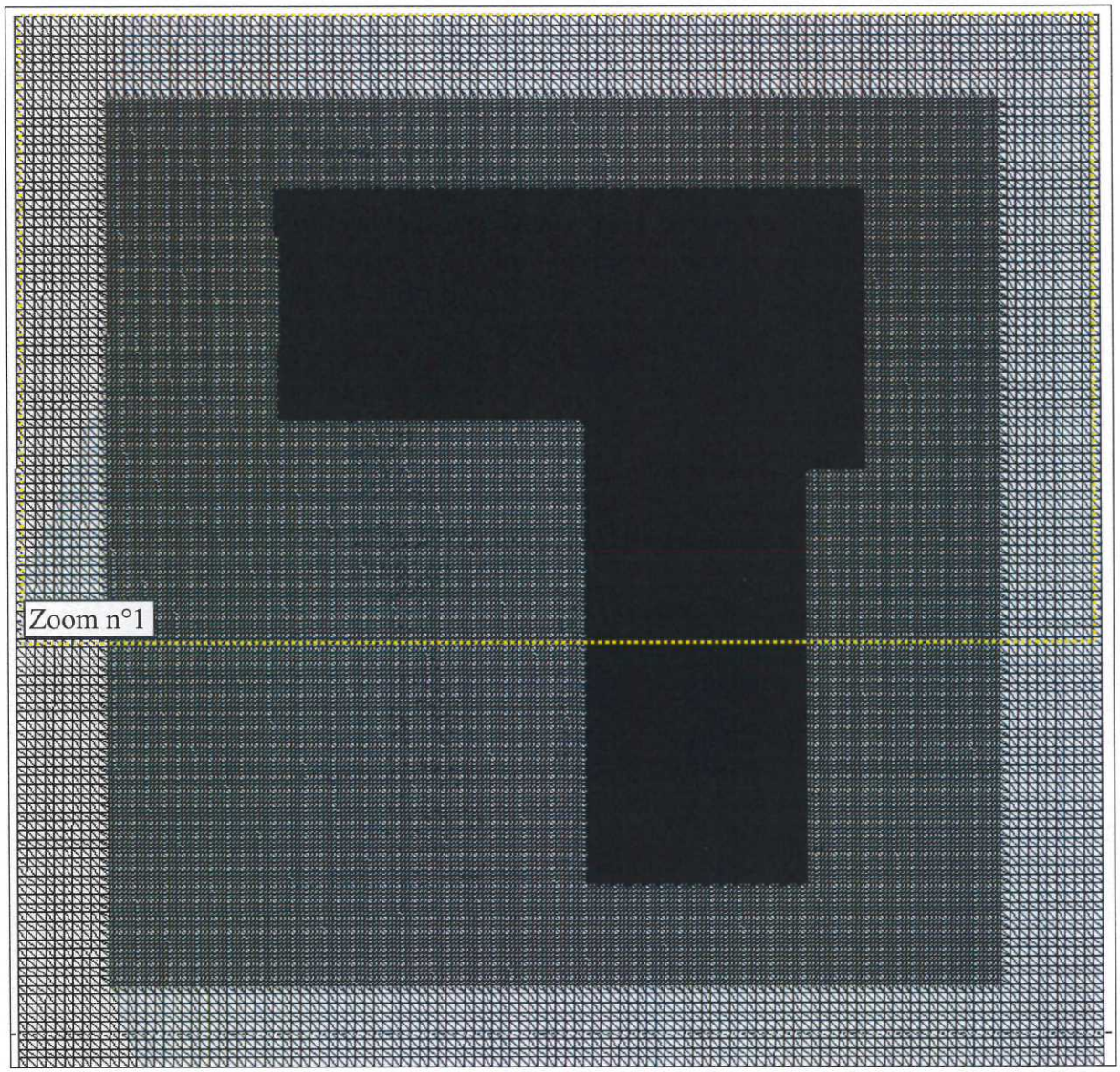


Figure 3 : Maillage global

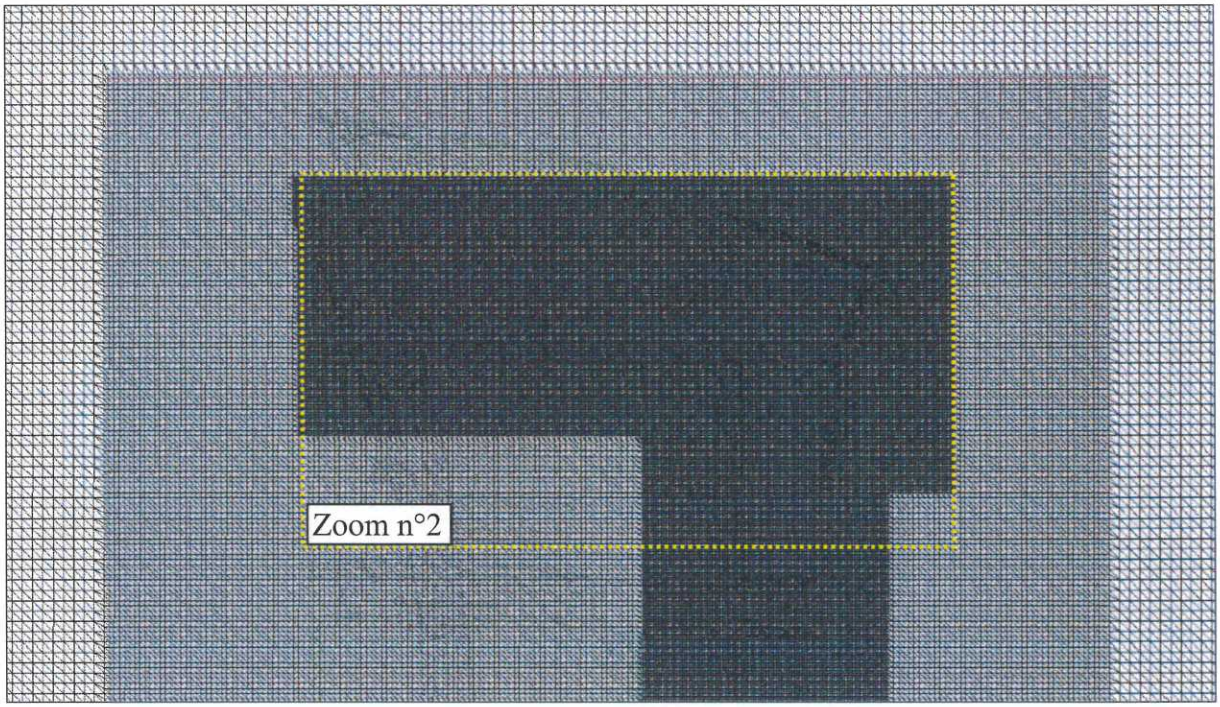


Figure 4 : Détail du maillage – zoom n°1

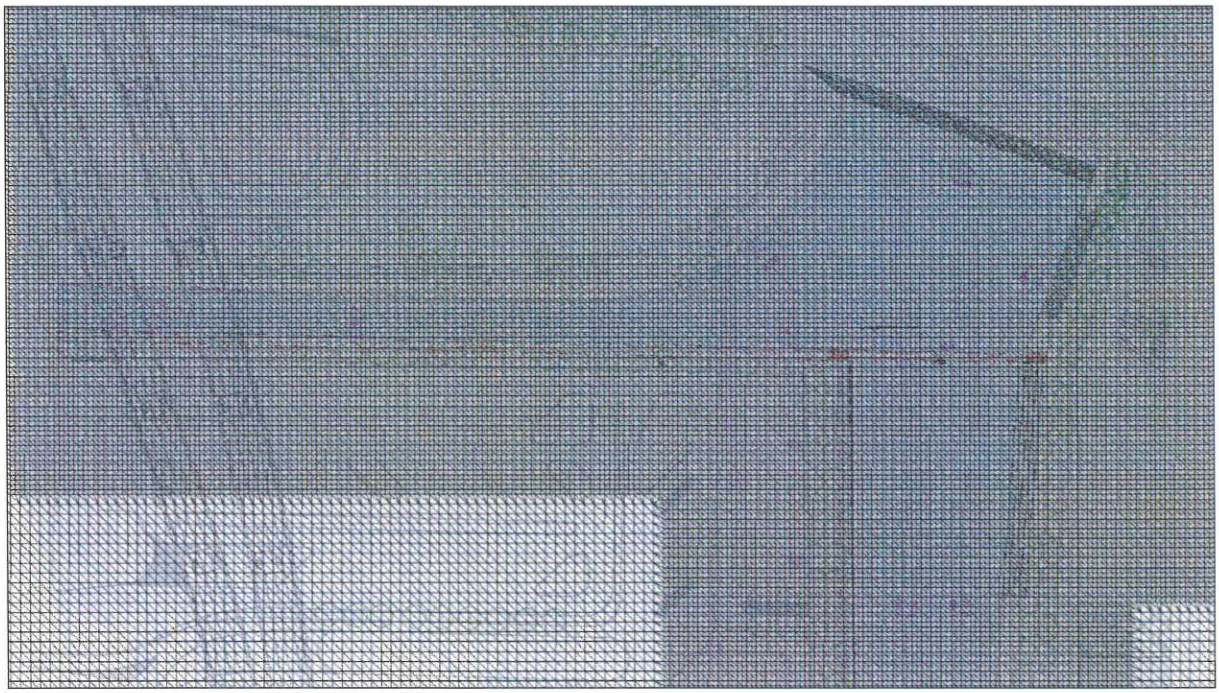


Figure 5 : Détail du maillage – zoom n°2

4.2. Pointes / Puits filtrants (scénario 1)

Les modélisations ont été réalisées selon les paramètres fixes suivants :

	Niveau (m NGF)
Terrain naturel	+5,6
Toit de l'aquitard (argile – altération de la craie)	-10,0
Base des pointes / puits	-4,6 / -10,0
Hauteur crépinée	à partir de 4,0

Les différents paramètres entrant dans la modélisation seront détaillés pour la mise à sec de chaque bassin.

Mise à sec des bassins F et G

La modélisation réalisée pour la mise à sec des bassins F et G et la réalisation des murets de soutènement tient compte de la **perméabilité moyenne** définie lors des précédents essais de pompage : **$4{,}2.10^{-5}$ m/s**, pour un niveau piézométrique de +4,0 m NGF. Le coefficient d'emmagasinement des remblais a été fixé à 15 %.

Formation géologique	Perméabilité
Remblais	$4{,}2.10^{-5}$ m/s
Argile (altération de la craie)	$1{,}0.10^{-6}$ m/s
Paramètres de pompage	
Durée de pompage	30 jours
Niveau piézométrique initial	+4,0 m NGF
Nombre de pointes/puits périphériques	17

La figure ci-dessous permet de suivre l'évolution de la charge hydraulique dans le temps au droit des différents points d'observation.

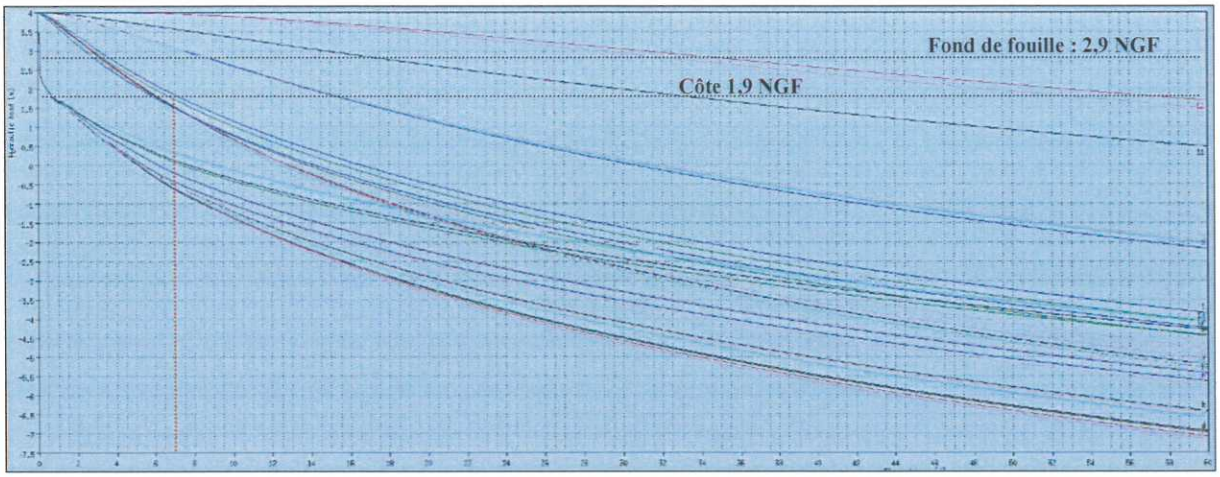


Figure 6 : Variations de la charge hydraulique au droit des points d'observation (bassins F et G)

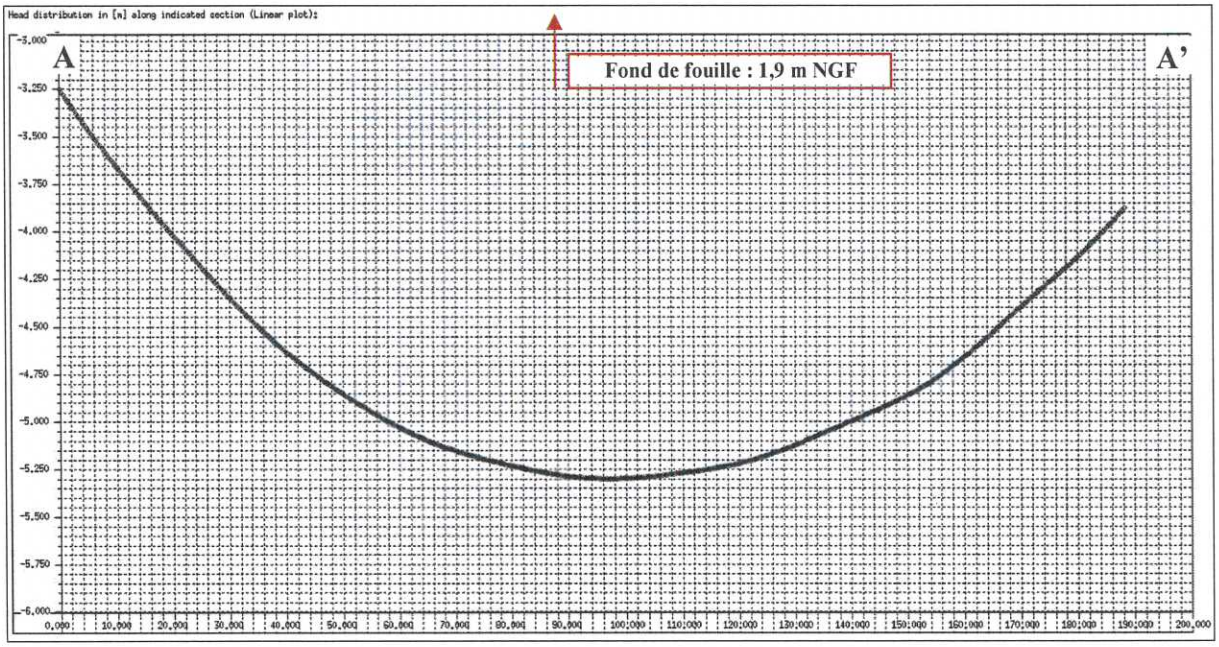


Figure 7 : Charge hydraulique après 30 jours de pompages (bassins F et G)

Ces profils montrent qu'avec 19 pointes/puits filtrants périphériques présentant chacun un débit d'exhaure de 1m^3/h, le niveau de la nappe passe sous l'altitude 1,9 m NGF (soit 1 m sous le niveau de fond de fouille) après 7 jours de pompage.

Dans ces conditions, le débit d'exhaure total (19 m^3/h) pour une durée de 1 mois est estimé à **13 700 m^3**.

Mise à sec du bassins H

La modélisation réalisée pour la mise à sec du bassin H et la réalisation des murets de soutènement tient compte de la **perméabilité moyenne** définie lors des précédents essais de pompage : **$4{,}2.10^{-5}$ m/s**, pour un niveau piézométrique de 4,0 m NGF. Le coefficient d'emmagasinement des remblais a été fixé à 15 %.

Formation géologique	Perméabilité
Remblais	$4{,}2.10^{-5}$ m/s
Argile (altération de la craie)	$1{,}0.10^{-6}$ m/s
Paramètres de pompage	
Durée de pompage	30 jours
Niveau piézométrique	4,0 m NGF
Nombre de pointes/puits périphériques	16

La figure ci-dessous permet de suivre l'évolution de la charge hydraulique dans le temps au droit des différents points d'observation.

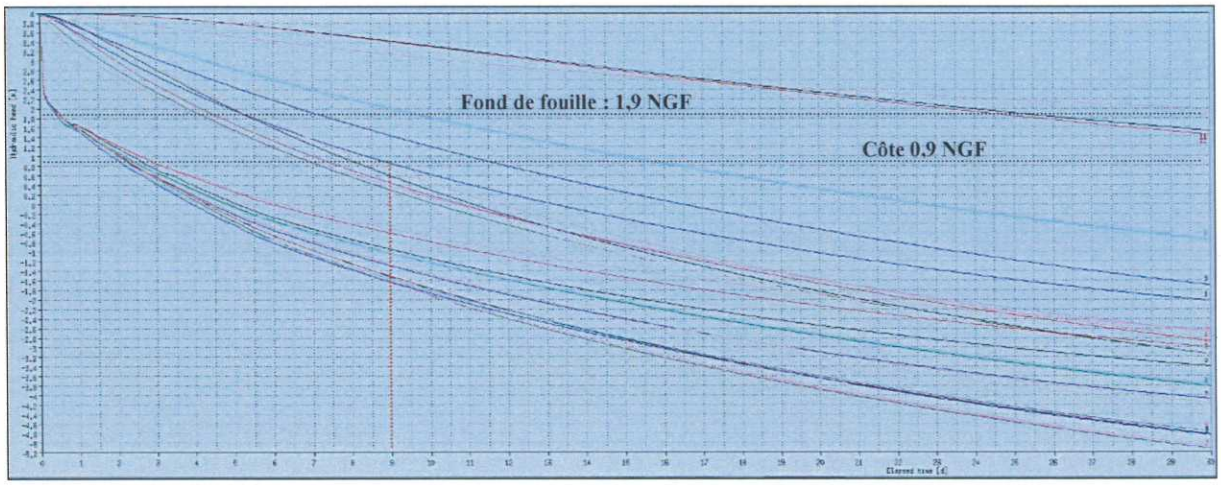


Figure 8 : Variations de la charge hydraulique au droit des points d'observation (bassin H)

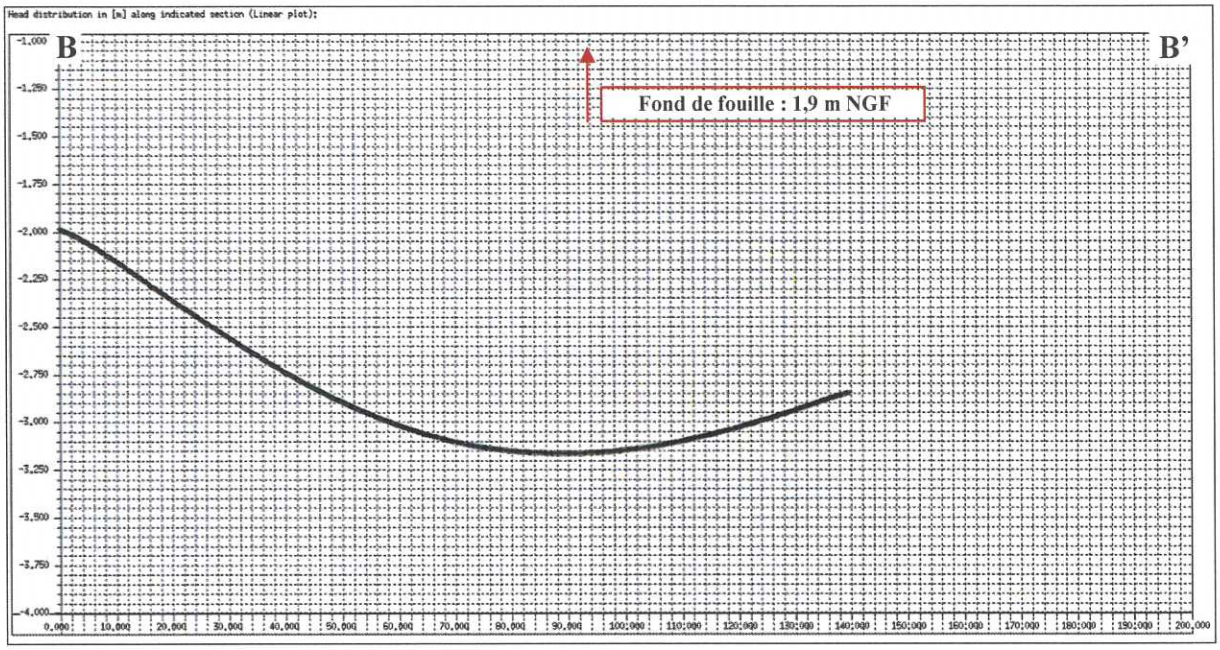


Figure 9 : Charge hydraulique après 30 jours de pompages (bassins F et G)

Ces profils montrent qu'avec 16 pointes/puits filtrants périphériques présentant chacun un débit d'exhaure de 1m^3/h, le niveau de la nappe passe sous l'altitude 0,9 m NGF (soit 1 m sous le niveau de fond de fouille) après 9 jours de pompage.

Dans ces conditions, le débit d'exhaure total (16 m^3/h) pour une durée de 1 mois est estimé à **11 500 m^3**.

Exécution des murs de soutènement – bassin I

La modélisation réalisée pour la mise à sec des bassins F et G tient compte de la **perméabilité moyenne** définie lors des précédents essais de pompage : **4,2.10^{-5} m/s**, pour un niveau piézométrique correspondant aux marées hautes (+4,0 m NGF). Le coefficient d'emmagasinement des remblais a été fixé à 15 %.

Formation géologique	Perméabilité
Remblais	4,2.10^{-5} m/s
Argile (altération de la craie)	1,0.10^{-6} m/s
Paramètres de pompage	
Durée de pompage	30 jours
Niveau piézométrique	+4,0 m NGF
Nombre de pointes/puits périphériques	19

La figure ci-dessous permet de suivre l'évolution de la charge hydraulique dans le temps au droit des différents points d'observation.

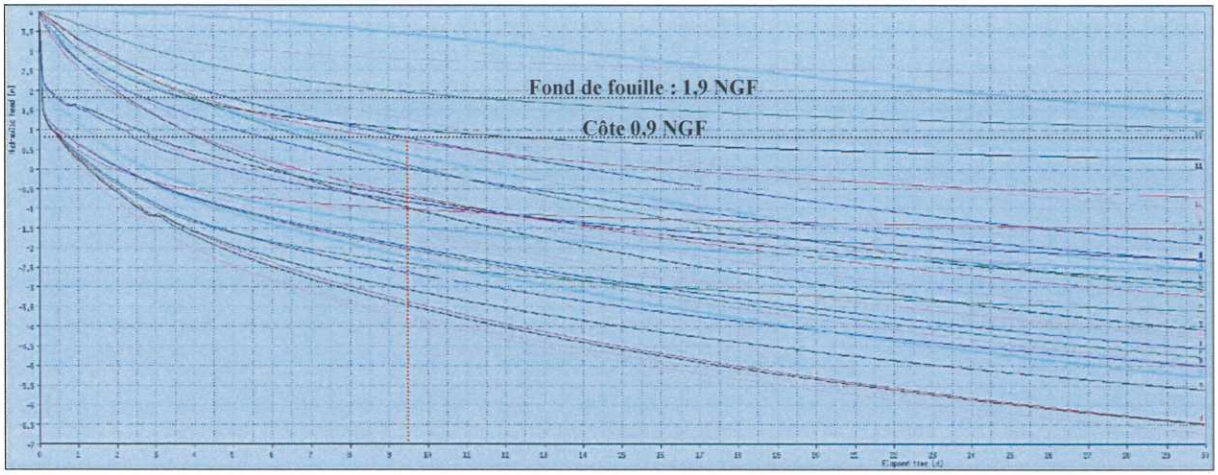


Figure 10 : Variations de la charge hydraulique au droit des points d'observation (bassin I)

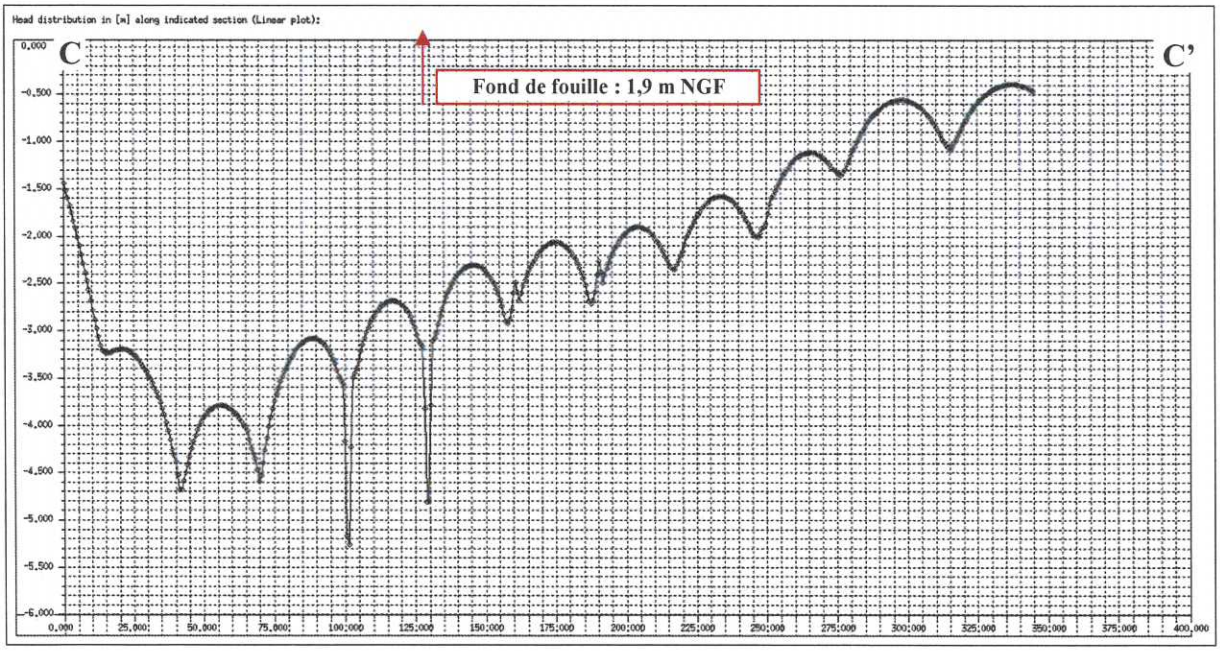


Figure 11 : Charge hydraulique après 30 jours de pompages (bassin I)

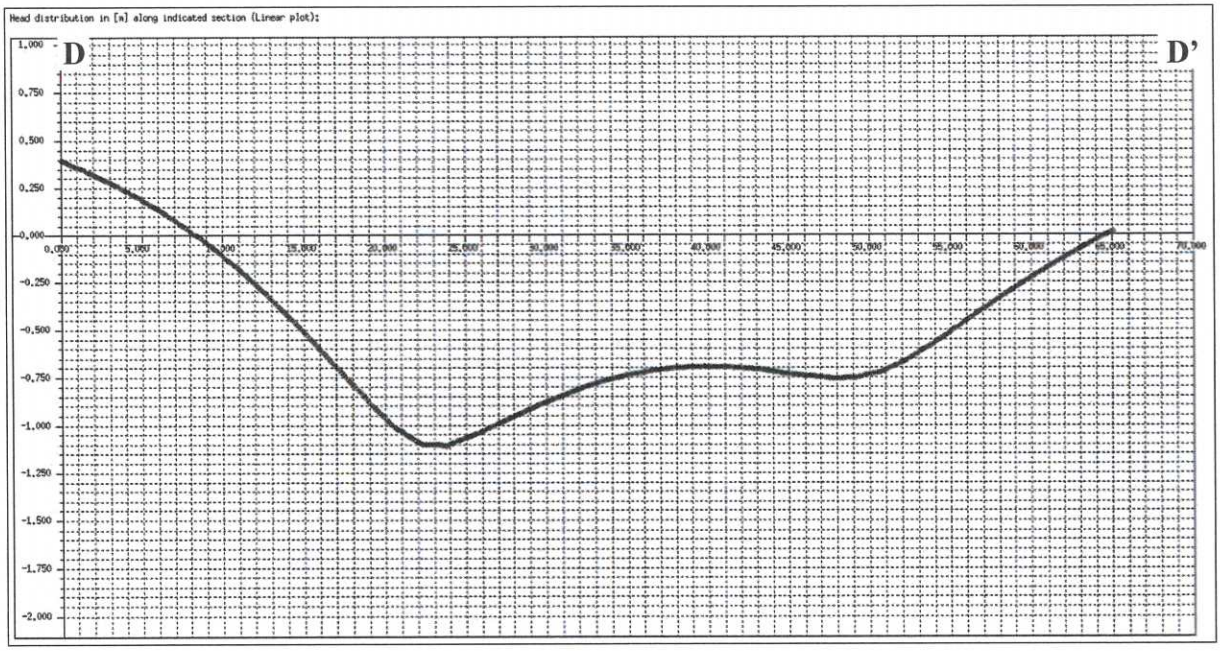


Figure 12 : Charge hydraulique après 30 jours de pompages (bassin I)

Ces profils montrent qu'avec 19 pointes/puits filtrants périphériques présentant chacun un débit d'exhaure de **2 m³/h**, le niveau de la nappe passe sous l'altitude +0,9 m NGF (soit 1 m sous le niveau de fond de fouille) après 9,5 jours de pompage.

Dans ces conditions, le débit d'exhaure total (40 m^3/h) pour une durée de 1 mois est estimé à **28 800 m^3**.

Pour un rabattement sur l'ensemble de la surface du bassin :

Formation géologique	Perméabilité
Remblais	$4{,}2.10^{-5}$ m/s
Argile (altération de la craie)	$1{,}0.10^{-6}$ m/s
Paramètres de pompage	
Durée de pompage	30 jours
Niveau piézométrique	+4,0 m NGF
Nombre de pointes/puits périphériques	32

Remarques importantes :

Dans le cas de pointes filtrantes, la hauteur d'extraction (par aspiration) est limitée à 7 m de profondeur. La profondeur du pompage nécessaire étant de 10 m/TN, il sera nécessaire d'étager le dispositif en positionnant les groupes d'aspiration à -3 m/TN et d'utiliser un dispositif de relevage (exemple : pompe de chantier) pour évacuer les eaux pompées.

Dans le cas de puits filtrants, le dispositif de pompage peut être positionné en surface (pompe de surface), ou en profondeur (pompe immergée). L'aspiration étant limitée à 7 m de profondeur, la pompe devra être positionnée à 3 m sous le TN. Les pompes immergées comme celles de surface ne supportent pas un dénoiement des crépines, une régulation du débit et un système de protection manque d'eau sont indispensables.

4.3. Puisards de drainage (scénario 2)

Les modélisations ont été réalisées selon les paramètres fixes suivants :

	Niveau (m NGF)
Terrain naturel	+5,6
Toit de l'aquitard (argile – altération de la craie)	-10,0
Base des puisards de drainage	-1,6

Les différents paramètres entrant dans la modélisation seront détaillés pour la mise à sec de chaque bassin.

Les modélisations réalisées pour la mise à sec des bassins et la réalisation des murets de soutènement tiennent compte de la **perméabilité moyenne** définie lors des précédents essais de pompage : **$4{,}2.10^{-5}$ m/s**, pour un niveau piézométrique de +4,0 m NGF. Le coefficient d'emmagasinement des remblais a été fixé à 15 %.

Formation géologique	Perméabilité
Remblais	$4{,}2.10^{-5}$ m/s
Argile (altération de la craie)	$1{,}0.10^{-6}$ m/s
Paramètres de pompage	
Durée de pompage	15 jours
Niveau piézométrique initial	+4,0 m NGF

Bassin F

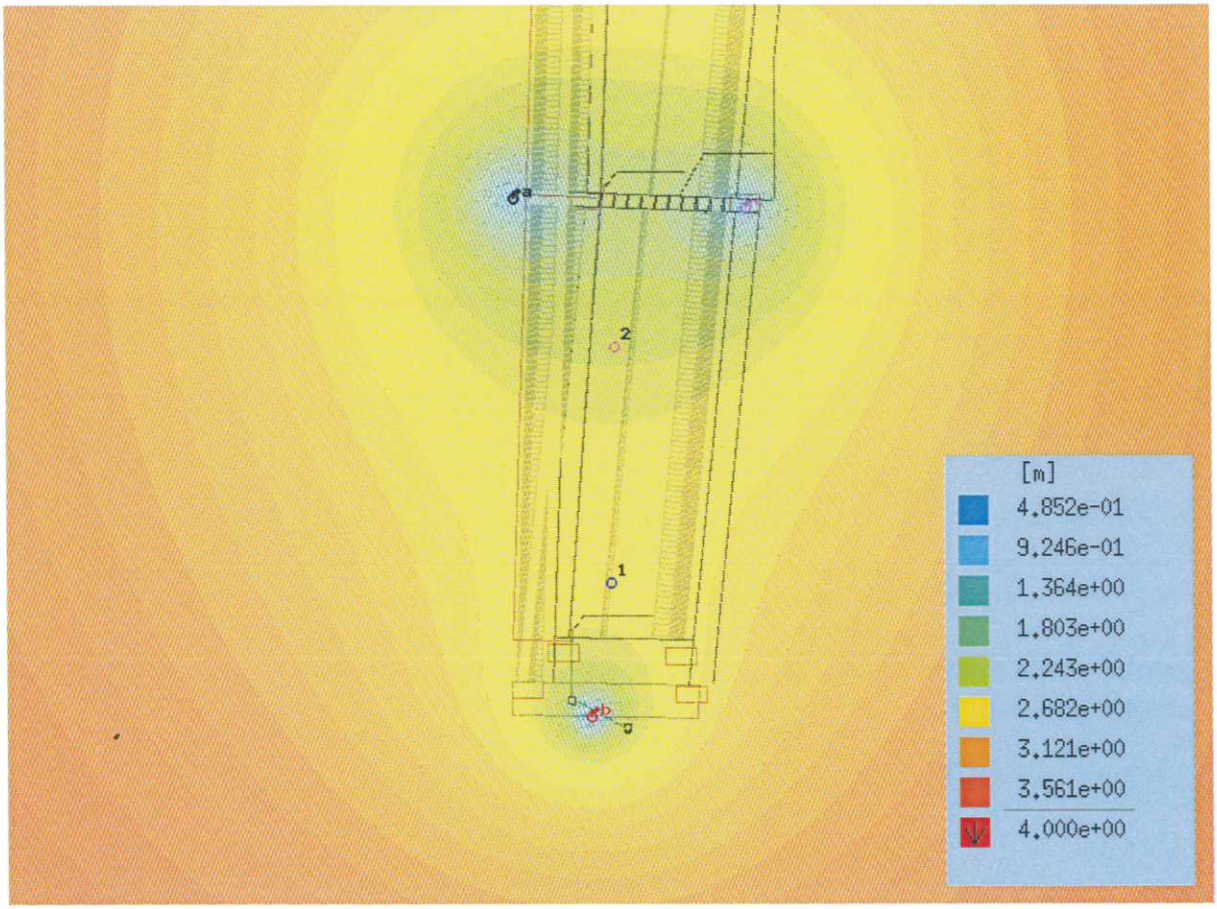


Figure 13 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin F

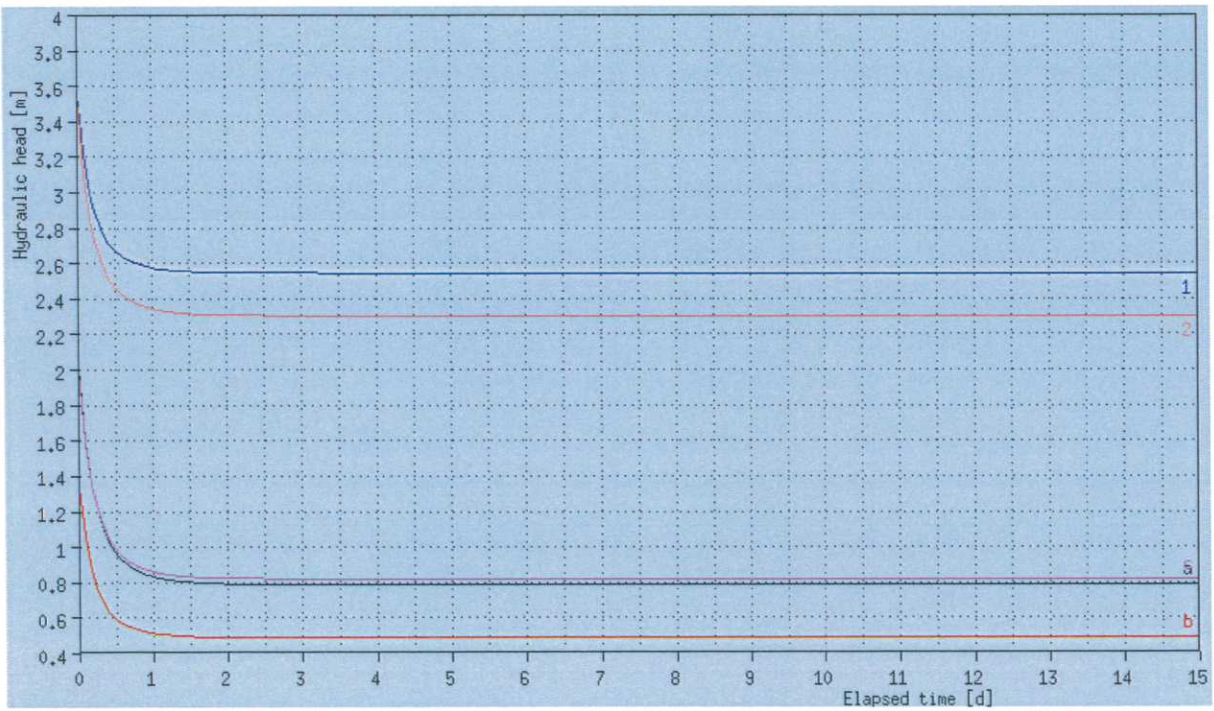


Figure 14 : Rabattement dans les puisards et aux points d'observations – Bassin F

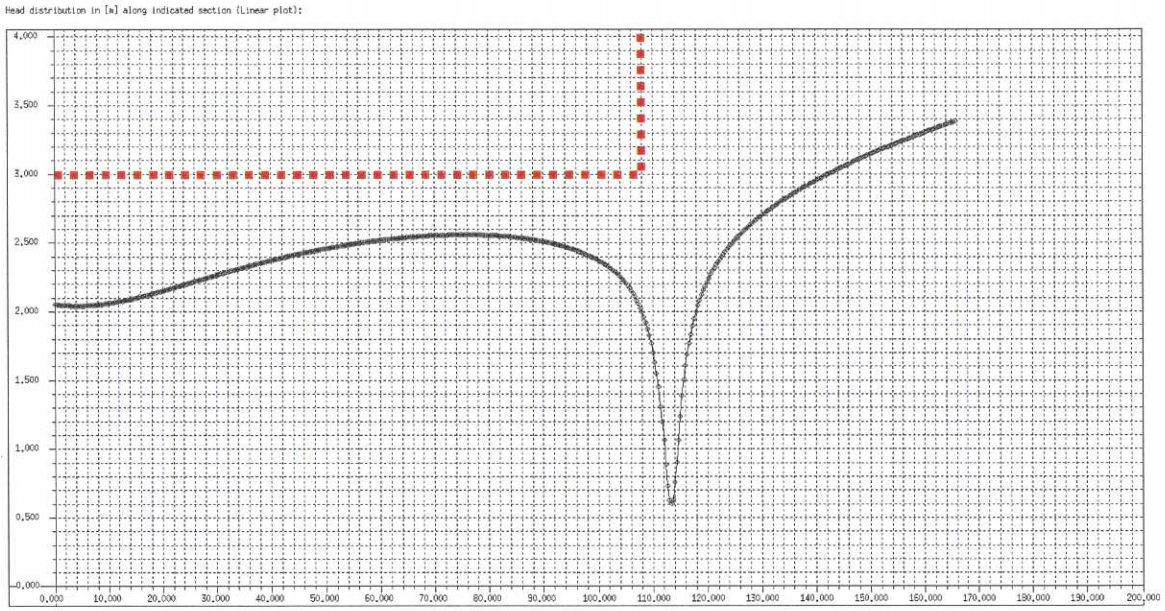


Figure 15 : Coupe piézométrique Nord-Sud – Bassin F

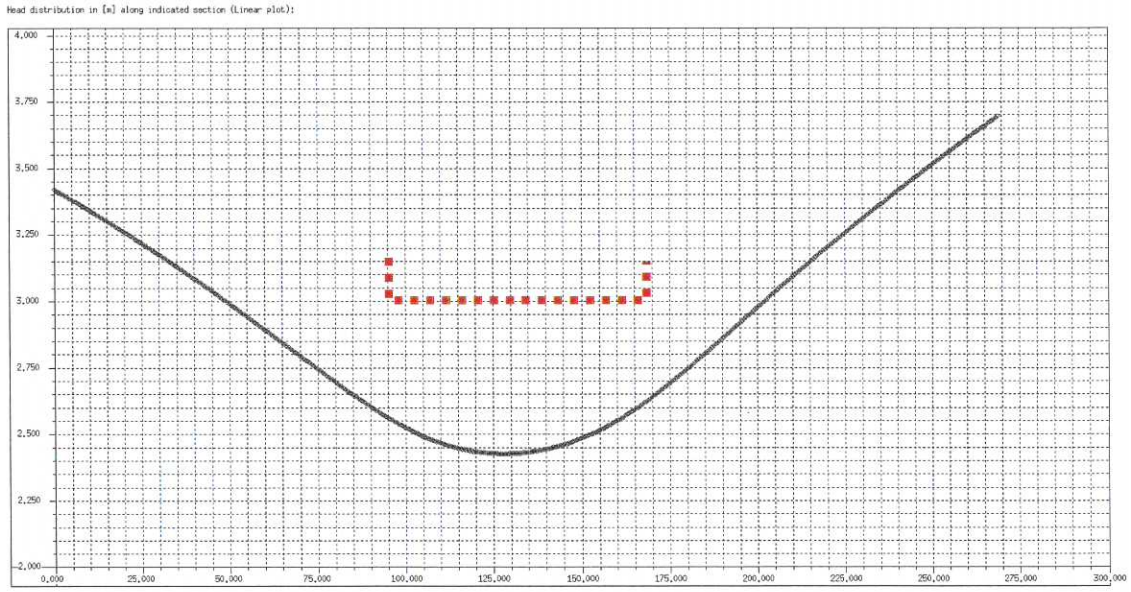


Figure 16 : Coupe piézométrique Ouest-Est – Bassin F

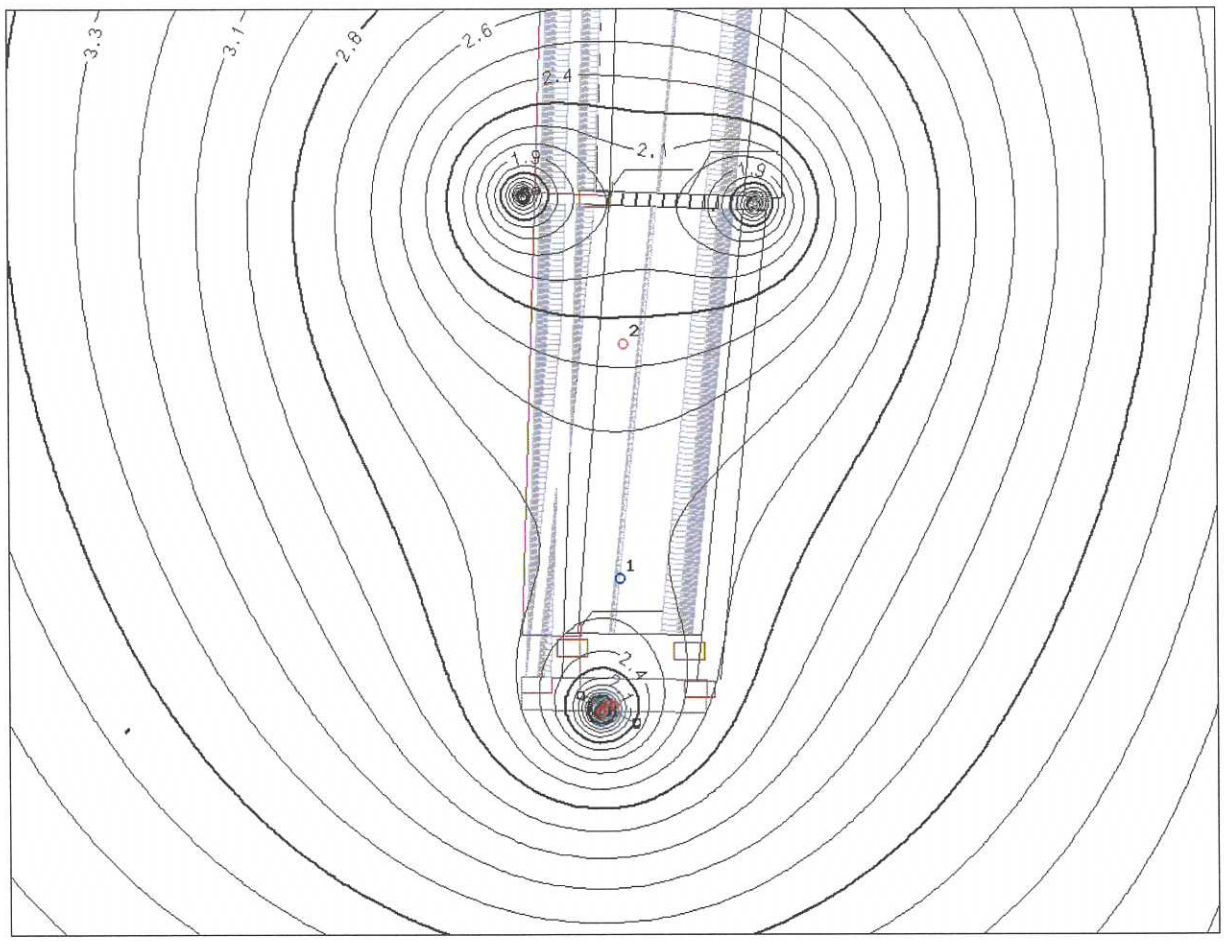


Figure 17 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin F

Puisard de drainage	Cote base	Débit minimal	Débit recommandé
a (commun à G)	-1,6 NGF	3,5 m^3/h	**5 m^3/h**
b	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
c (commun à G)	-1,6 NGF	3,5 m^3/h	**5 m^3/h**

Bassin G

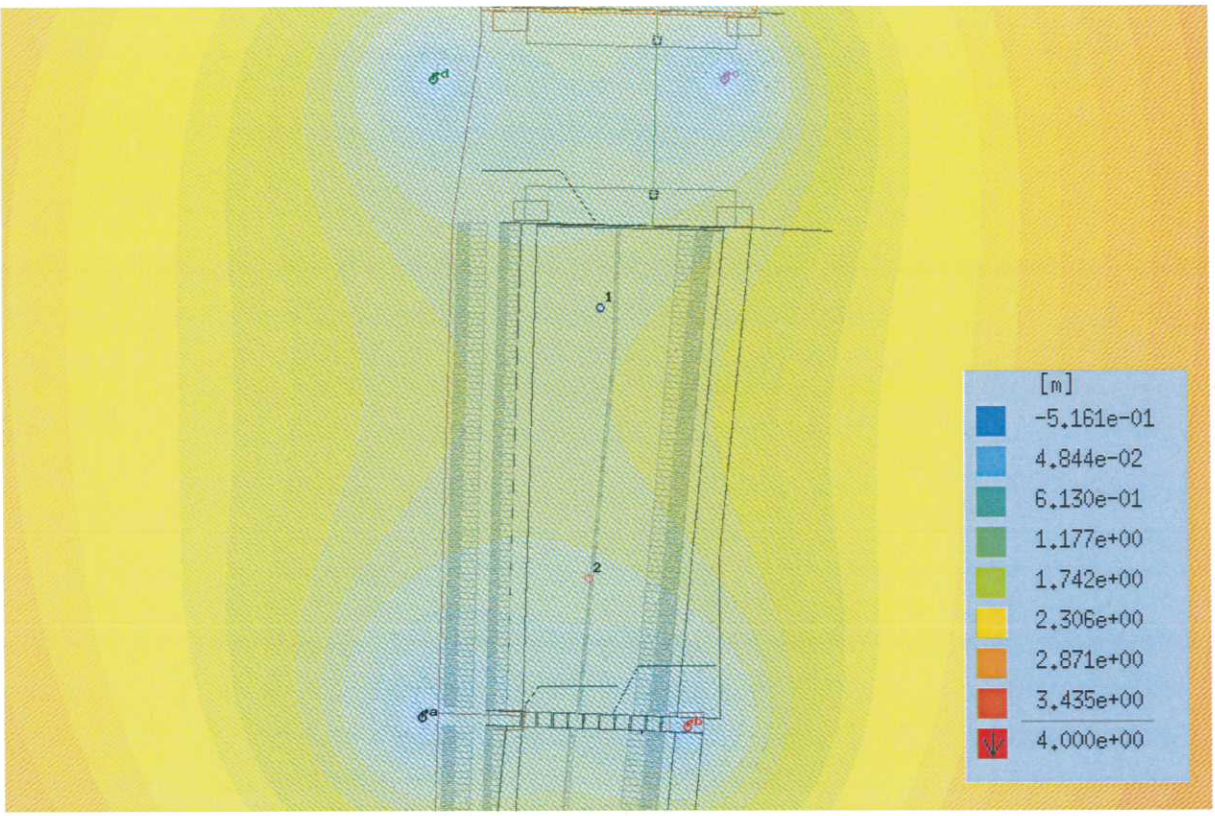


Figure 18 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin G

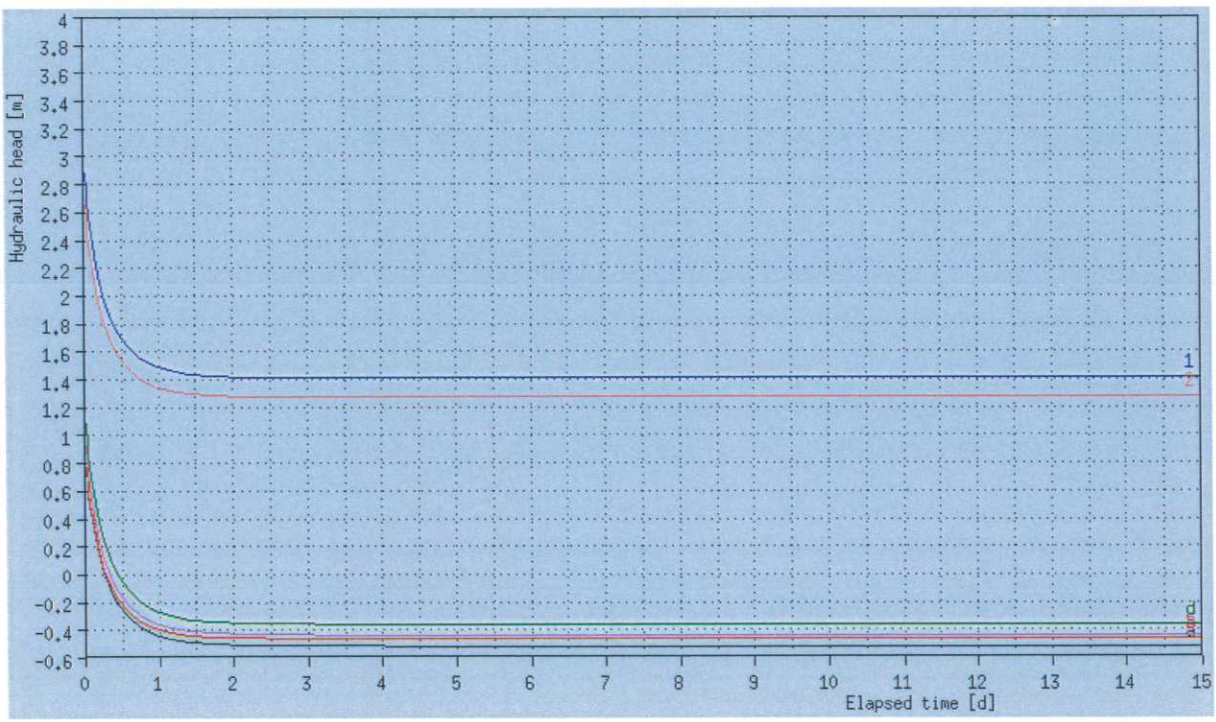


Figure 19 : Rabattement dans les puisards et aux points d'observations – Bassin G

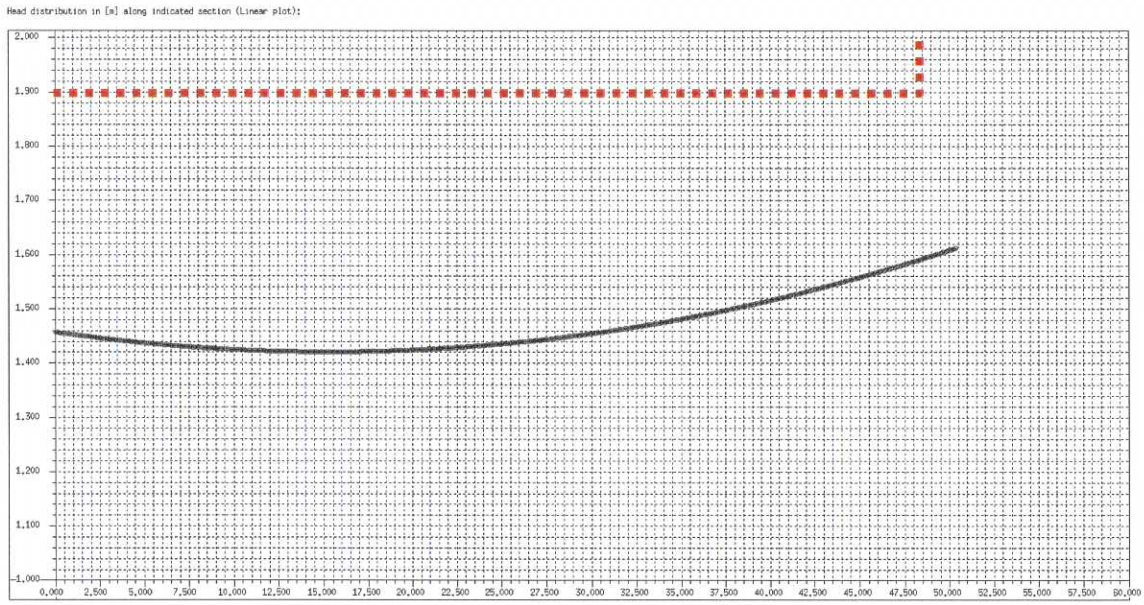


Figure 20 : Coupe piézométrique Nord-Sud – Bassin G

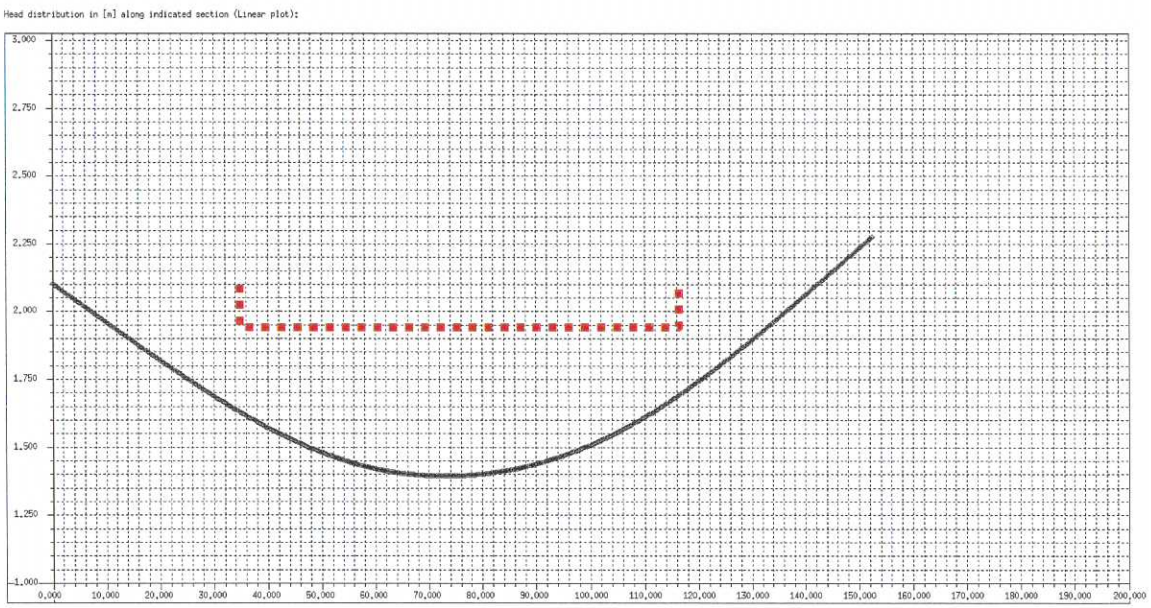


Figure 21 : Coupe piézométrique Ouest-Est – Bassin G

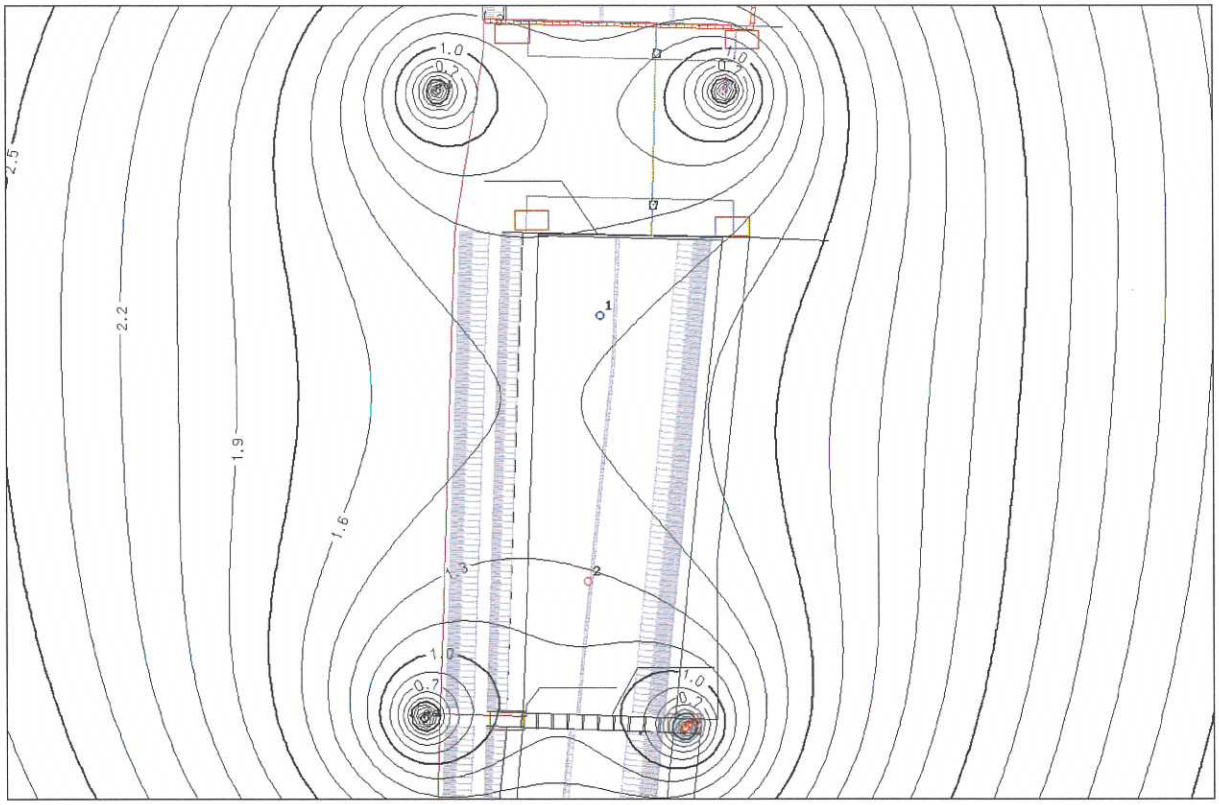


Figure 22 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin G

Puisard de drainage	Cote base	Débit minimal	Débit recommandé
a (commun à F)	-1,6 NGF	4,6 m^3/h	**8 m^3/h**
b (commun à F)	-1,6 NGF	4,6 m^3/h	**8 m^3/h**
c (commun à H)	-1,6 NGF	4,6 m^3/h	**8 m^3/h**
d (commun à H)	-1,6 NGF	4,6 m^3/h	**8 m^3/h**

Bassin H

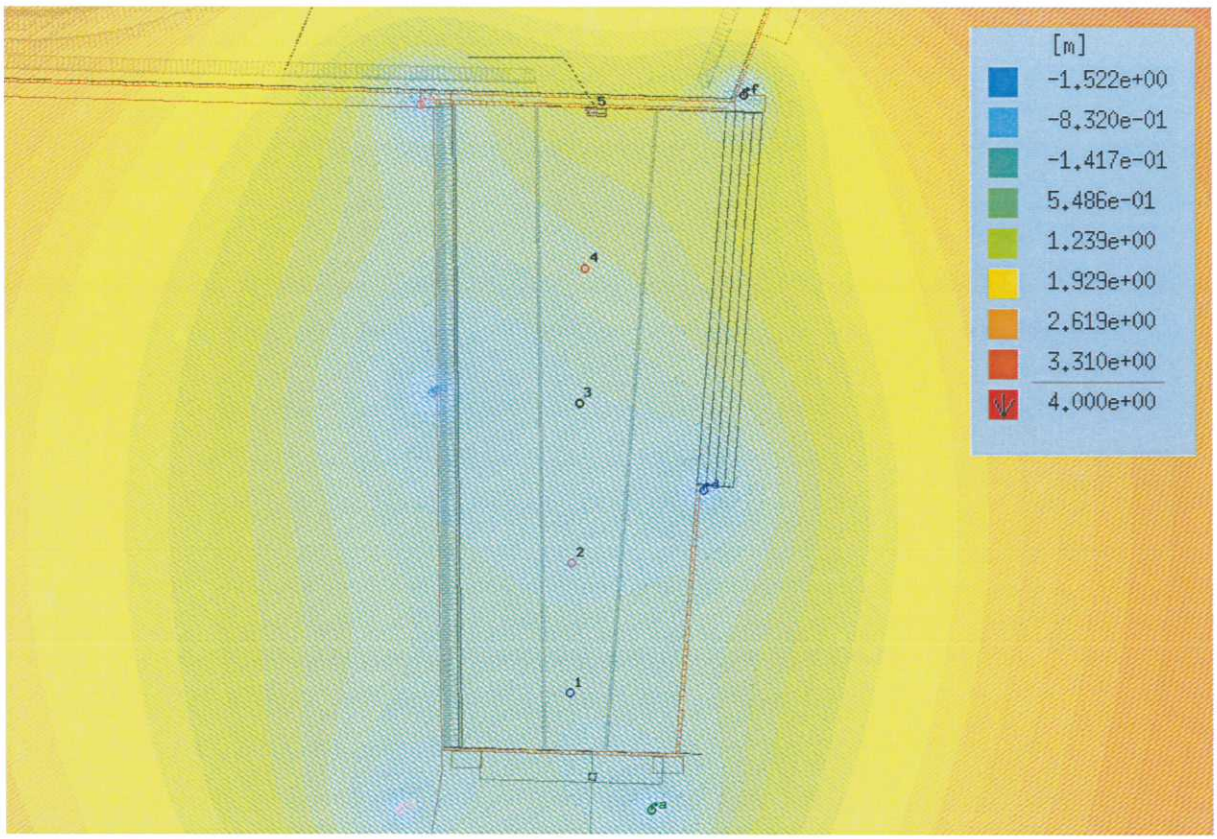


Figure 23 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin H

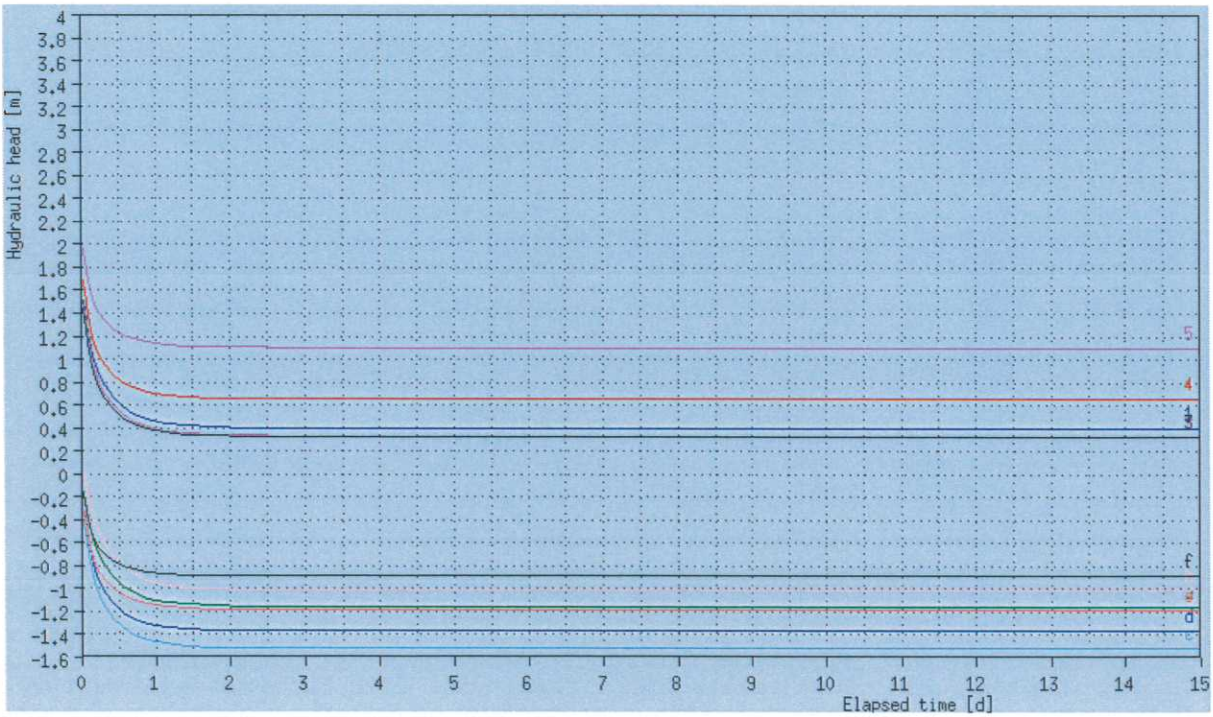


Figure 24 : Rabattement dans les puisards et aux points d'observations – Bassin H

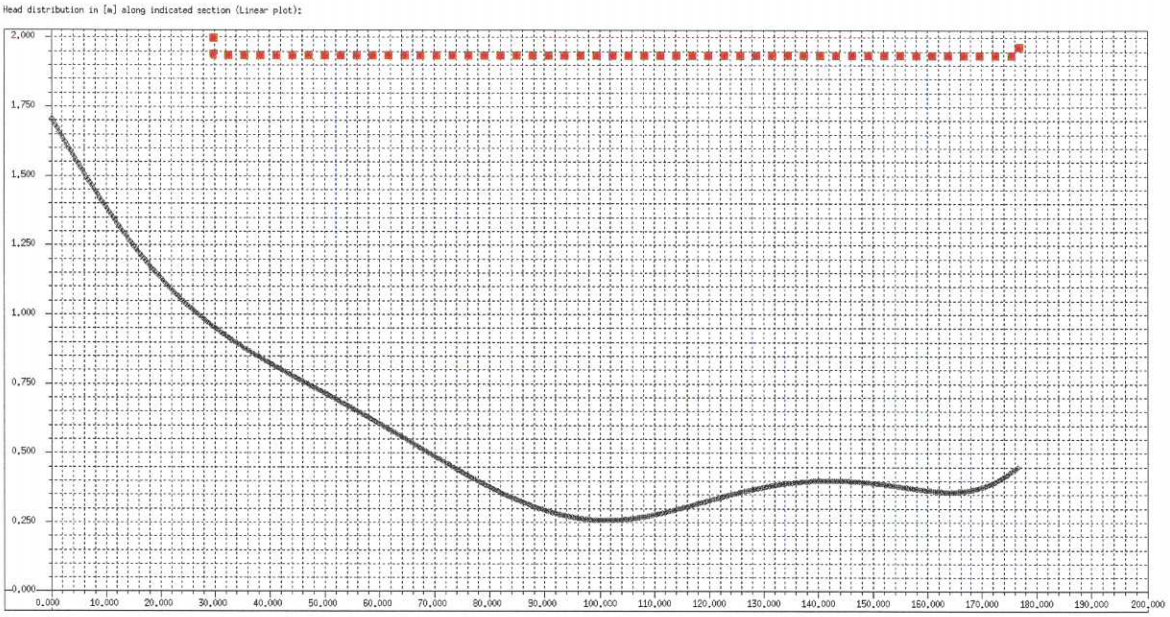


Figure 25 : Coupe piézométrique Nord-Sud – Bassin H

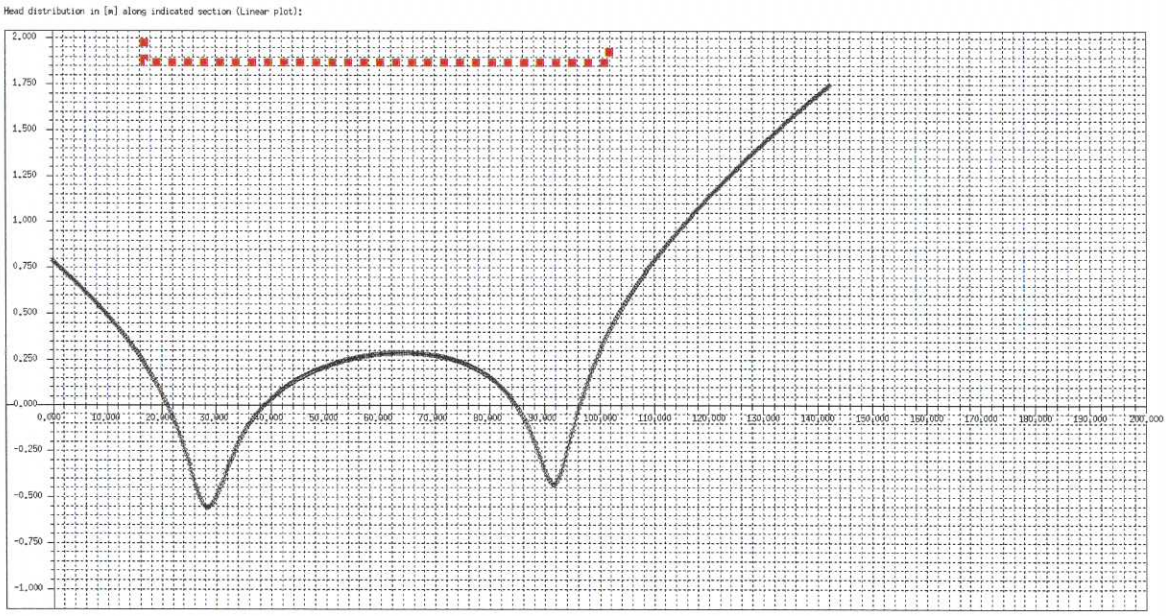


Figure 26 : Coupe piézométrique Ouest-Est – Bassin H

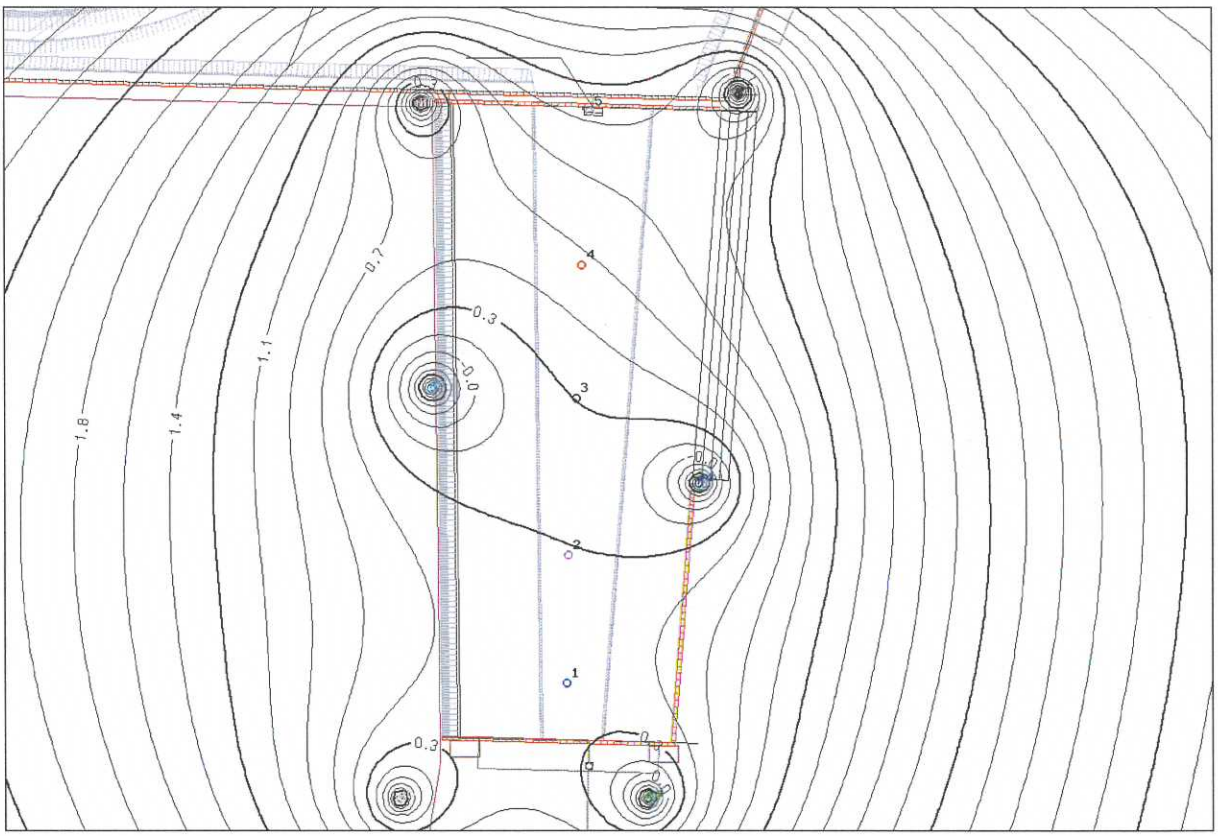


Figure 27 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin H

Puisard de drainage	Cote base	Débit minimal	Débit recommandé
a (commun à G)	-1,6 NGF	5,0 m^3/h	**8 m^3/h**
b (commun à G)	-1,6 NGF	5,0 m^3/h	**8 m^3/h**
c	-1,6 NGF	4,2 m^3/h	**8 m^3/h**
d	-1,6 NGF	4,2 m^3/h	**8 m^3/h**
e	-1,6 NGF	5,2 m^3/h	**8 m^3/h**
f	-1,6 NGF	5,2 m^3/h	**8 m^3/h**

Bassin I

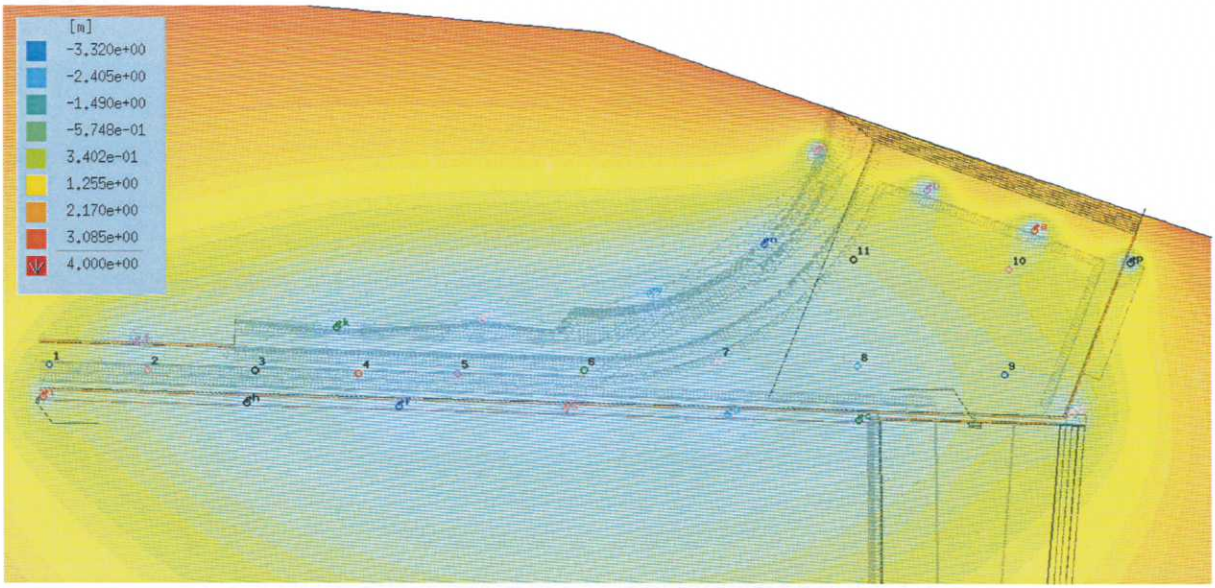


Figure 28 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin I

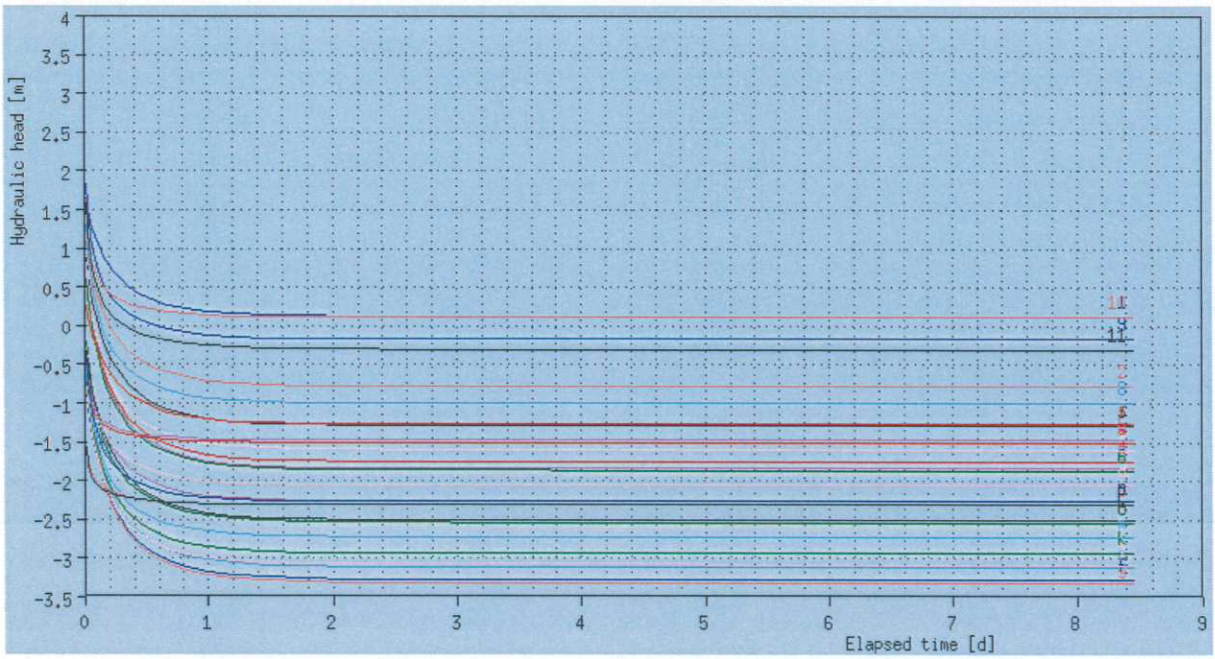


Figure 29 : Rabattement dans les puisards et aux points d'observations – Bassin I

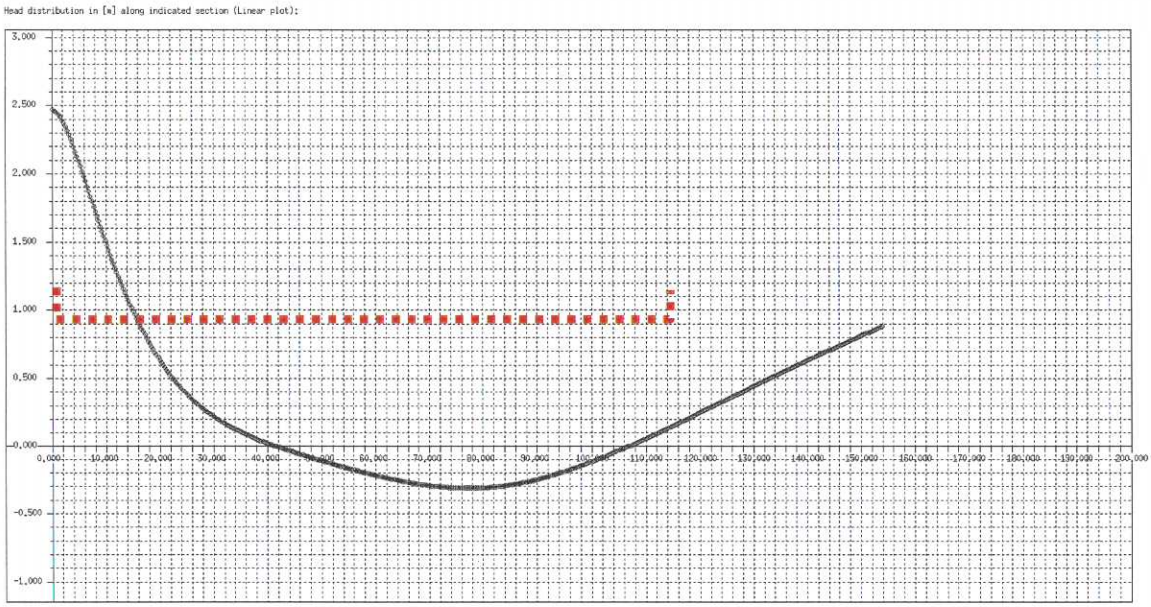


Figure 30 : Coupe piézométrique Nord-Sud – Bassin I

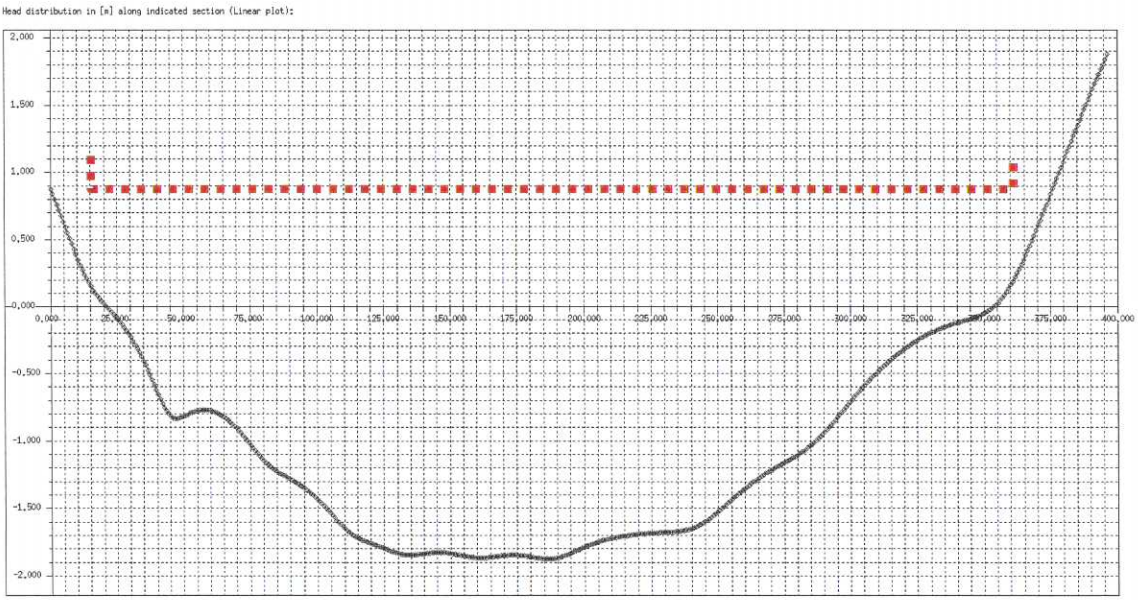


Figure 31 : Coupe piézométrique Ouest-Est – Bassin I

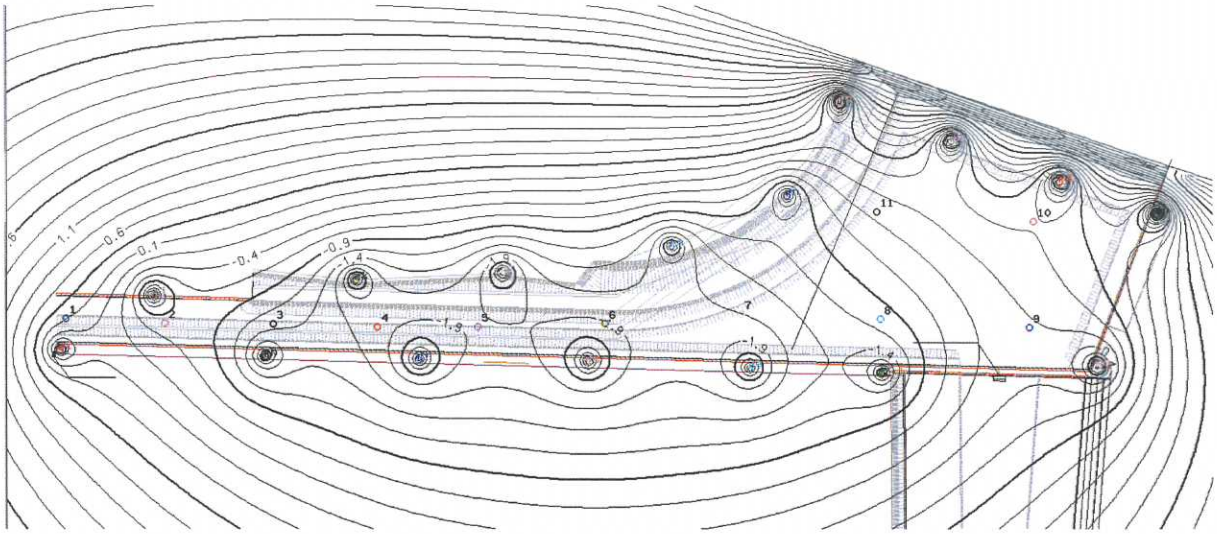
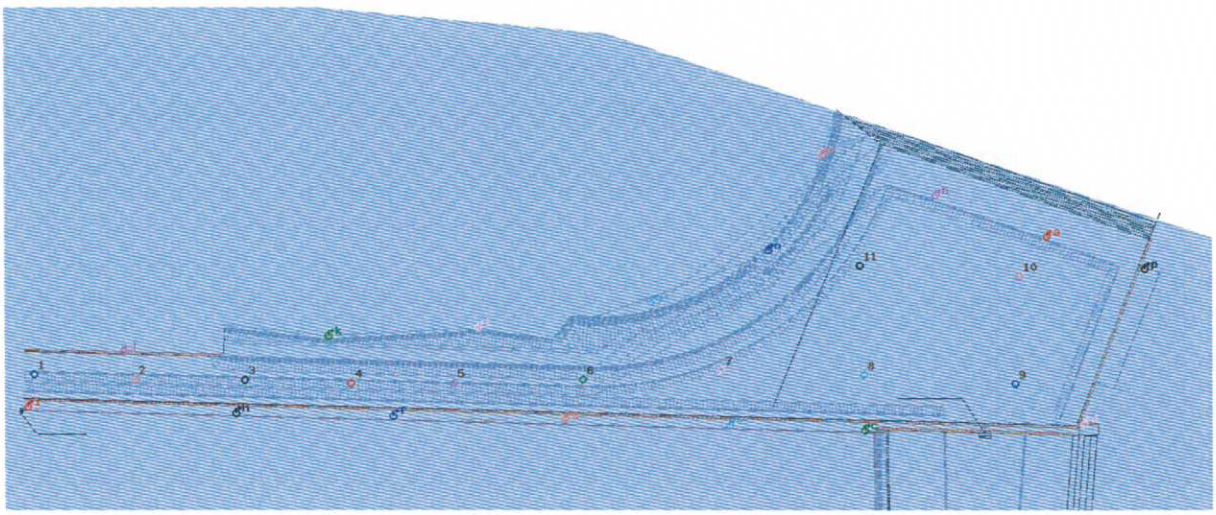


Figure 32 : Carte piézométrique de la modélisation hydrogéologique par puisards – Bassin I



A- Pour un rabattement sur l'ensemble de la surface du bassin

En considérant un milieu homogène, le rabattement en partie nord-est du bassin I, le long de la Seine, ne pourra en aucun cas être suffisant en n'utilisant que le pompage.

Un batardeau sera indispensable. La structure en place pourrait être suffisante pour jouer ce rôle sous réserve que sa perméabilité soit inférieure à 10-7 m/s. Dans le cas contraire, un ouvrage spécifique devra être nécessaire. Ce dernier devra être descendu à une cote de +0.9 m NGF minimum.

Le récapitulatif des ouvrages d'exhaure à mettre en place figure dans le tableau ci-après.

16 puisards de drainage, avec 6 x 5 m^3/h, 6 x 8 m^3/h, 4 x 15 m^3/h.

Puisard de drainage	Cote base	Débit minimal	Débit recommandé
a	-1,6 NGF	10,4 m^3/h	**15 m^3/h**
b	-1,6 NGF	10,4 m^3/h	**15 m^3/h**
c (commun à H)	-1,6 NGF	5,0 m^3/h	**8 m^3/h**
d (commun à H)	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
e	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
f	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
g	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
h	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
i	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
j	-1,6 NGF	4,6 m^3/h	**8 m^3/h**
k	-1,6 NGF	4,2 m^3/h	**8 m^3/h**
l	-1,6 NGF	4,2 m^3/h	**8 m^3/h**
m	-1,6 NGF	4,2 m^3/h	**8 m^3/h**
n	-1,6 NGF	4,2 m^3/h	**8 m^3/h**
o	-1,6 NGF	10,4 m^3/h	**15 m^3/h**
p	-1,6 NGF	10,4 m^3/h	**15 m^3/h**

B – Pour un rabattement au droit des murets seulement (bordures Sud, Est et ouest)

Le rabattement en partie Nord-est du bassin I, le long de la Seine, pourra être réalisé par pompage seulement.

Le récapitulatif des ouvrages d'exhaure à mettre en place figure dans le tableau ci-après.

9 puisards de drainage, avec 6 x 5 m^3/h, 2 x 8 m^3/h, 1 x 15 m^3/h.

Puisard de drainage	Cote base	Débit minimal	Débit recommandé
c (commun à H)	-1,6 NGF	5,0 m^3/h	**8 m^3/h**
d (commun à H)	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
e	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
f	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
g	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
h	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
i	-1,6 NGF	3,8 m^3/h	**5 m^3/h**
j	-1,6 NGF	4,6 m^3/h	**8 m^3/h**
p	-1,6 NGF	10,4 m^3/h	**15 m^3/h**

Mise en œuvre des puisards de drainage

Les puisards de drainage seront formés de buses de diamètre 800 mm minimum percées sur toute la hauteur. Ces dernières seront entourées d'un massif filtrant de 75 cm d'épaisseur constitué de graviers grossiers. Si les travaux devaient durer plus de 2 semaines, il conviendra d'envelopper les buses et le massif granulaire d'un géotextile perméable.

Les puisards seront équipés de pompe à boues (pompes de chantier) à refoulement rigide jusqu'à la surface.

4.4. Evacuation des eaux

Les eaux d'exhaure seront redirigées vers la Seine ou un réseau EP, ce qui nécessitera une **autorisation du gestionnaire.**

Pour un prélèvement inférieur à 200 000 m^3/an, il conviendra d'effectuer une **déclaration** au titre du Code de l'Environnement.

5. Conclusions

5.1. Scénario 1 : Pointes / Puits filtrants

Bassin	Nbr de pointes / puits filtrants nécessaire	Cote Base pointes / puits filtrants (NGF)	Débit d'exhaure calculé (m^3/h)
F	17	-4.6 / -10	17
G			
H	16		16
I (ensemble du bassin)	32		64
I (uniquement muret)	19		19

Le nombre total de pointes / puits filtrants est de 52 ou 65 (en fonction des travaux sur le bassin I).

Contraintes du dispositif

Dans le cas de pointes filtrantes, la hauteur d'extraction (par aspiration) est limitée à 7 m de profondeur. La profondeur du pompage nécessaire étant de 10 m/TN, il sera nécessaire d'étager le dispositif en positionnant les groupes d'aspiration à -3 m/TN et d'utiliser un dispositif de relevage (exemple : pompe de chantier) pour évacuer les eaux pompées.
Dans le cas de puits filtrants, le dispositif de pompage peut être positionné en surface (pompe de surface) ou en profondeur (pompe immergée). L'aspiration étant limitée à 7 m de profondeur, la pompe devra être positionnée à 3 m sous le TN. Les pompes immergées comme celles de surface, ne supportent pas un dénoiement des crépines, une régulation du débit et un système de protection manque d'eau sont indispensables.

Risque particulier

Les constituants du sous-sol étant très fins (sables très fins), un pompage prolongé risque de créer des cavités localisées autour des ouvrages de rabattement et éventuellement des affaissements.

Aléa résiduel

Les pré-dimensionnements présentés dans ce rapport sont basés sur des mesures de perméabilité en plusieurs points du site. Cependant, les formations en place hétérogènes et la présence d'ouvrages enterrés pourraient modifier localement les conditions d'écoulement de l'eau souterraine.

Méthodologie

La technique de pointes / puits filtrantes permettra un assec réparti sur l'ensemble de la surface du bassin.
Pour un assec localisé, dans le cas de travaux par tranche, il serait envisageable de définir pour chaque tranche précise, les ouvrages à actionner.

5.2. Scénario 2 : Puisards de drainage

Bassin	Nbr de puisards nécessaire	Cote Base pointes / puits filtrants (NGF)	Débit d'exhaure calculé (m^3/h)
F	3 (2 communs avec bassin G)	-1.6	11
G	4 (2 communs avec bassin G et 2 communs avec bassin H)		18
H	6 (2 communs avec bassin G et 2 communs avec bassin I)		29
I (ensemble du bassin)	16 (2 communs avec bassin G)		91
I (uniquement muret)	9 (2 communs avec bassin G)		43

Le nombre total de puisard de drainage est de 14 ou 21 (en fonction des travaux sur le bassin I).

Contraintes du dispositif

Les puisards de drainage seront formés de buses de diamètre 800 mm minimum percées sur toute la hauteur. Ces dernières seront entourées d'un massif filtrant de 75 cm d'épaisseur constitué de gravier grossier. Si les travaux devraient durer plis de 2 semaines, il conviendra d'envelopper les buses et le massif filtrant d'un géotextile perméable et anticontaminant.
Les puisards seront équipés de pompe à boues (pompes de chantier) à refoulement rigide jusqu'à la surface.

Risque particulier

Les constituants du sous-sol étant très fins (sables très fins), un pompage prolongé risque de créer des cavités localisées autour des ouvrages de rabattement et éventuellement des affaissements.

Aléa résiduel

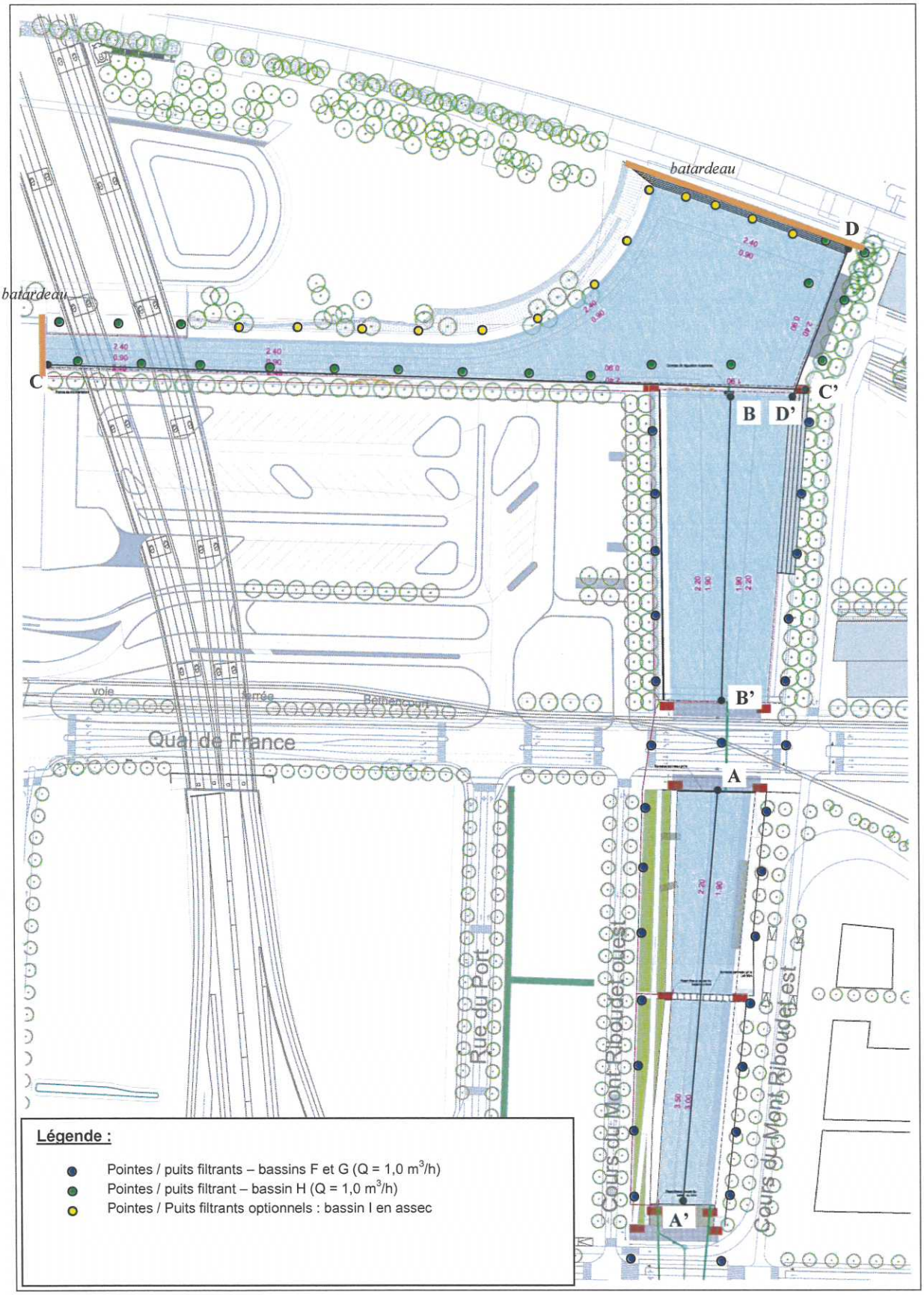
Les pré-dimensionnements présentés dans ce rapport sont basés sur des mesures de perméabilité en plusieurs points du site. Cependant, les formations en place hétérogènes et la présence d'ouvrages enterrés pourraient modifier localement les conditions d'écoulement de l'eau souterraine.

Méthodologie

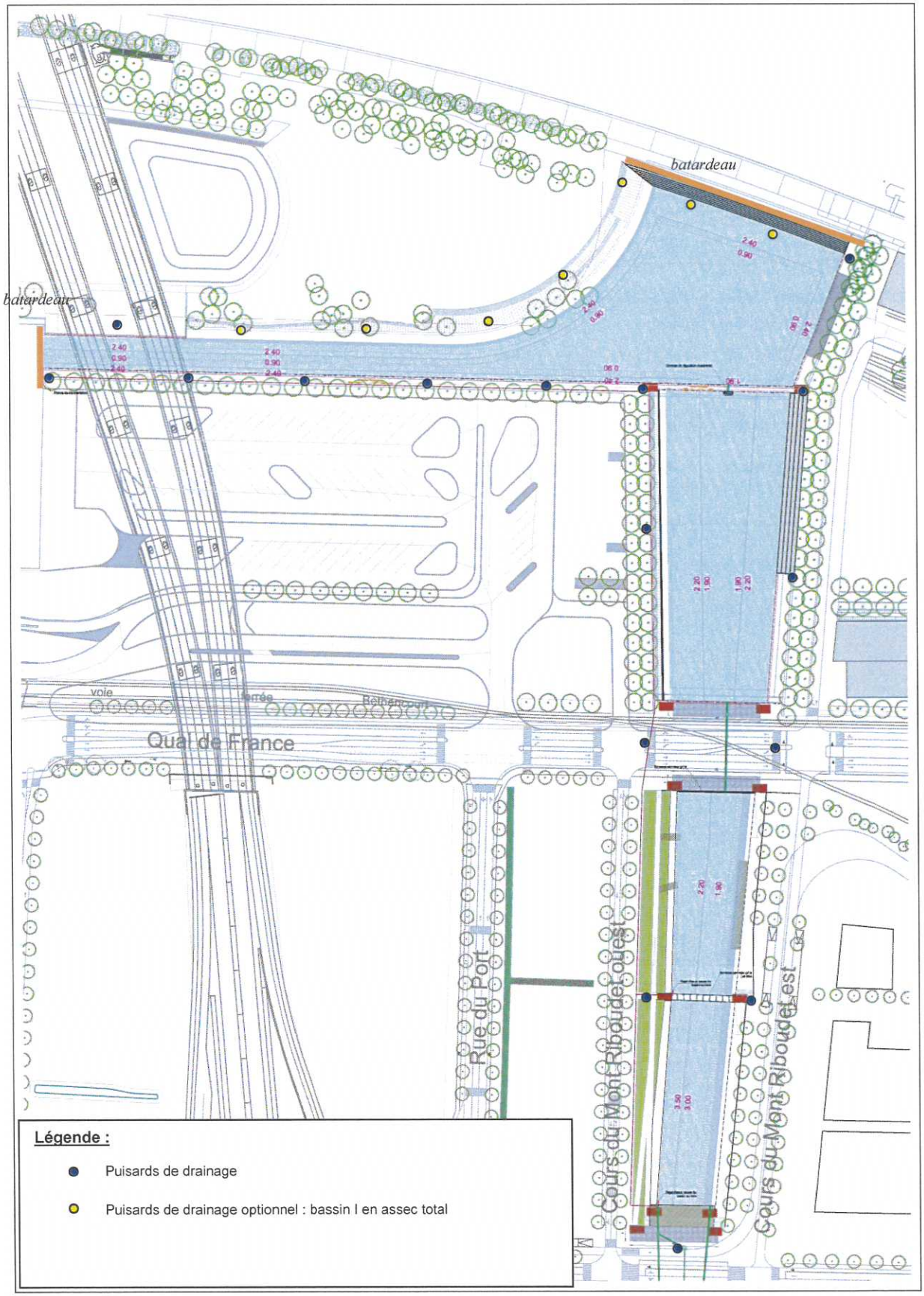
La technique de puisards de drainage permettra un assec réparti sur l'ensemble de la surface du bassin.
Pour un assec localisé, dans le cas de travaux par tranche, il serait envisageable de définir pour chaque tranche précise, les ouvrages à actionner.

Annexes

Annexe 1 : Scénario 1 - Localisation des Pointes / Puits filtrants


batardeau
batardeau
D
C
C'
B
D'
B'
A
A'
voie
ferrée
Bethencourt
Quai de France
Rue du Port
Cours du Mont Riboudet ouest
Cours du Mont Riboudet est
Légende :
Pointes / puits filtrants – bassins F et G (Q = 1,0 m³/h)
Pointes / puits filtrant – bassin H (Q = 1,0 m³/h)
Pointes / Puits filtrants optionnels : bassin I en assec

Annexe 2 : Scénario 2 - Localisation des Puisards de drainage


batardeau
batardeau
voie
ferrée
Quai de France
Rue du Port
Cours du Mont Riboudet ouest
Cours du Mont Riboudet est
Légende :
Puisards de drainage
Puisards de drainage optionnel : bassin I en assec total

Annexe 4-2 :
Suivis piézométriques de la nappe

Abrotec	PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN SITU
CLIENT : SPLA CREA AMENAGEMENT	DOSSIER : RN12-0034
Chantier : Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert ROUEN (76)	

0 20 40 60 80 100m

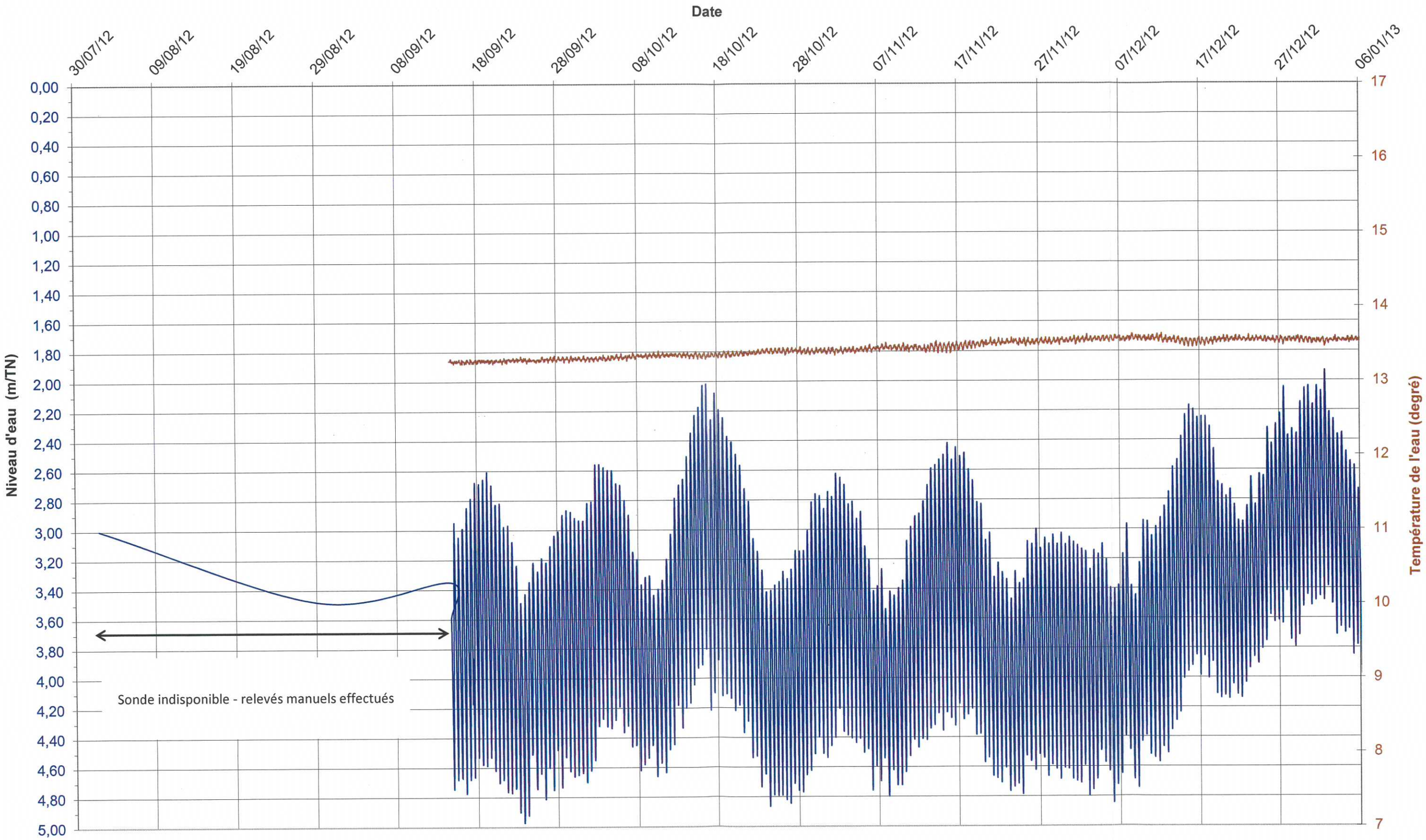
20m

PZ1 PL4 SP2 SC2 SD1
PM1 PL2 SP1 SC1
PL1 PL3
PM2 PM3 PL5 SV3
PL6 SC3 SP3 PM5
SV2
PL7 PM4 SV4
SV1
SP4
SP8 PM12 SP5 SC6 PL8 PZ2 PM6 EPL3 PL11 EPL4
SD2 PL10
SC5 SP6
PL9 EPL2 SC4 PZ3
PM11 EPL1 SP9 PZ4
SD4

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux bois) - 1/11

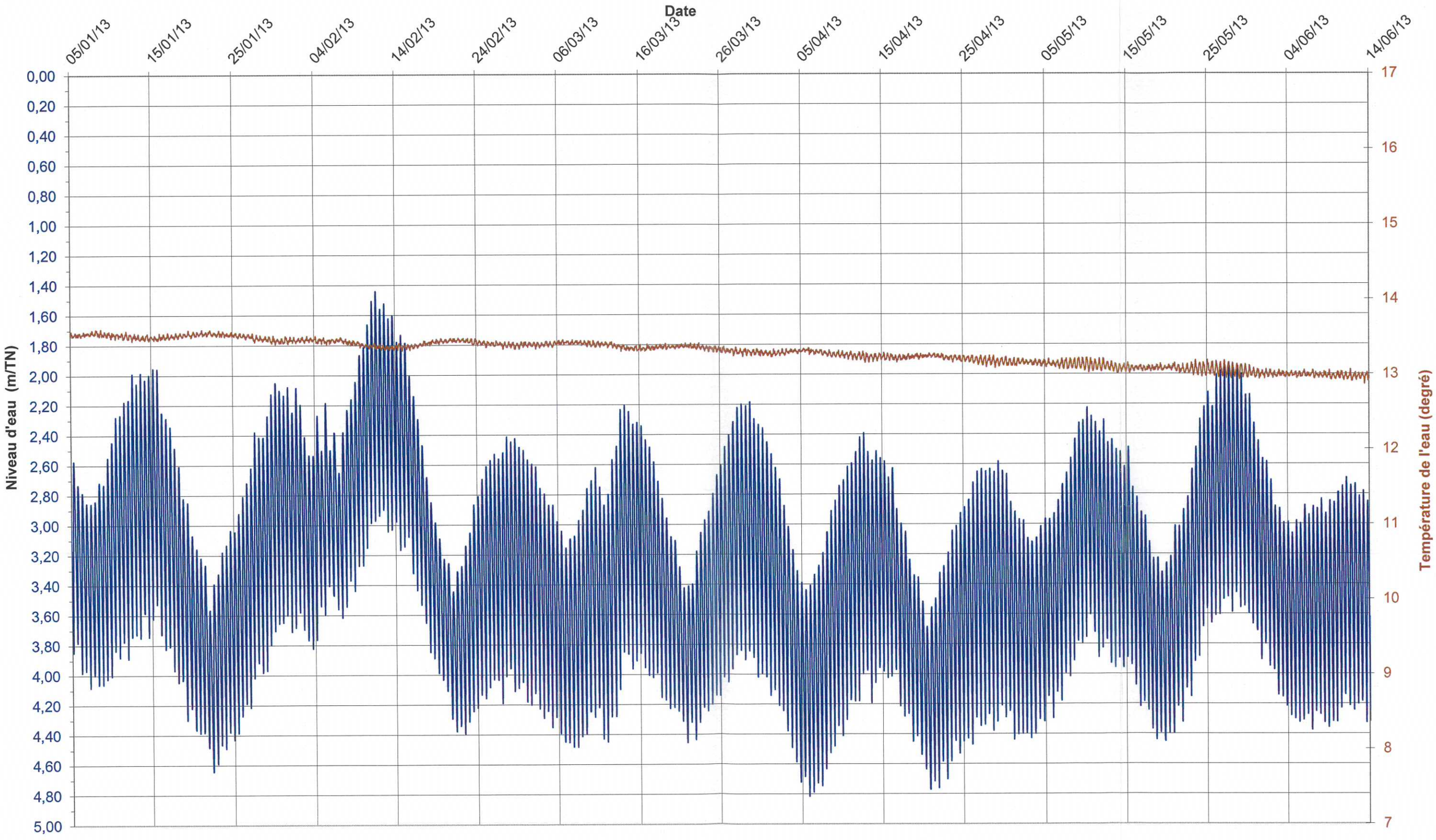
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 02/08/12 au 06/01/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux bois) - 2/11

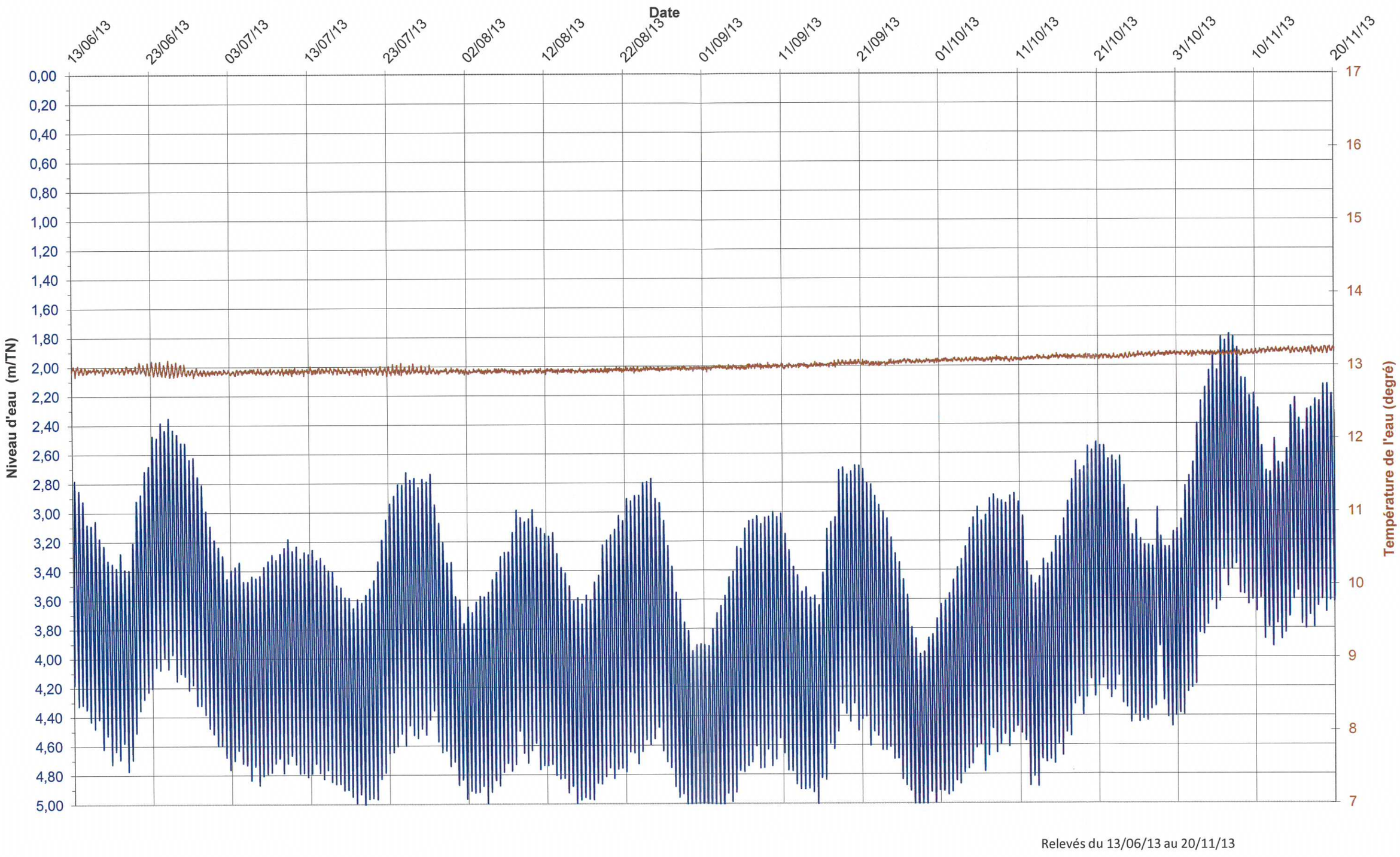
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 05/01/13 au 14/06/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux bois) - 3/11

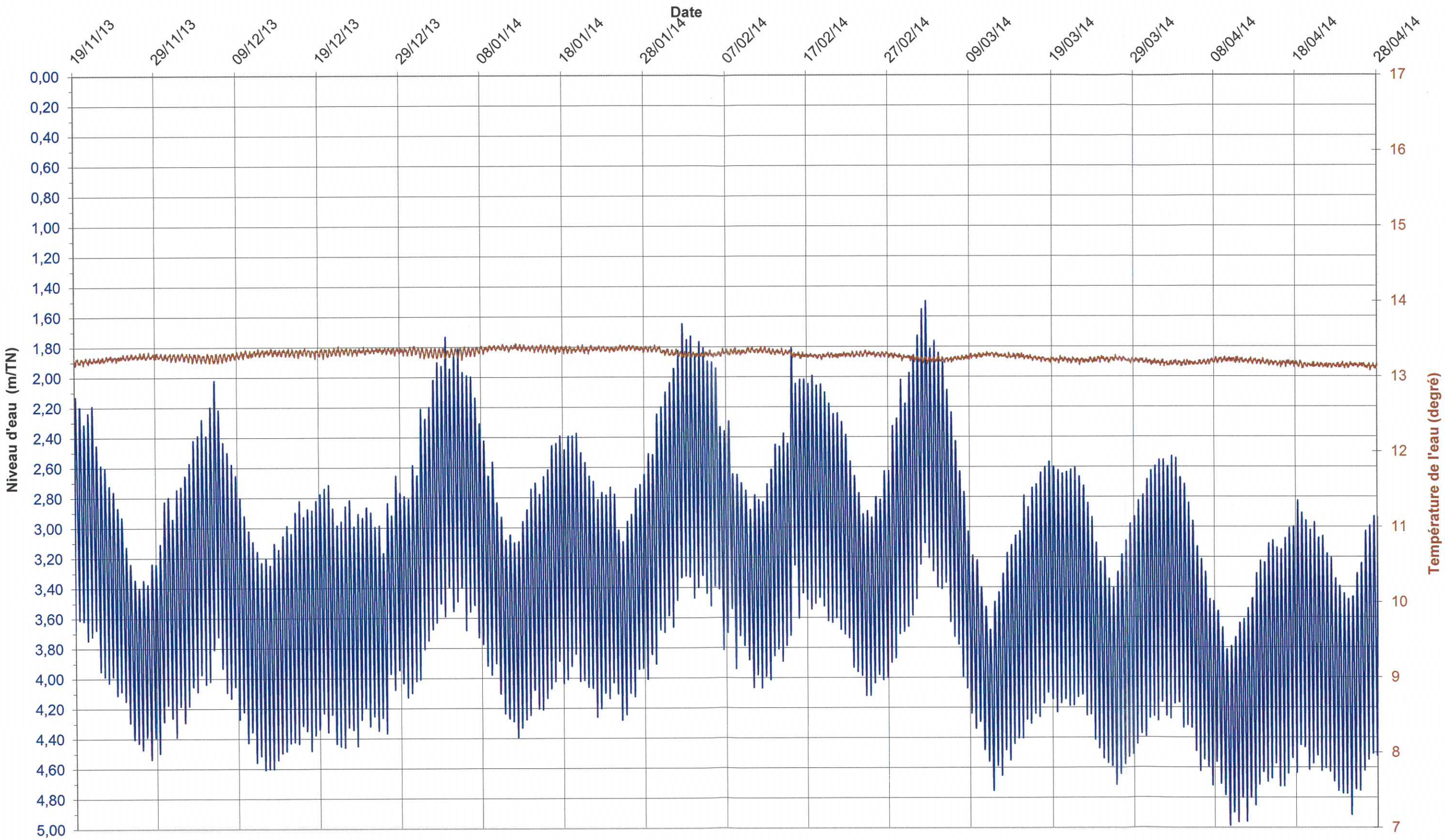
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 13/06/13 au 20/11/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux bois) - 4/11

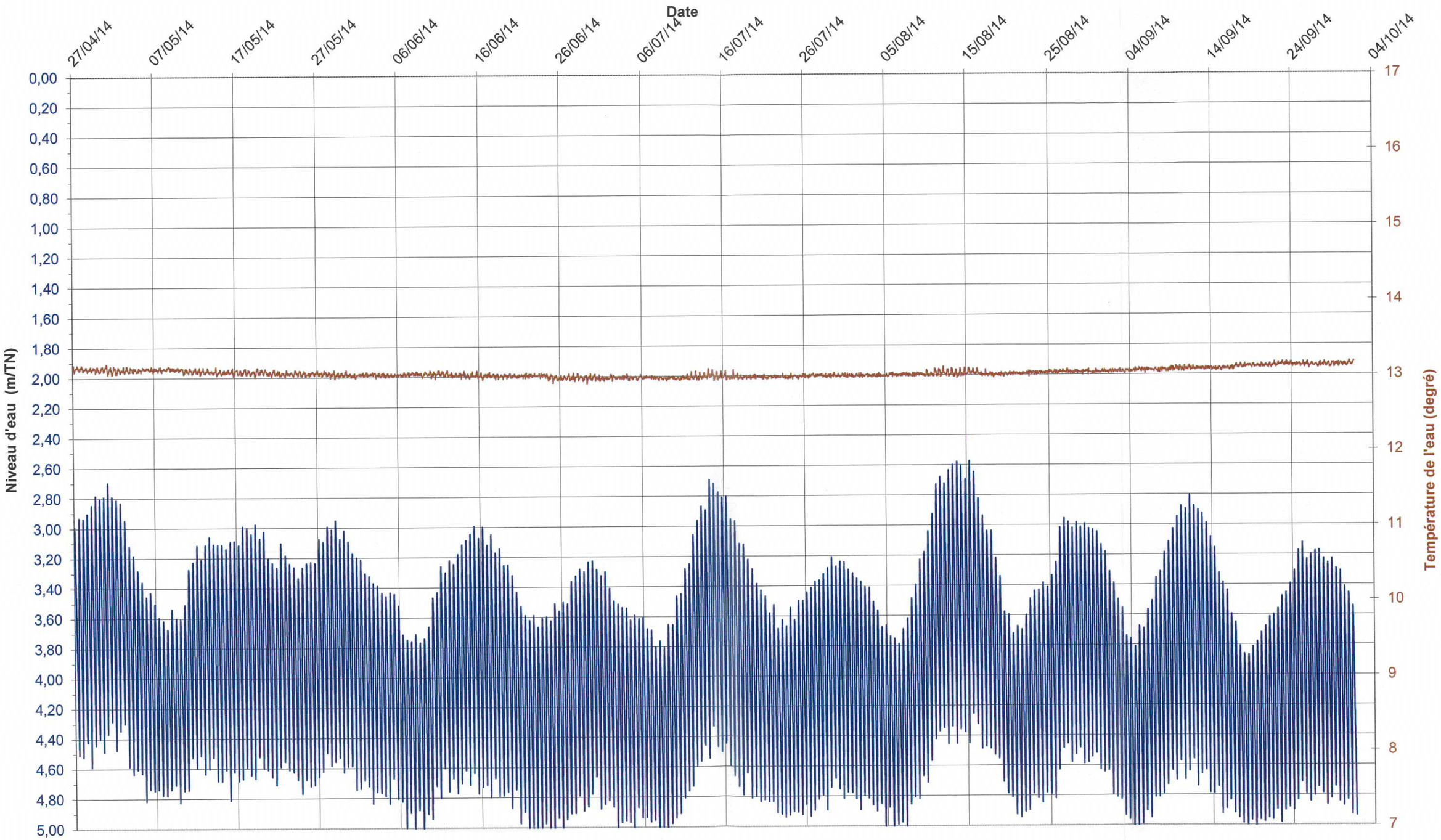
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 19/11/13 au 28/04/14

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux bois) - 5/11

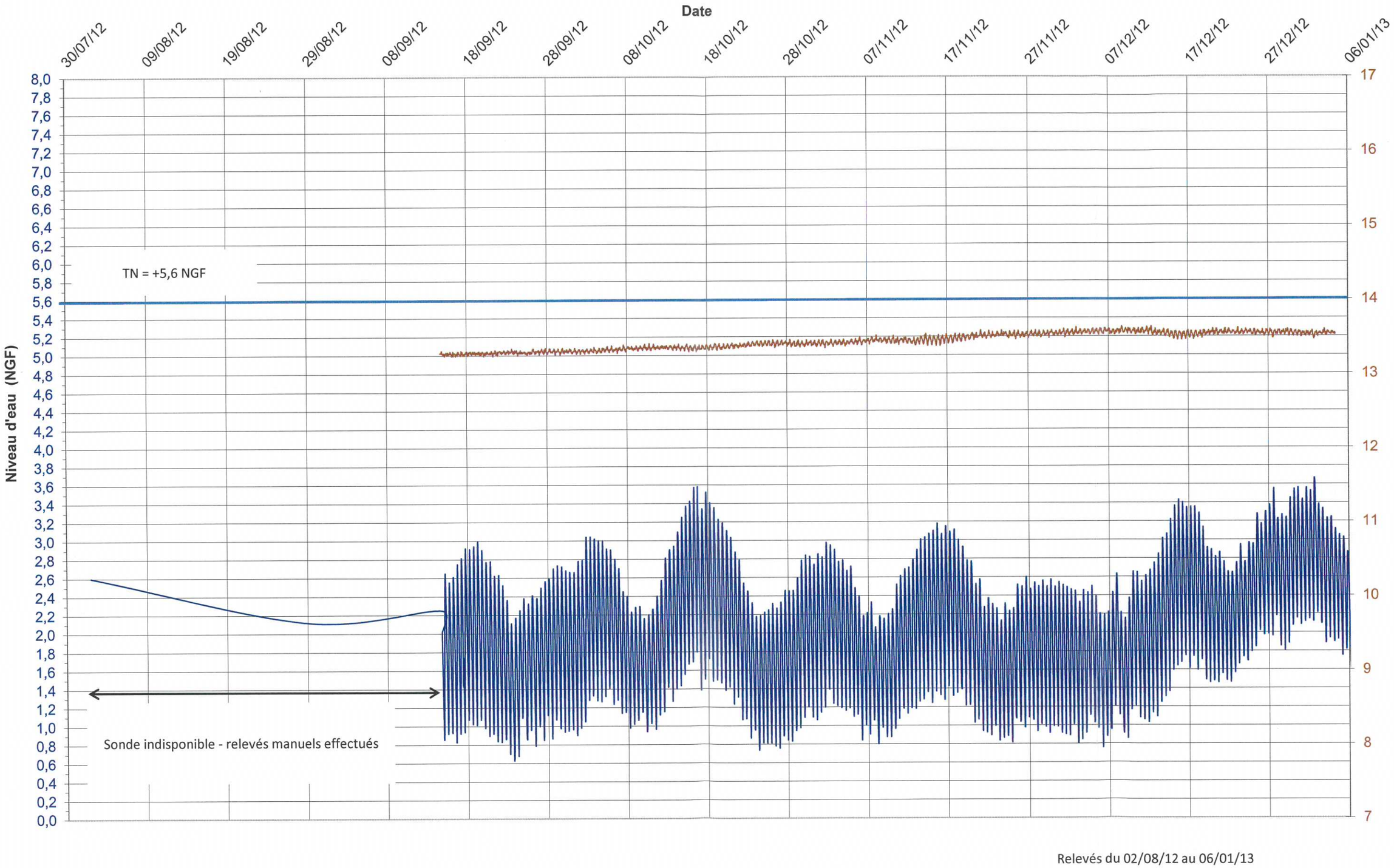
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 27/04/14 au 01/10/14

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux Bois) - 6/11

Niveau d'eau en NGF fonction du temps

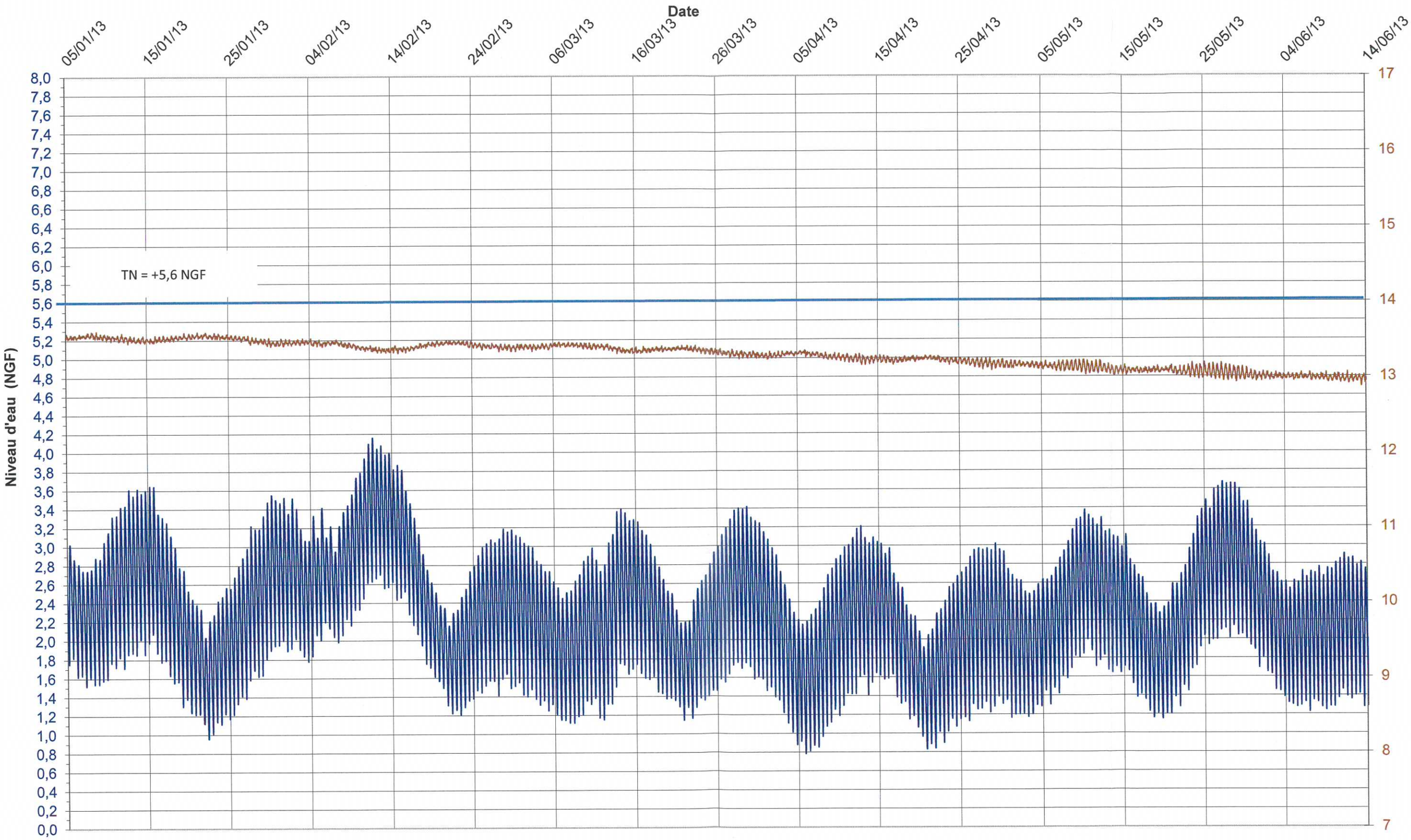


Relevés du 02/08/12 au 06/01/13

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux Bois) - 7/11

Niveau d'eau en NGF fonction du temps

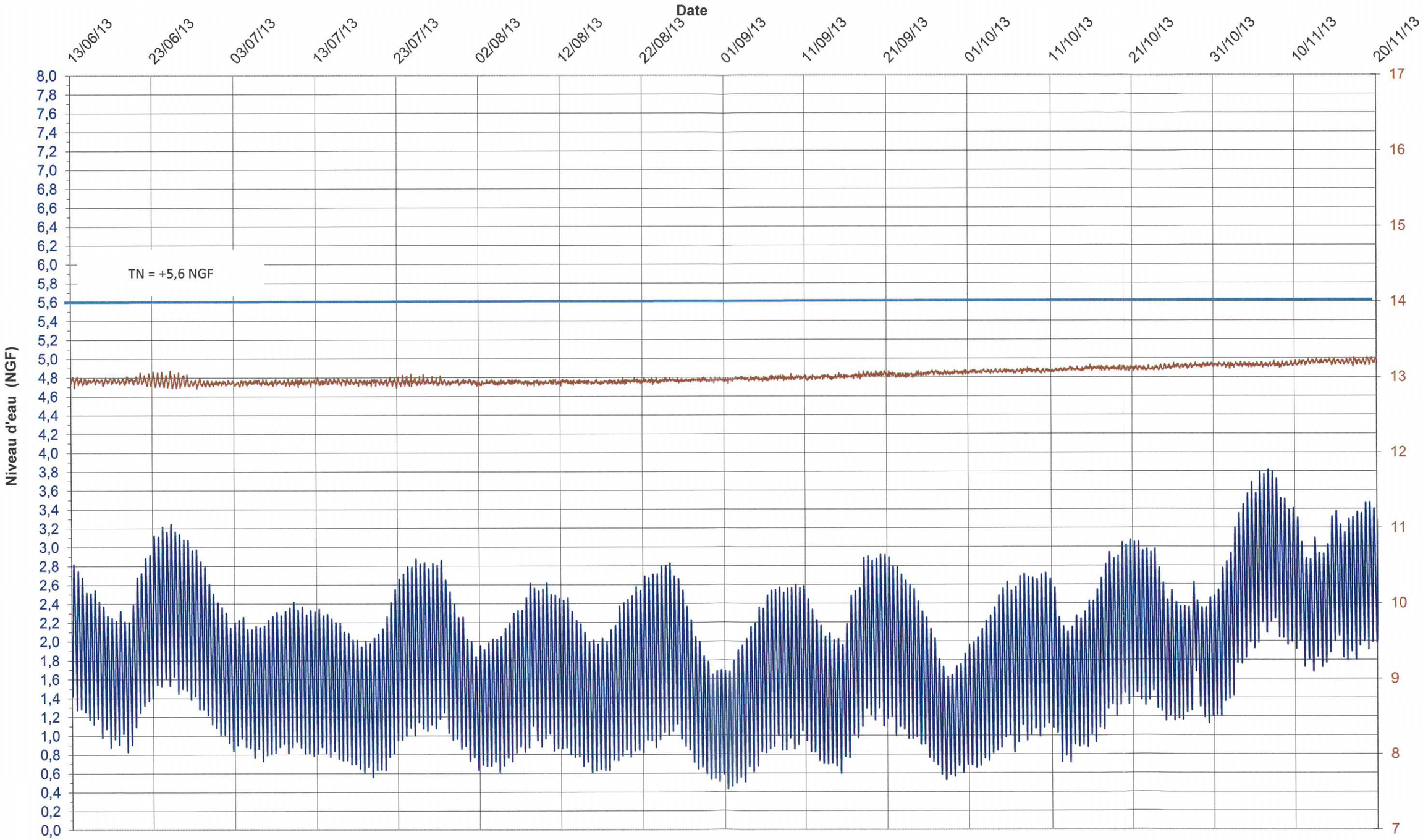


Relevés du 05/01/13 au 14/06/13

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux Bois) - 8/11

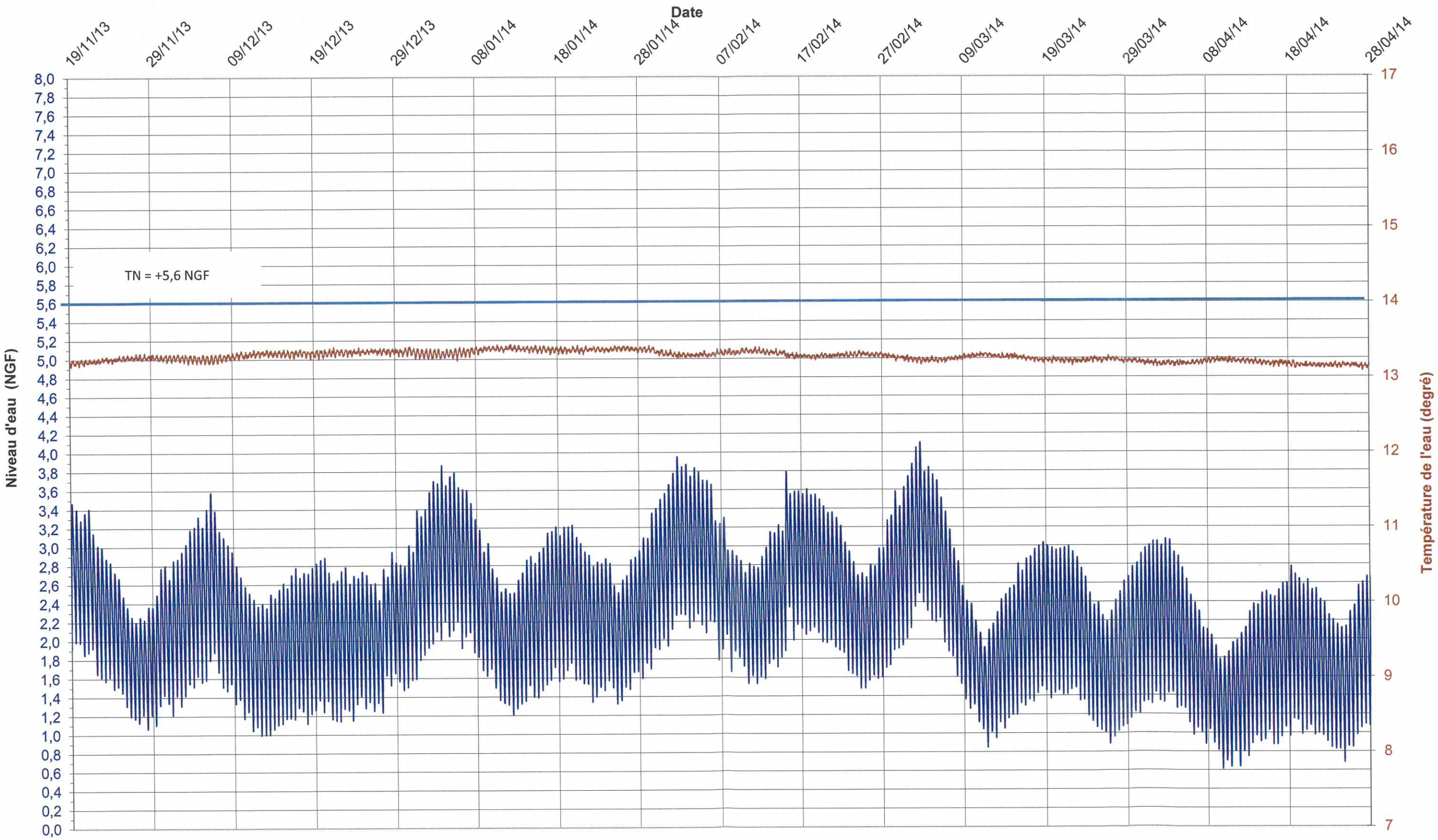
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 13/06/13 au 20/11/13

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux Bois) - 9/11

Niveau d'eau en NGF fonction du temps

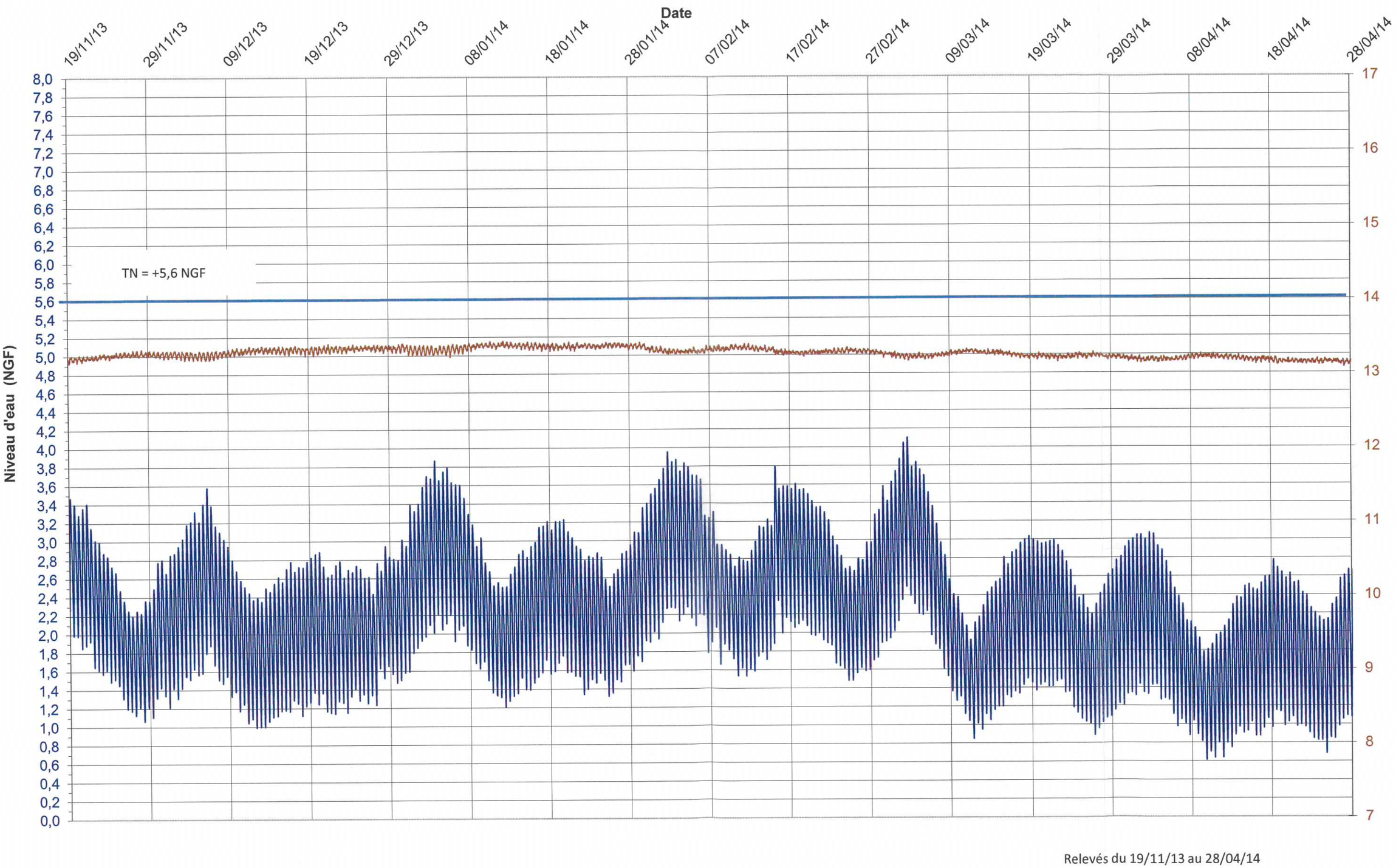


Relevés du 19/11/13 au 28/04/14

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux Bois) - 9/11

Niveau d'eau en NGF fonction du temps

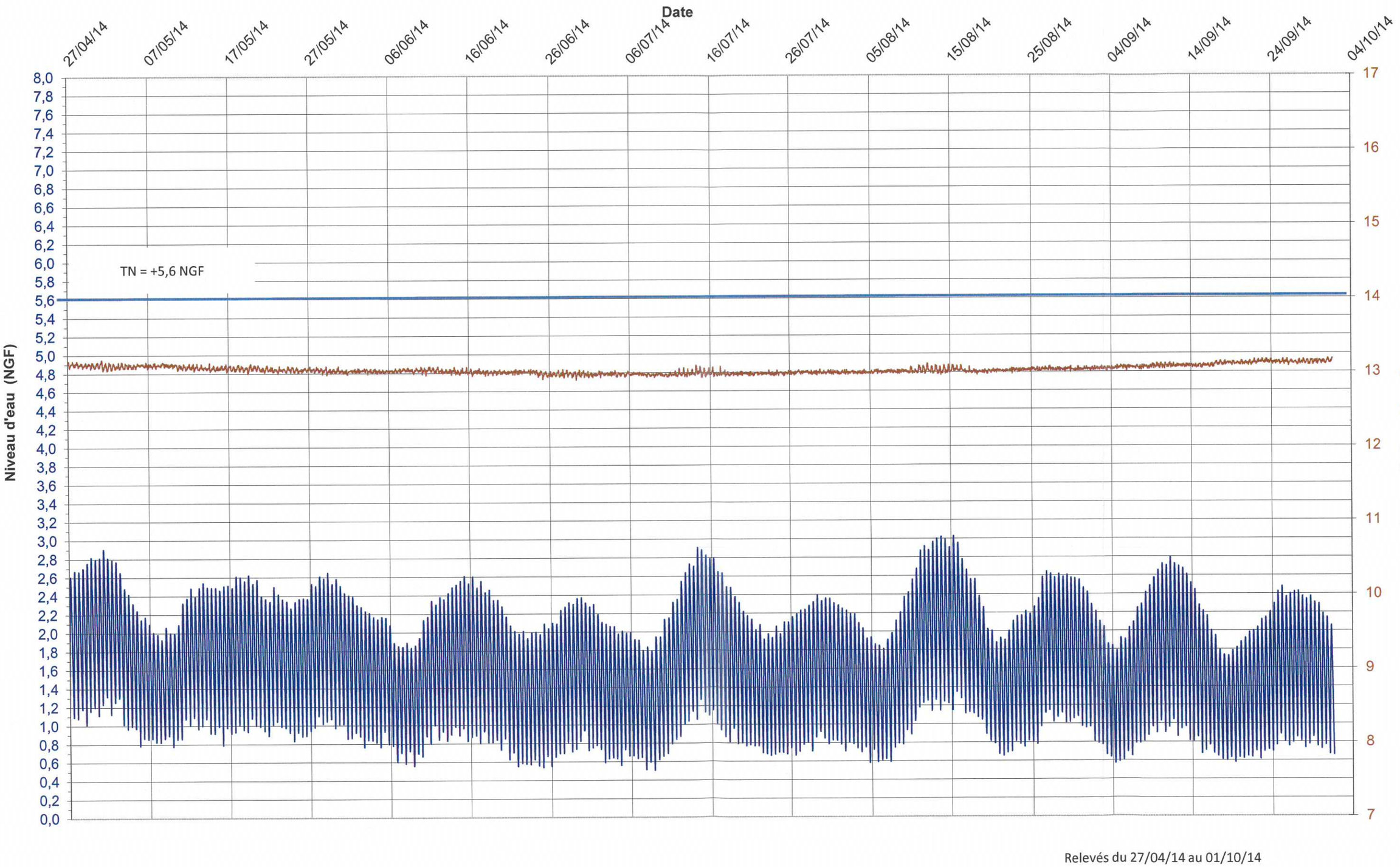


Relevés du 19/11/13 au 28/04/14

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux Bois) - 10/11

Niveau d'eau en NGF fonction du temps

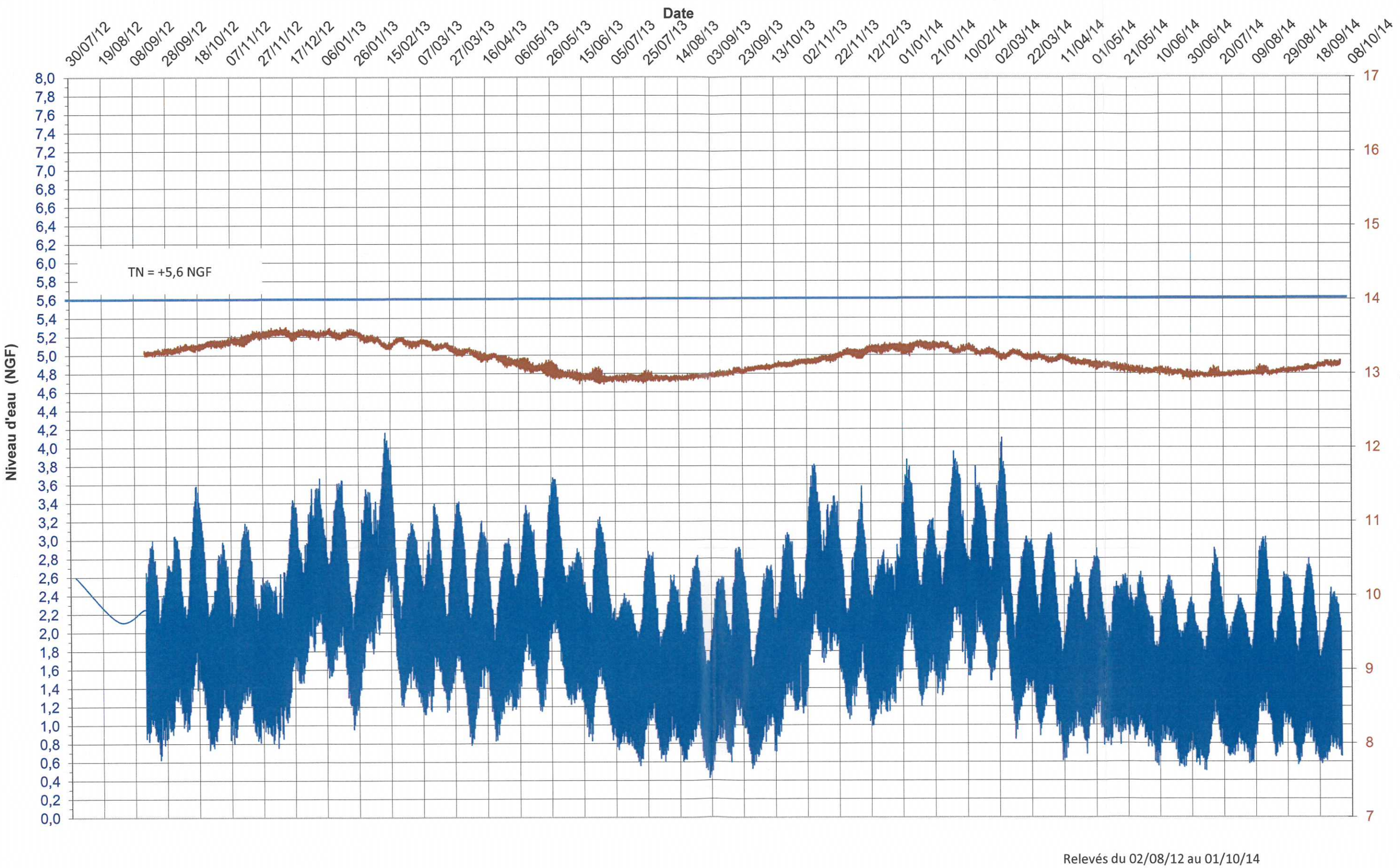


Relevés du 27/04/14 au 01/10/14

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ1 (proche Bassin aux Bois) - SYNTHESE - 11/11

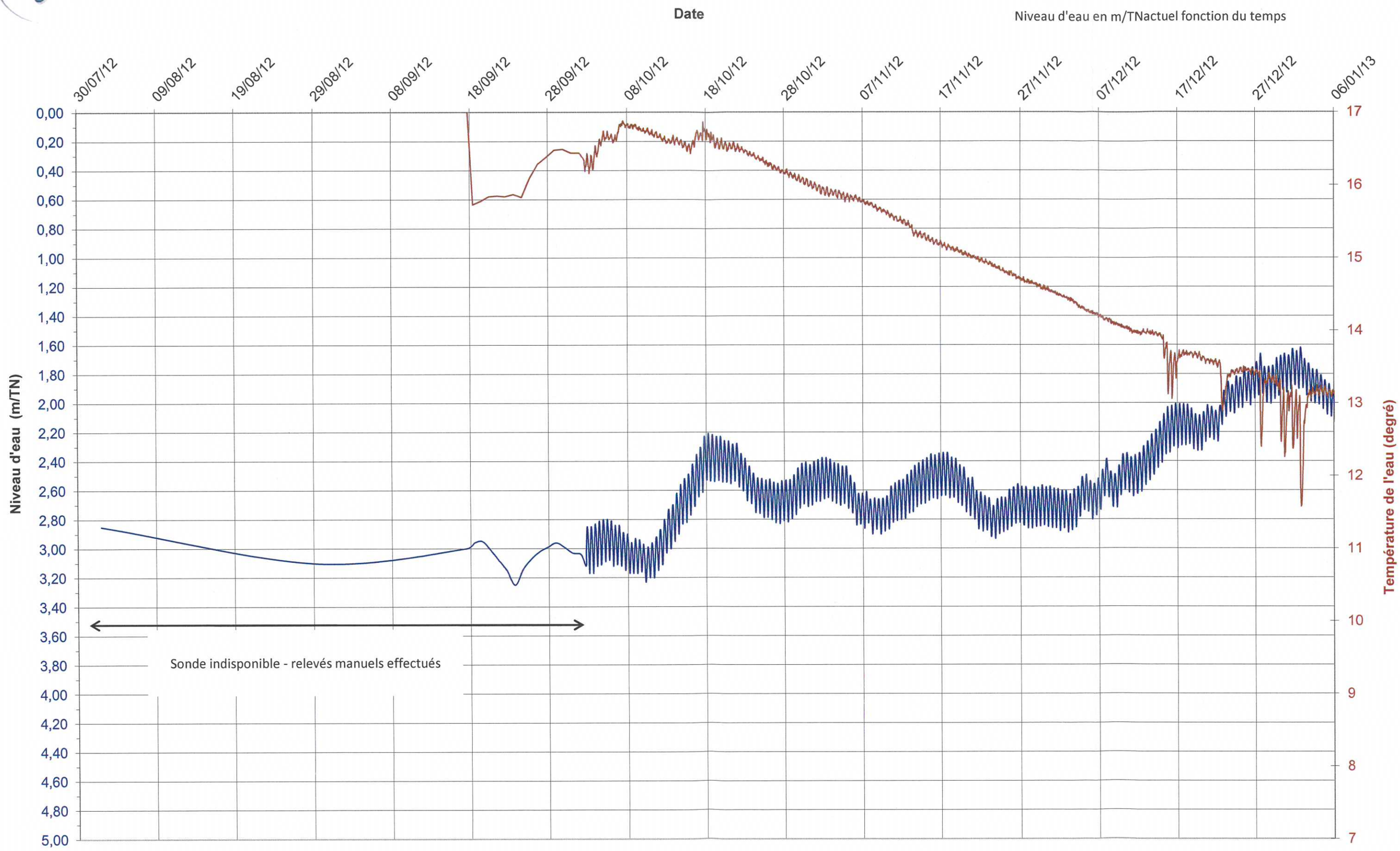
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 02/08/12 au 01/10/14

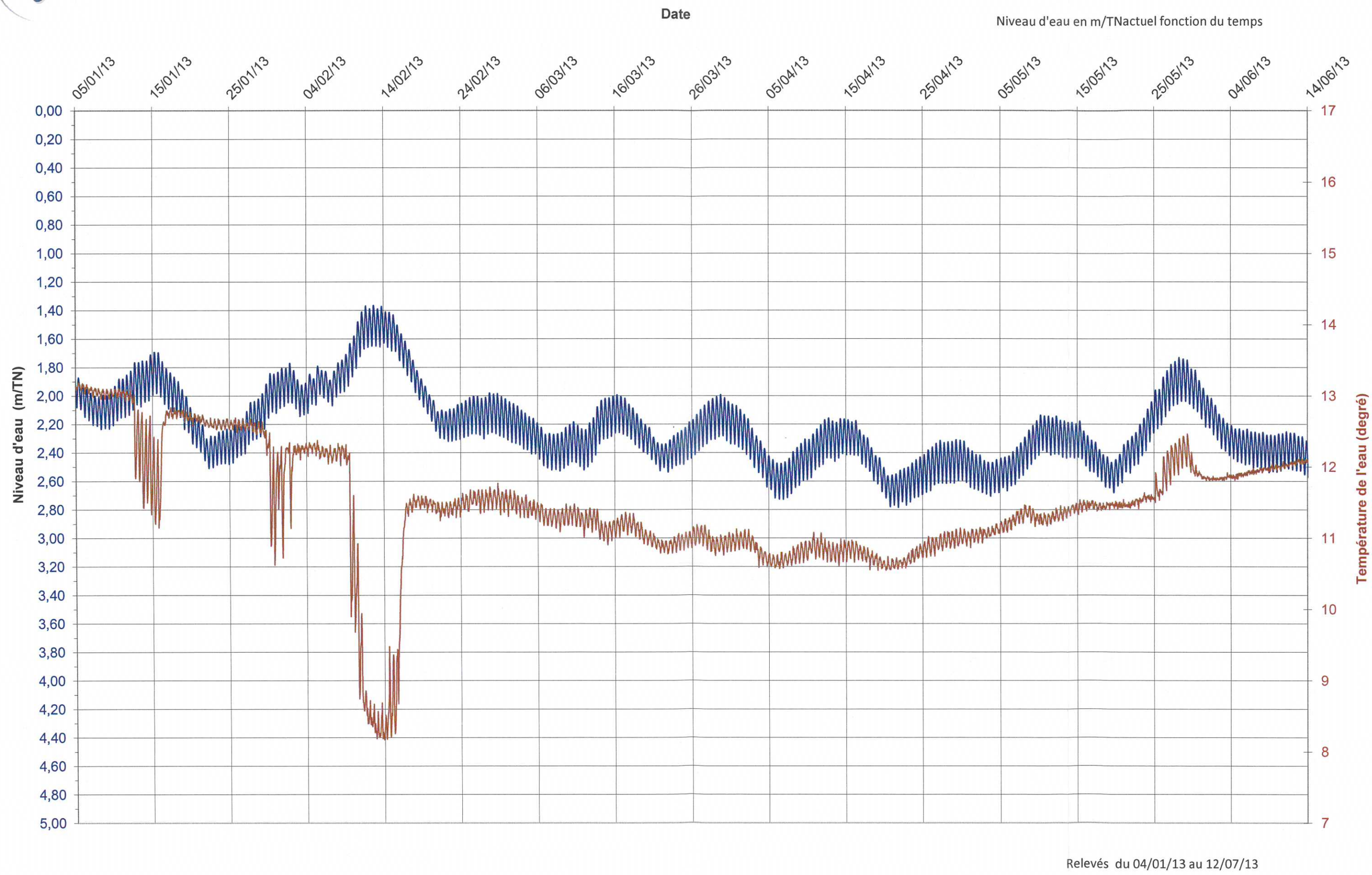
Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ2 (site SCHENKER 1 - proche Bld Béthencourt) - 1/11



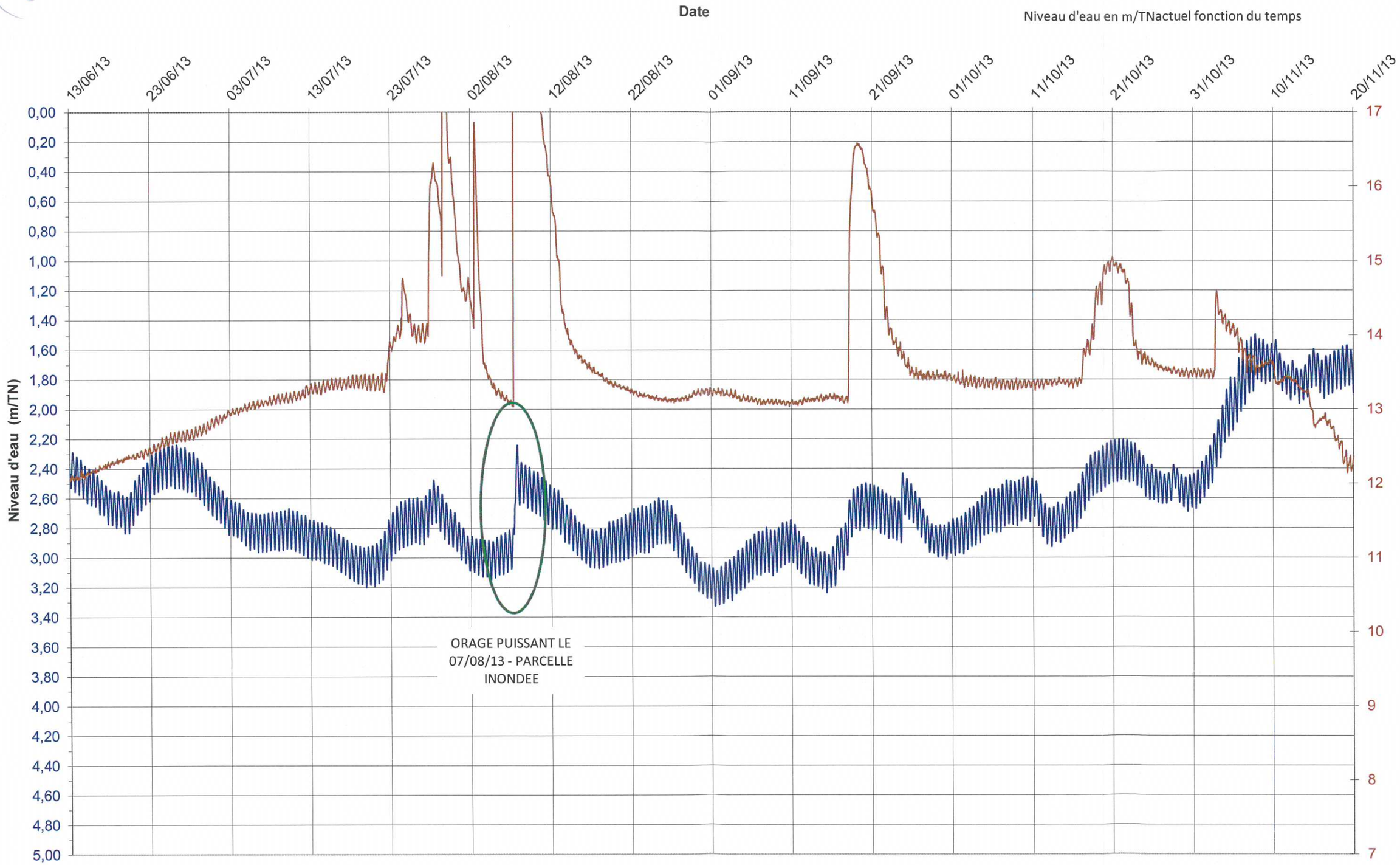
Relevés du 02/08/12 au 04/01/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ2 (site SCHENKER 1 - proche Bld Béthencourt) - 2/11



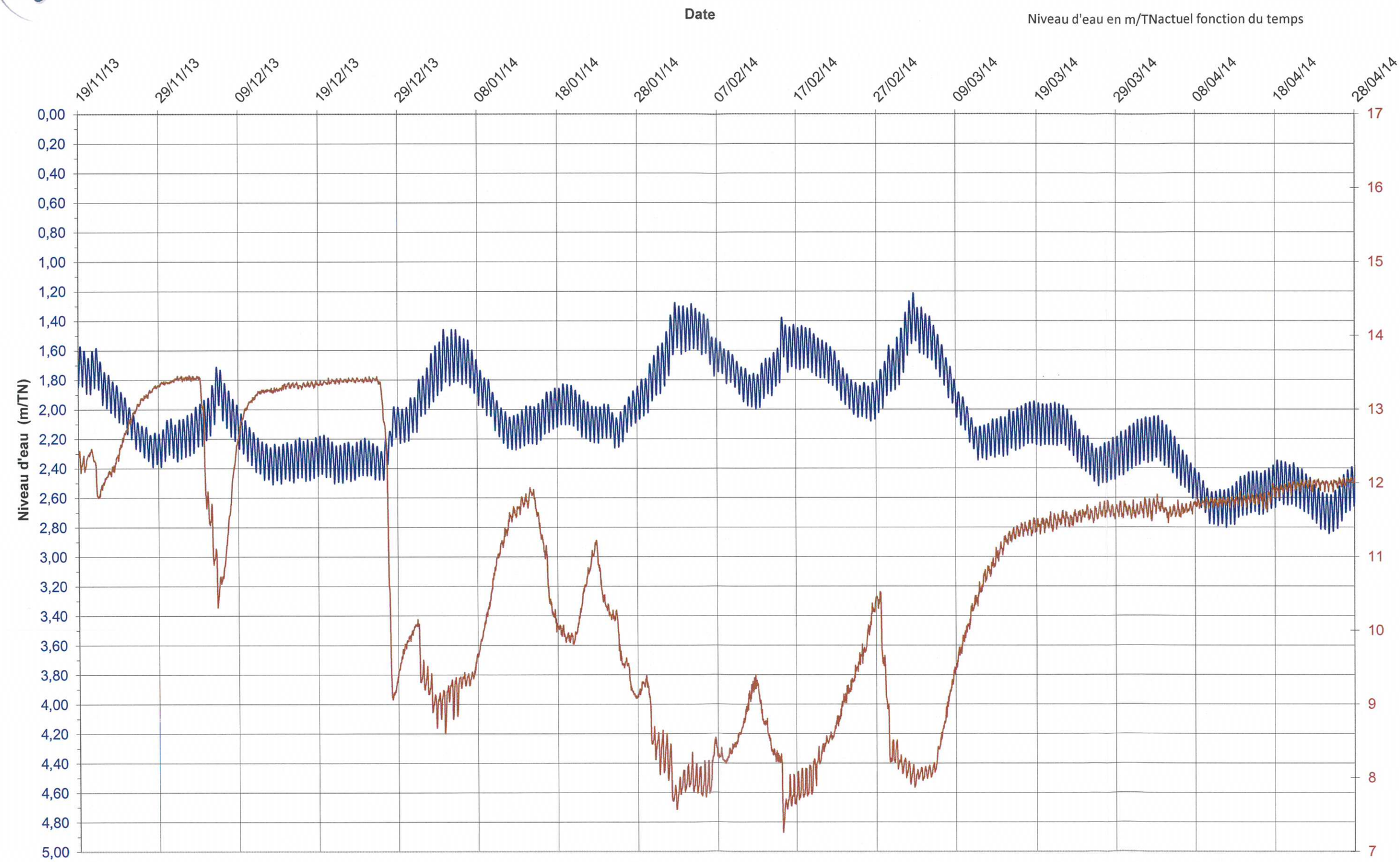
Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ2 (site SCHENKER 1 - proche Bld Béthencourt) - 3/11



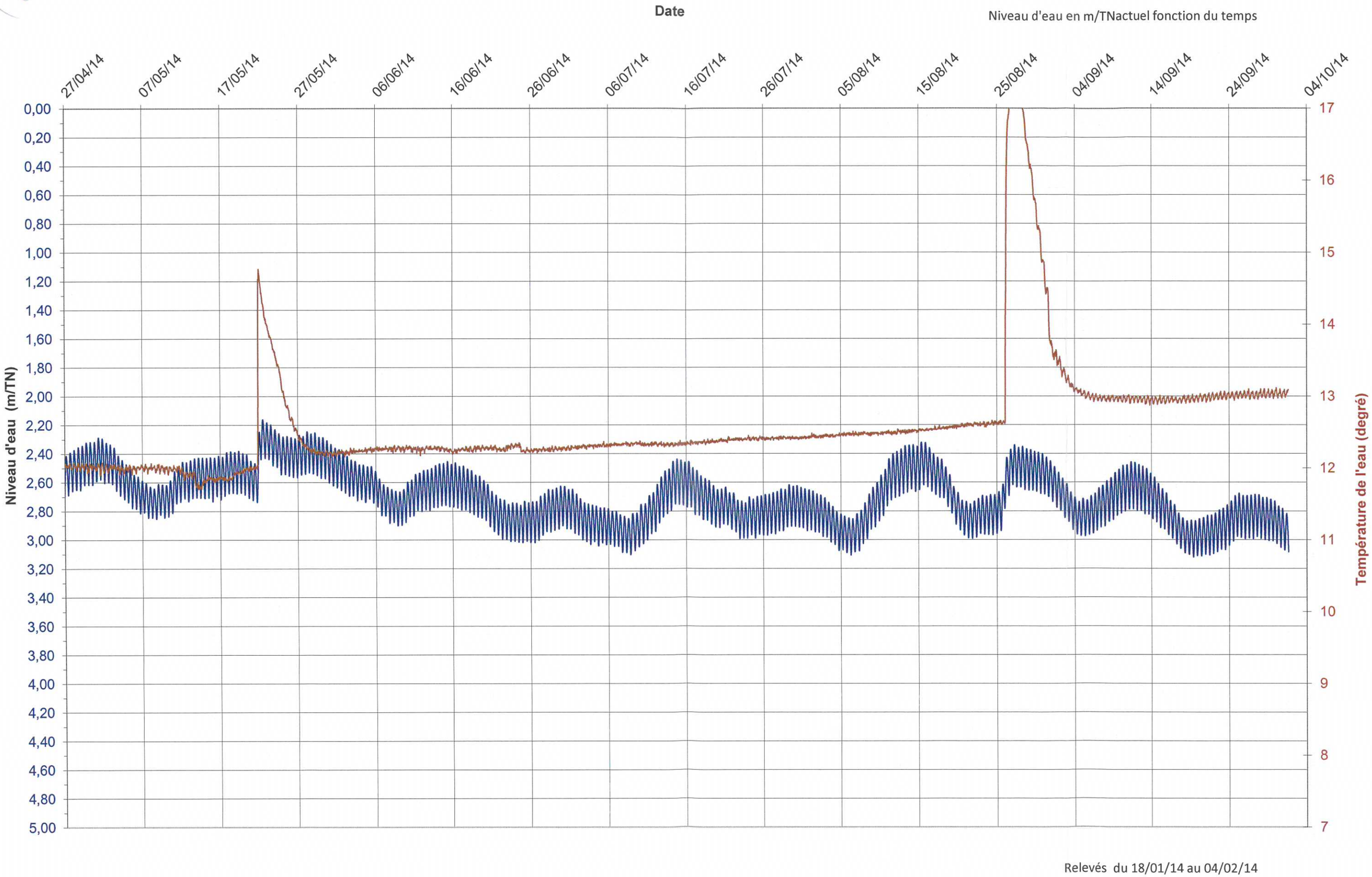
Relevés du 12/07/13 au 17/01/14

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ2 (site SCHENKER 1 - proche Bld Béthencourt) - 4/11



Relevés du 18/01/14 au 04/02/14

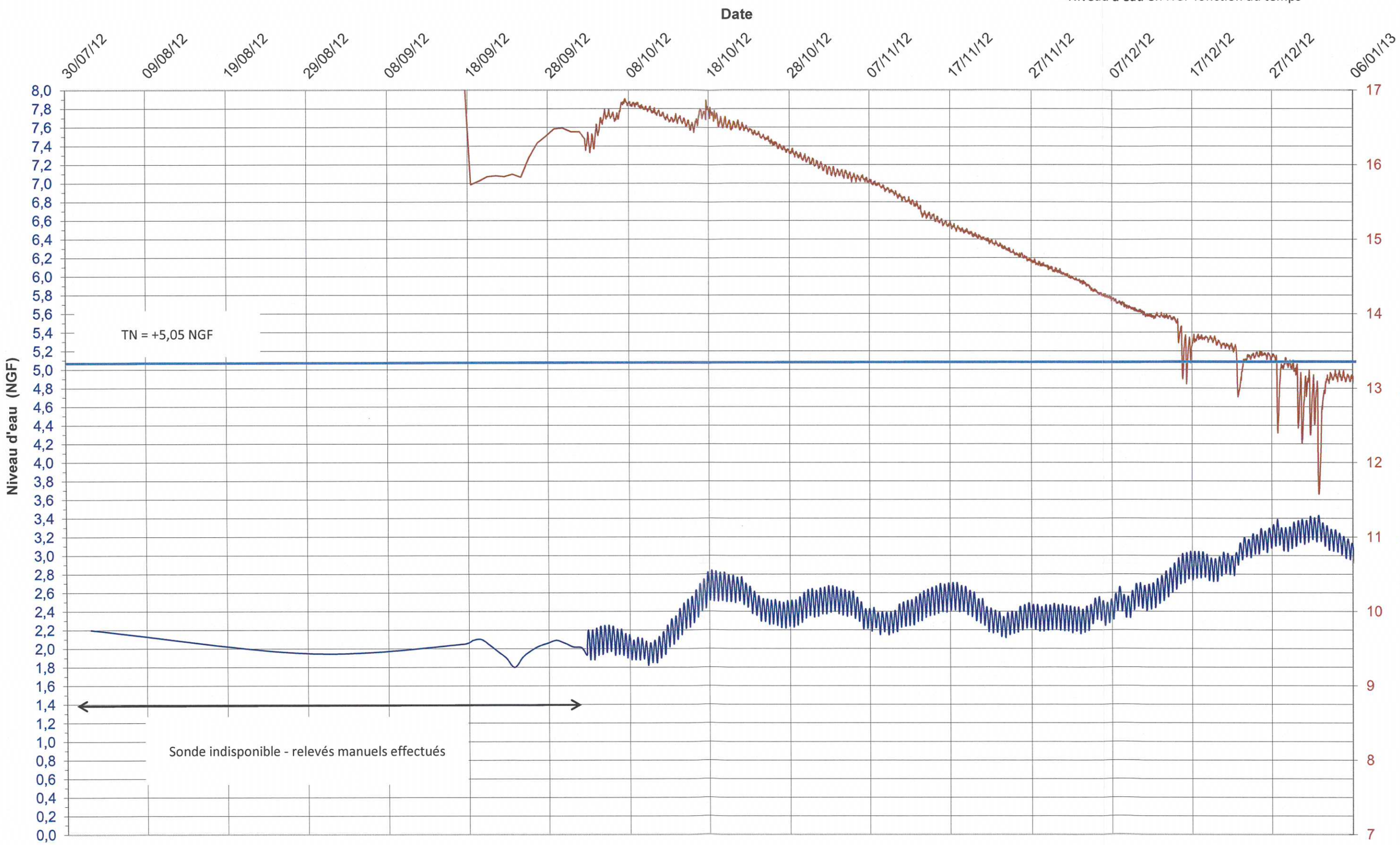
SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ2 (site SCHENKER 1 - proche Bld Béthencourt) - 5/11



Relevés du 18/01/14 au 04/02/14

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ2 (Site SCHENKER 1 - proche Bld Béthencourt) - 6/11

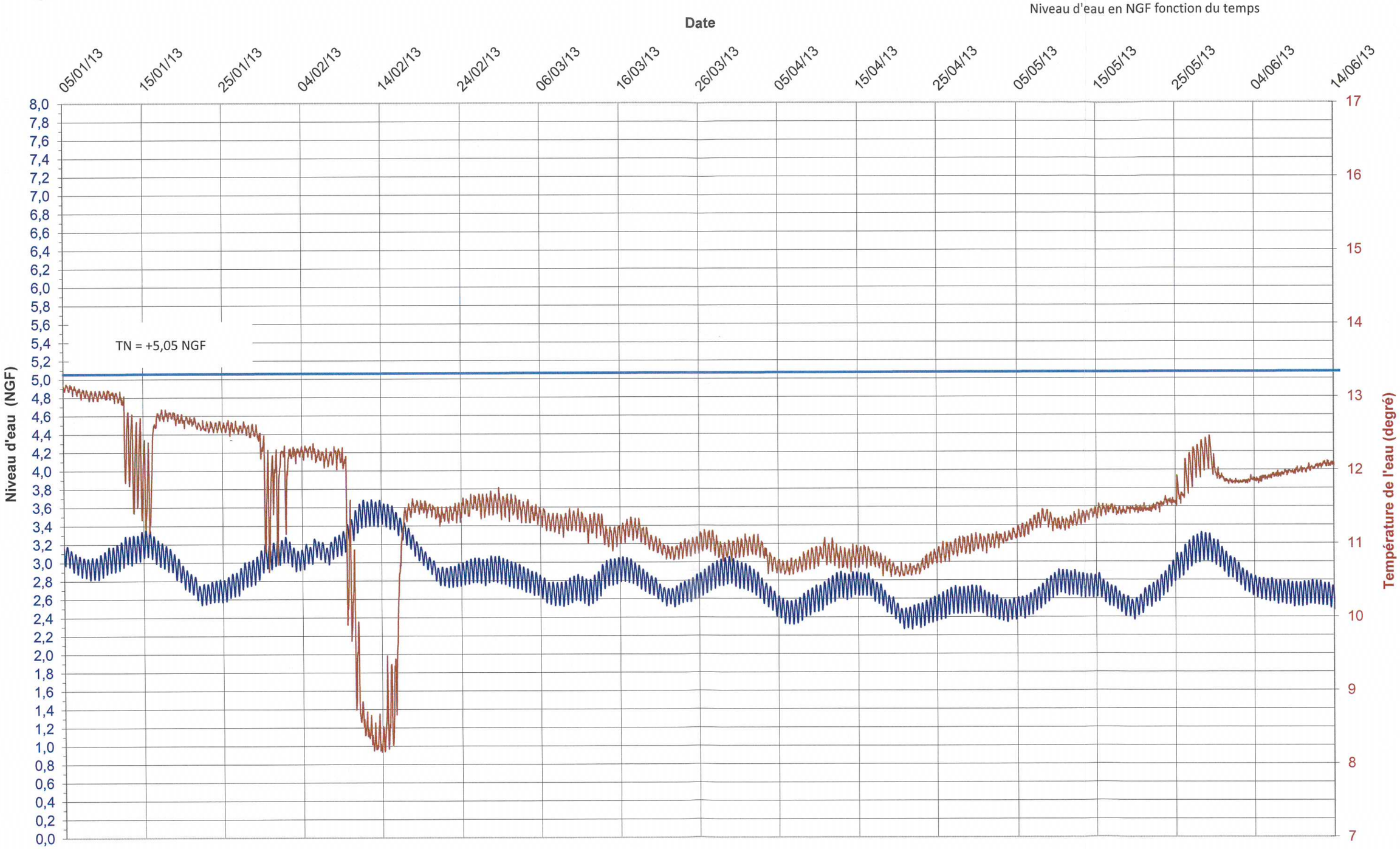
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés en date du 02/08/12 au 04/01/13

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ2 (Site SCHENKER 1 - proche Bld Béthencourt) - 7/11

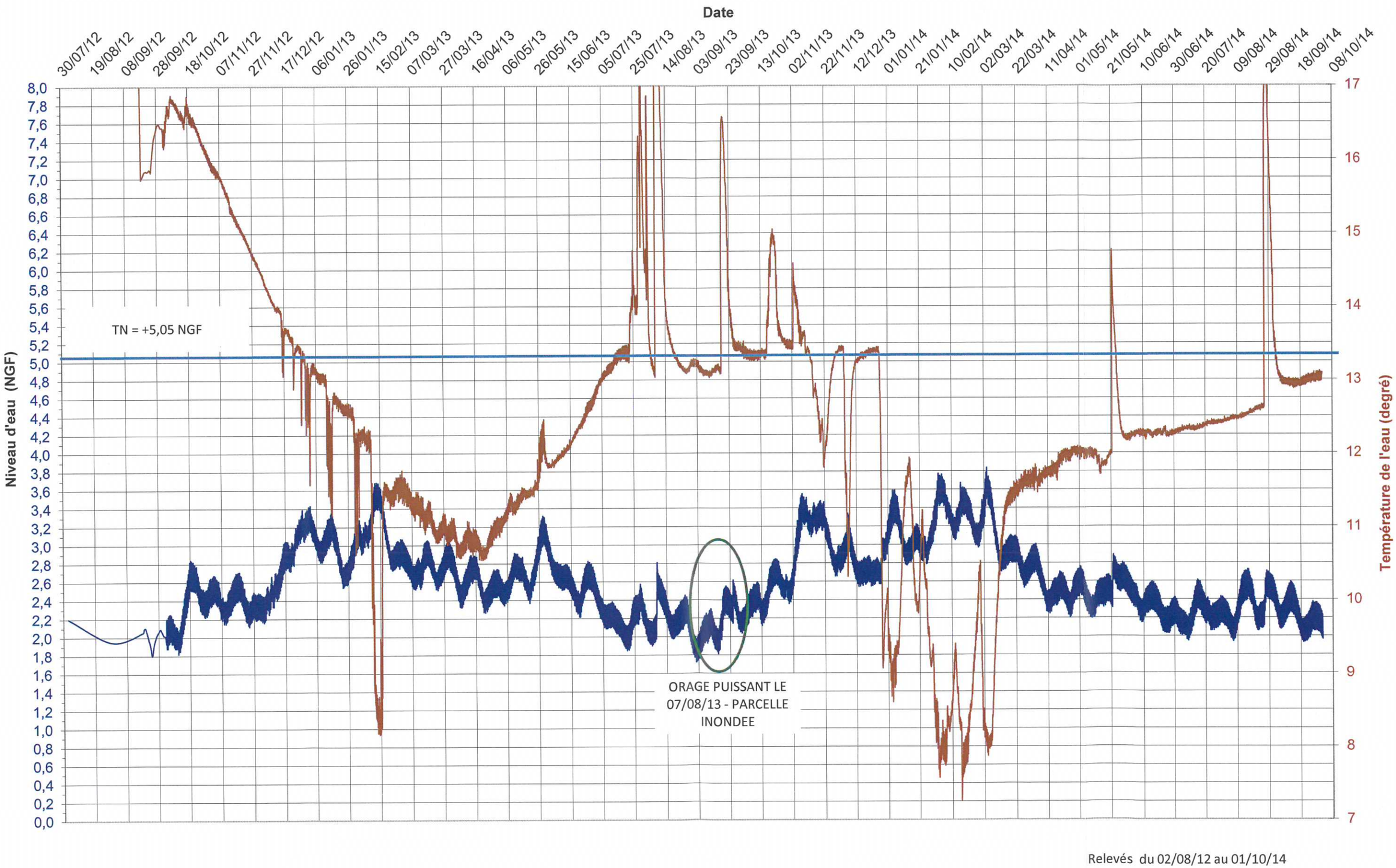
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 05/01/13 au 14/06/13

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ2 (Site SCHENKER 1 - proche Bld Béthencourt) - SYNTHESE - 11/11

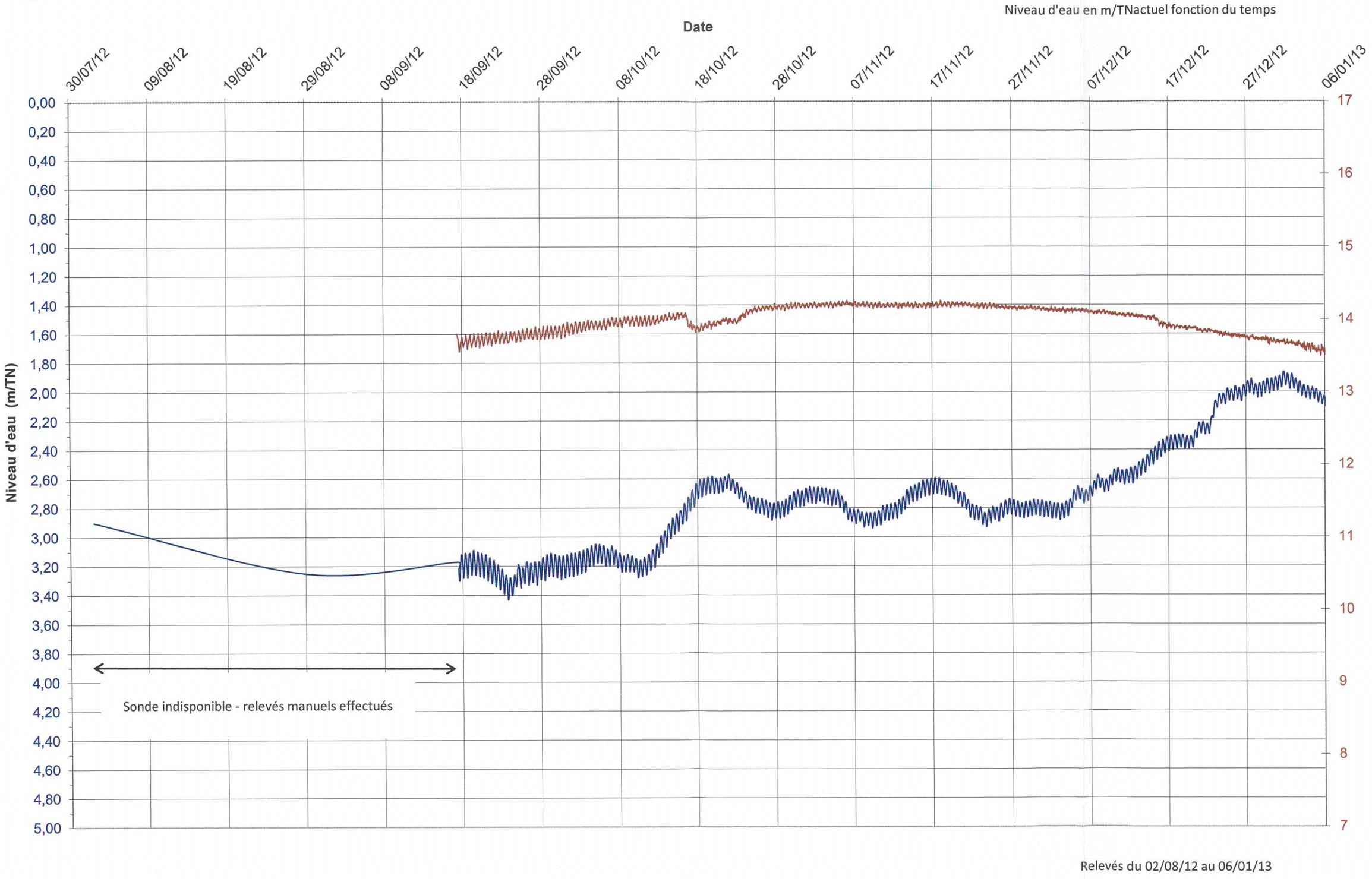
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 02/08/12 au 01/10/14

Abrotec

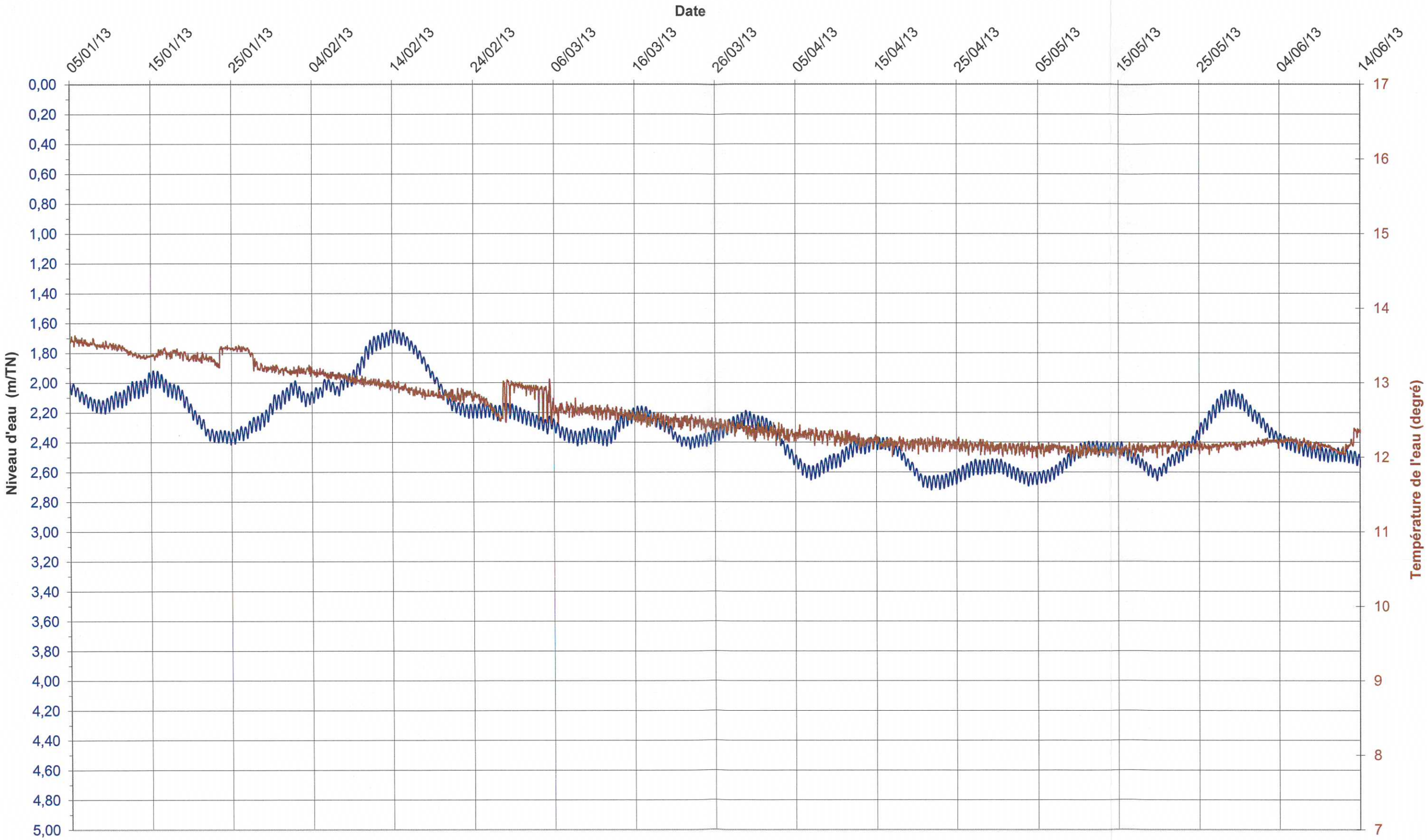
SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 1/11



Relevés du 02/08/12 au 06/01/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 2/11

Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps

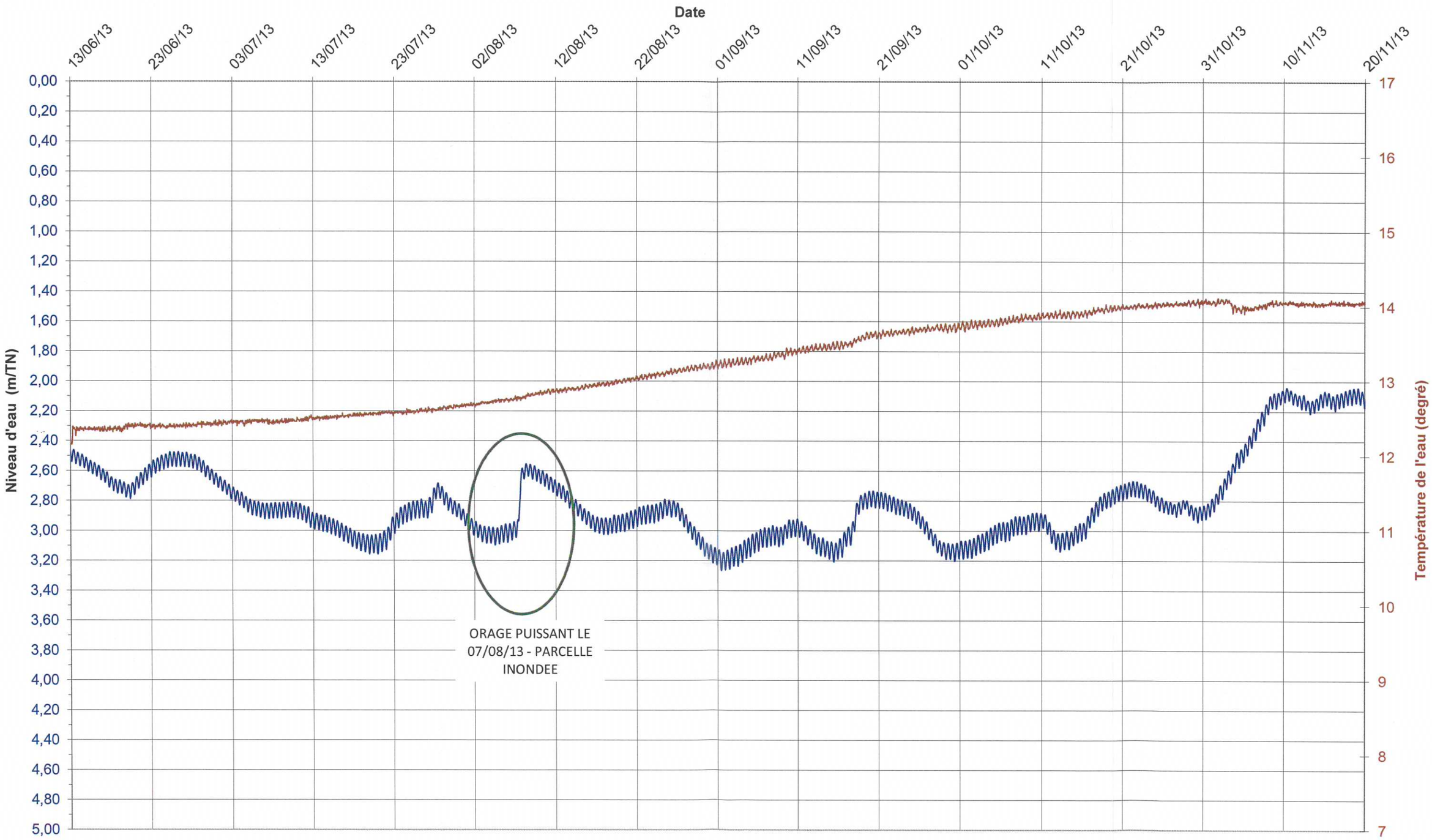


Relevés du 05/01/13 au 14/06/13

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 3/11

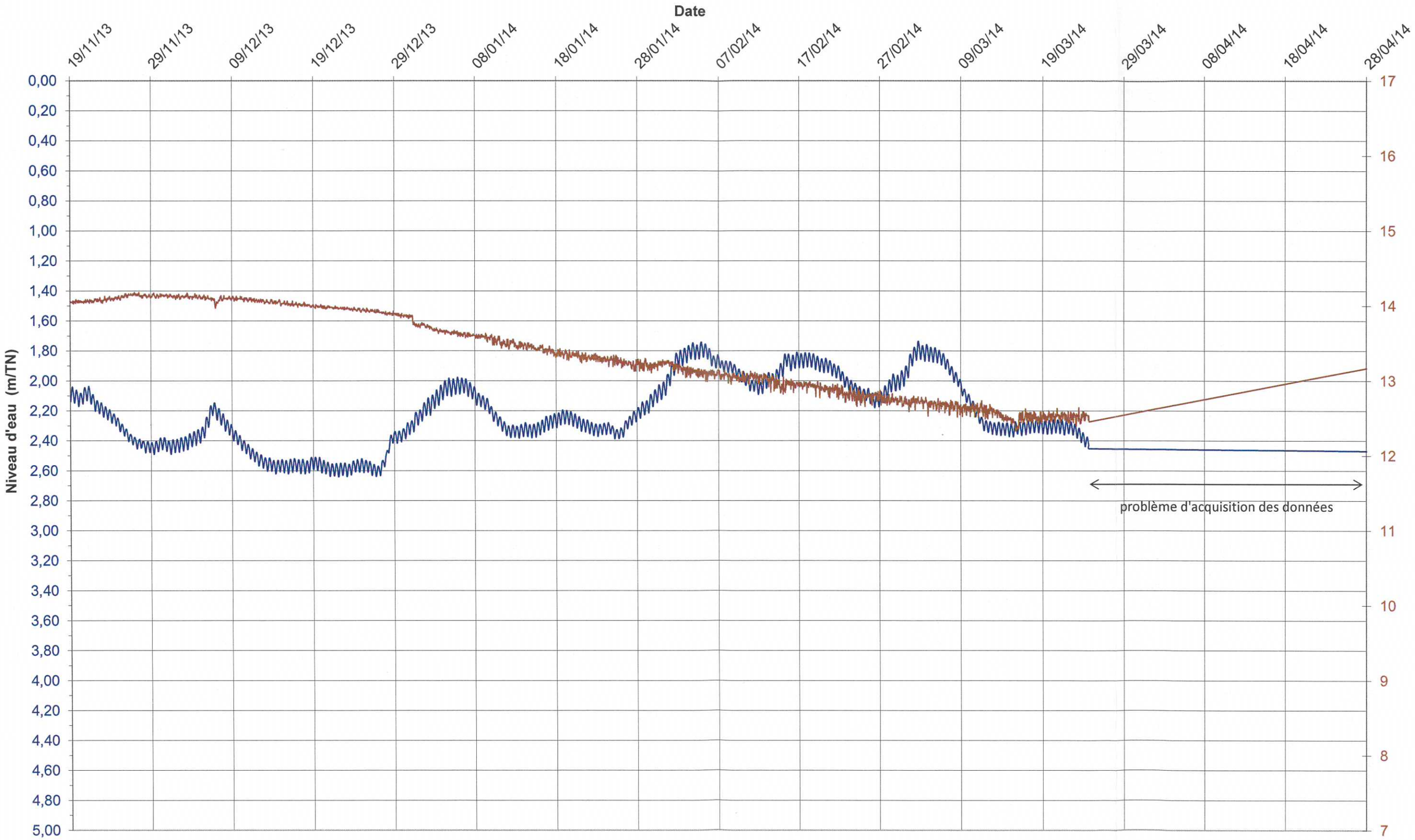
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 13/06/13 au 20/11/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 4/11

Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps

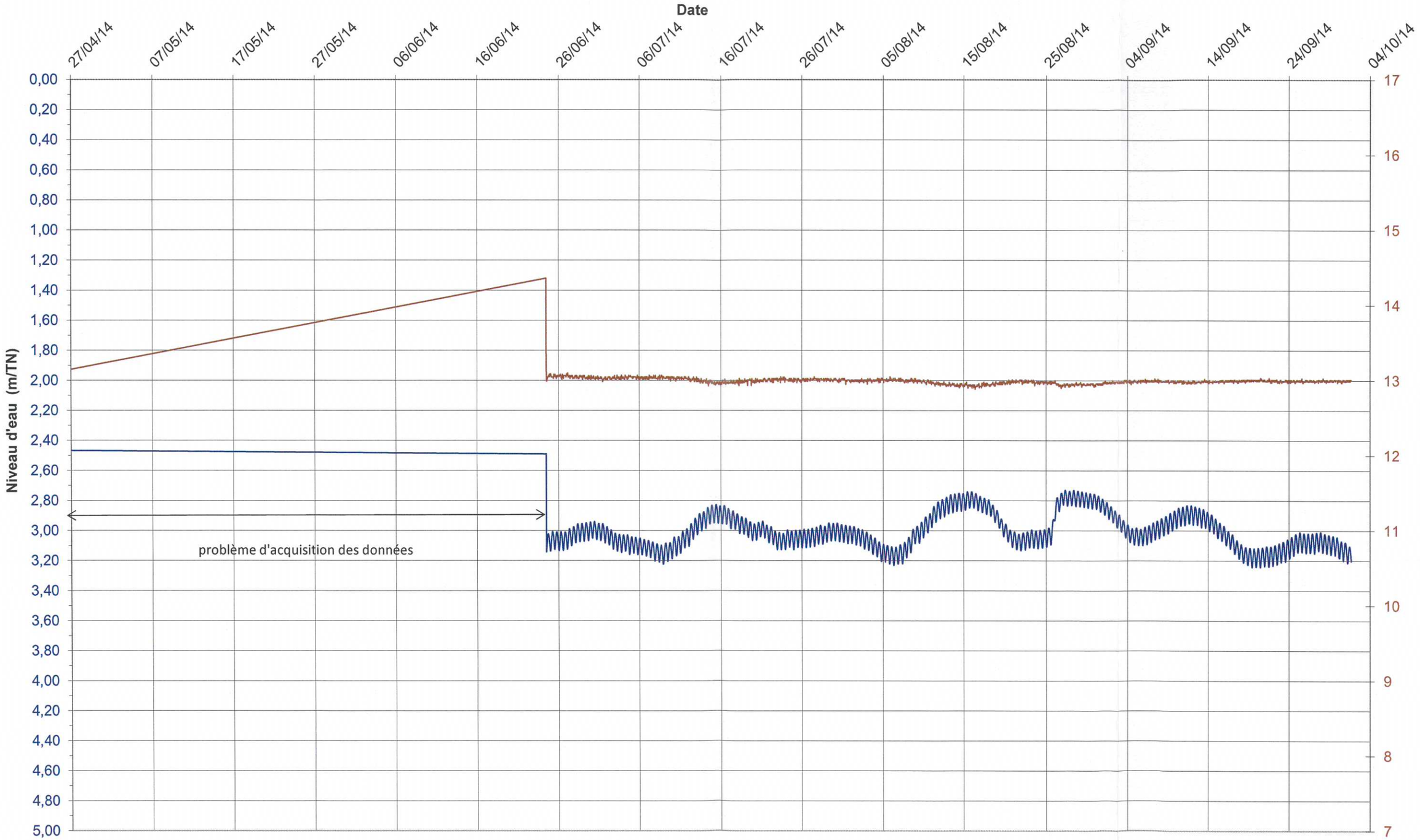


Relevés du 19/11/13 au 28/04/14

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 5/11

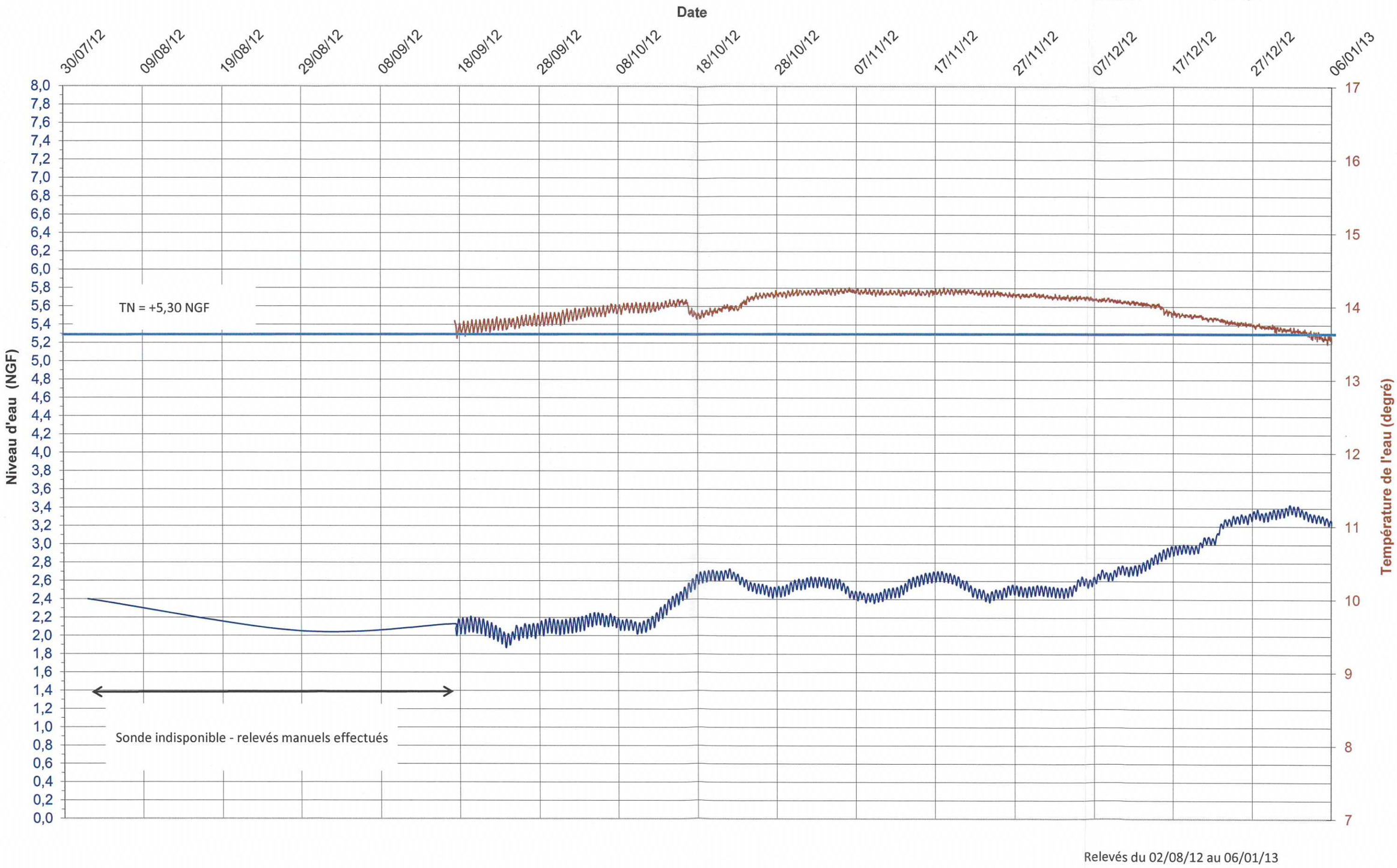
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 27/04/14 au 01/10/14

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (Site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 6/11

Niveau d'eau en NGF fonction du temps

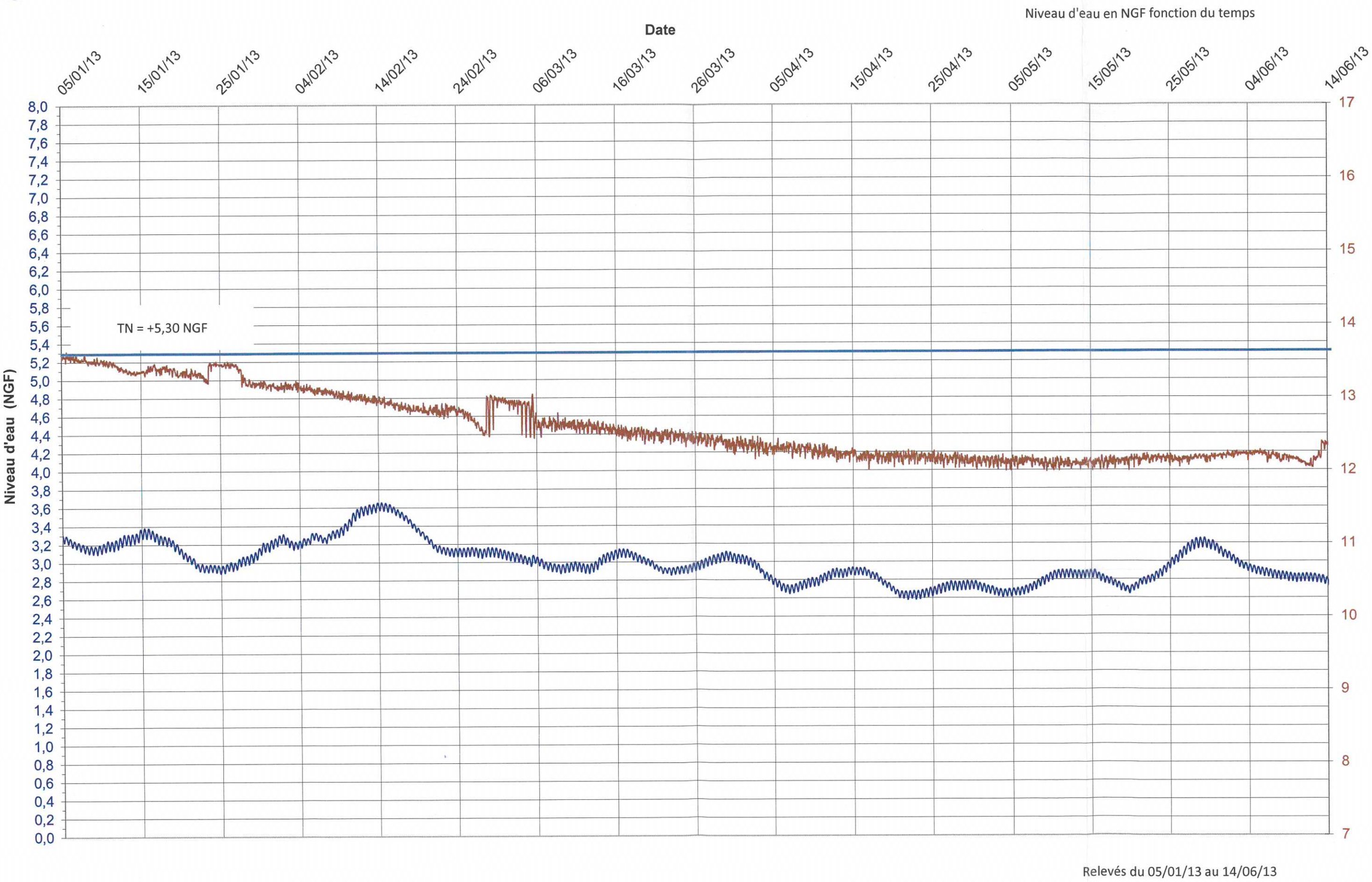


Relevés du 02/08/12 au 06/01/13

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (Site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 7/11

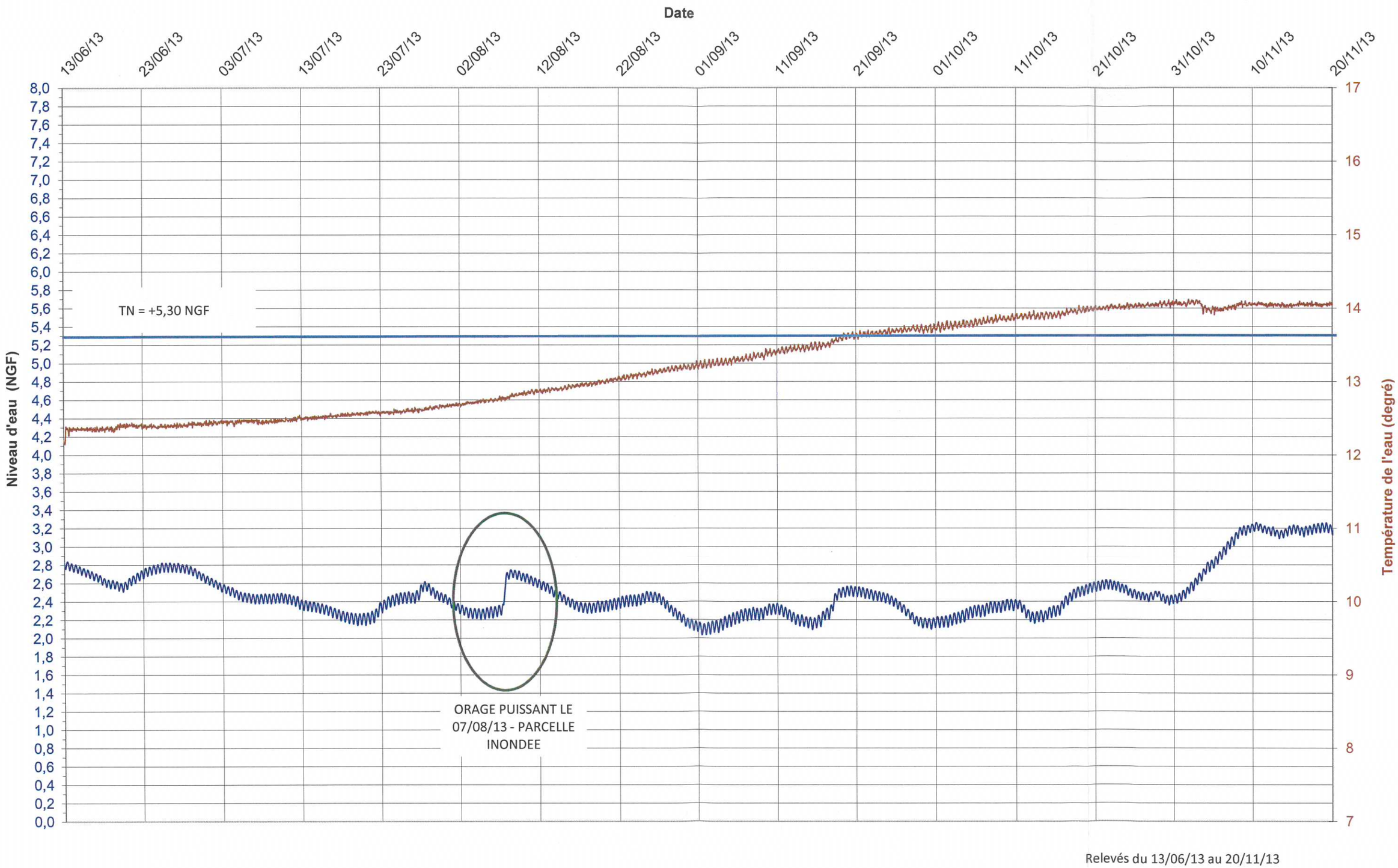
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 05/01/13 au 14/06/13

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (Site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 8/11

Niveau d'eau en NGF fonction du temps

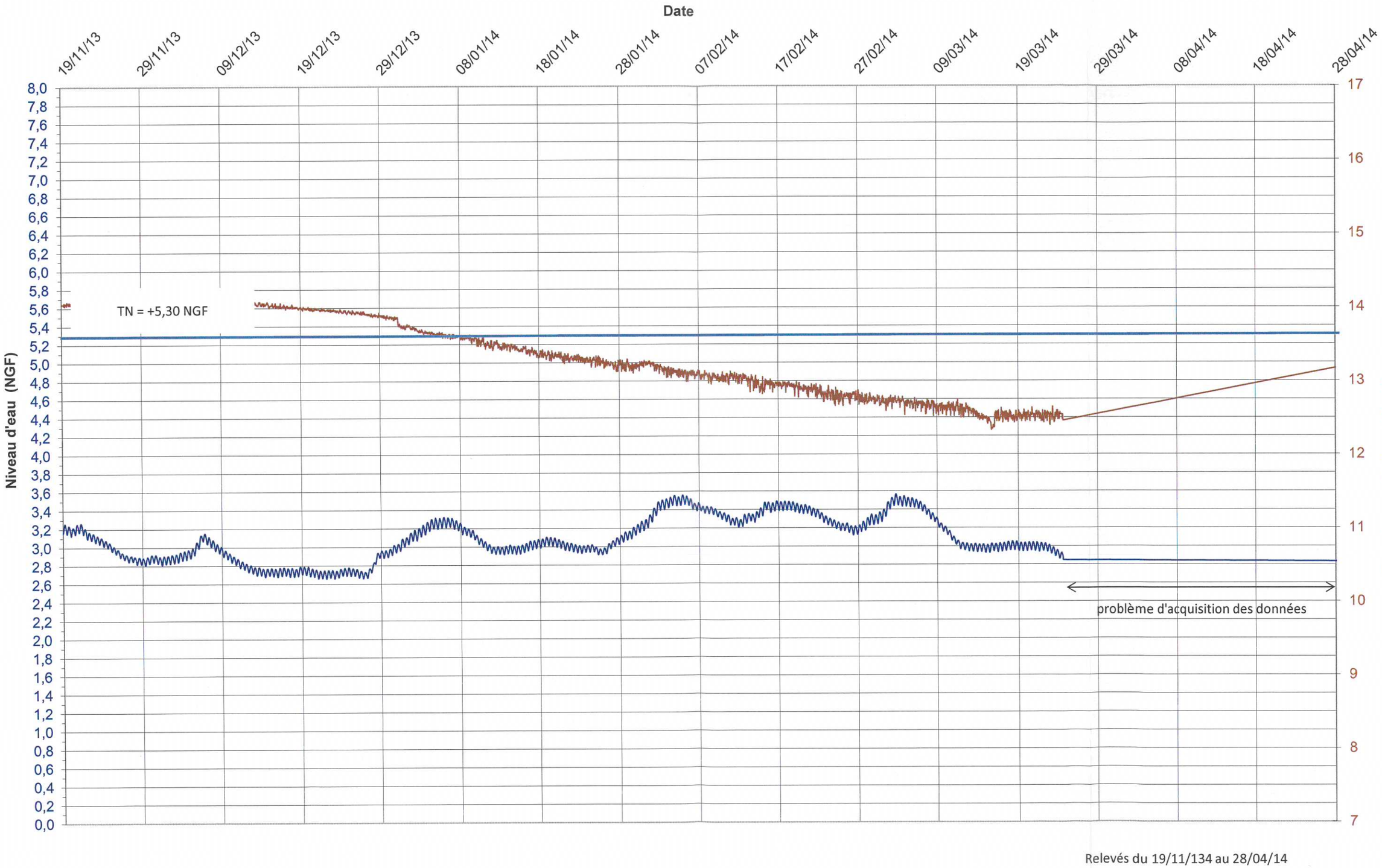


Relevés du 13/06/13 au 20/11/13

Abrotec

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (Site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 9/11

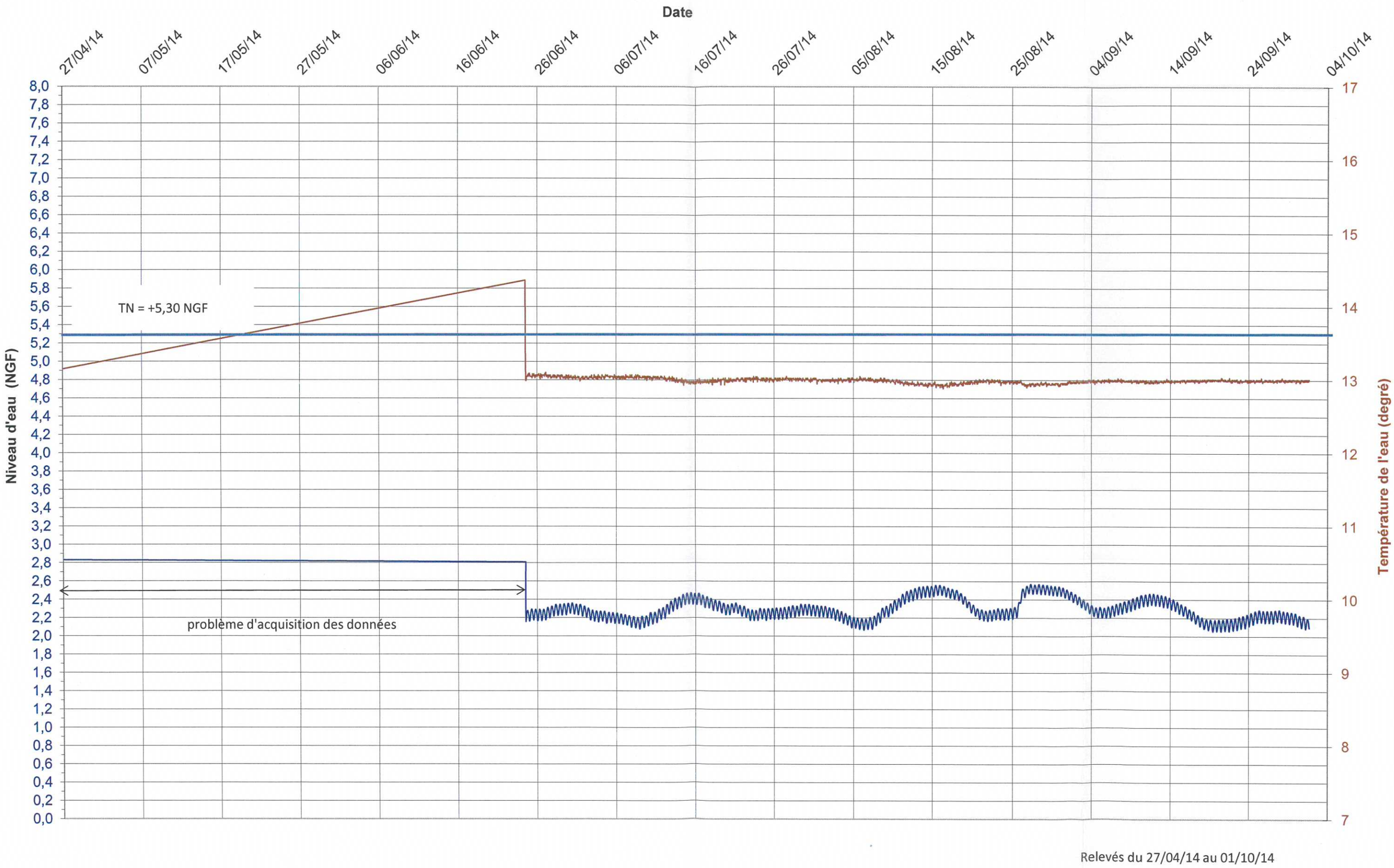
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 19/11/134 au 28/04/14

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (Site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - 10/11

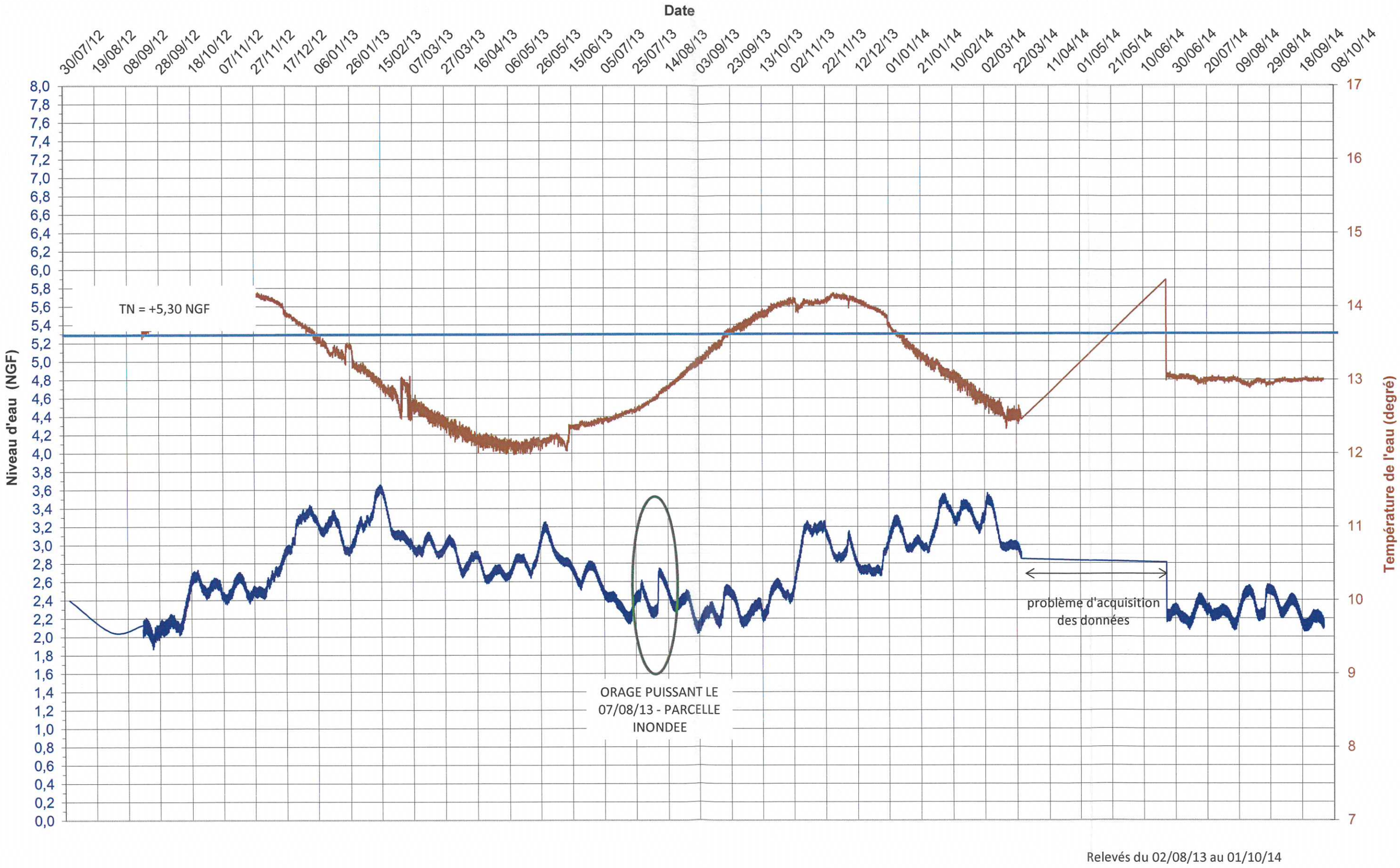
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 27/04/14 au 01/10/14

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ3 (Site SCHENKER 1 - proche rocade Sud III) - SYNTHESE - 11/11

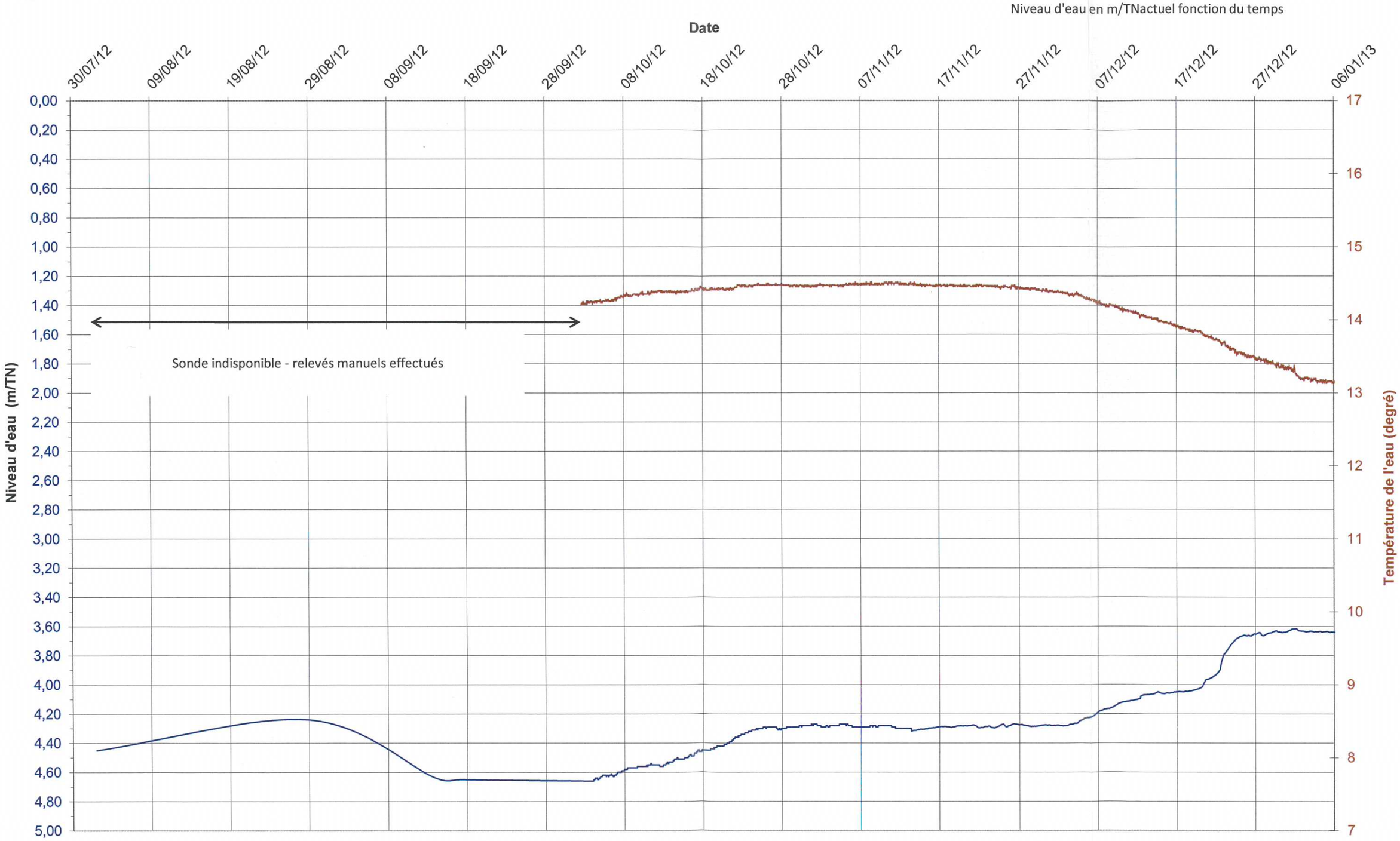
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 02/08/13 au 01/10/14

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ4 (proche DREAL - Giratoire Rocade Sud III) - 1/9

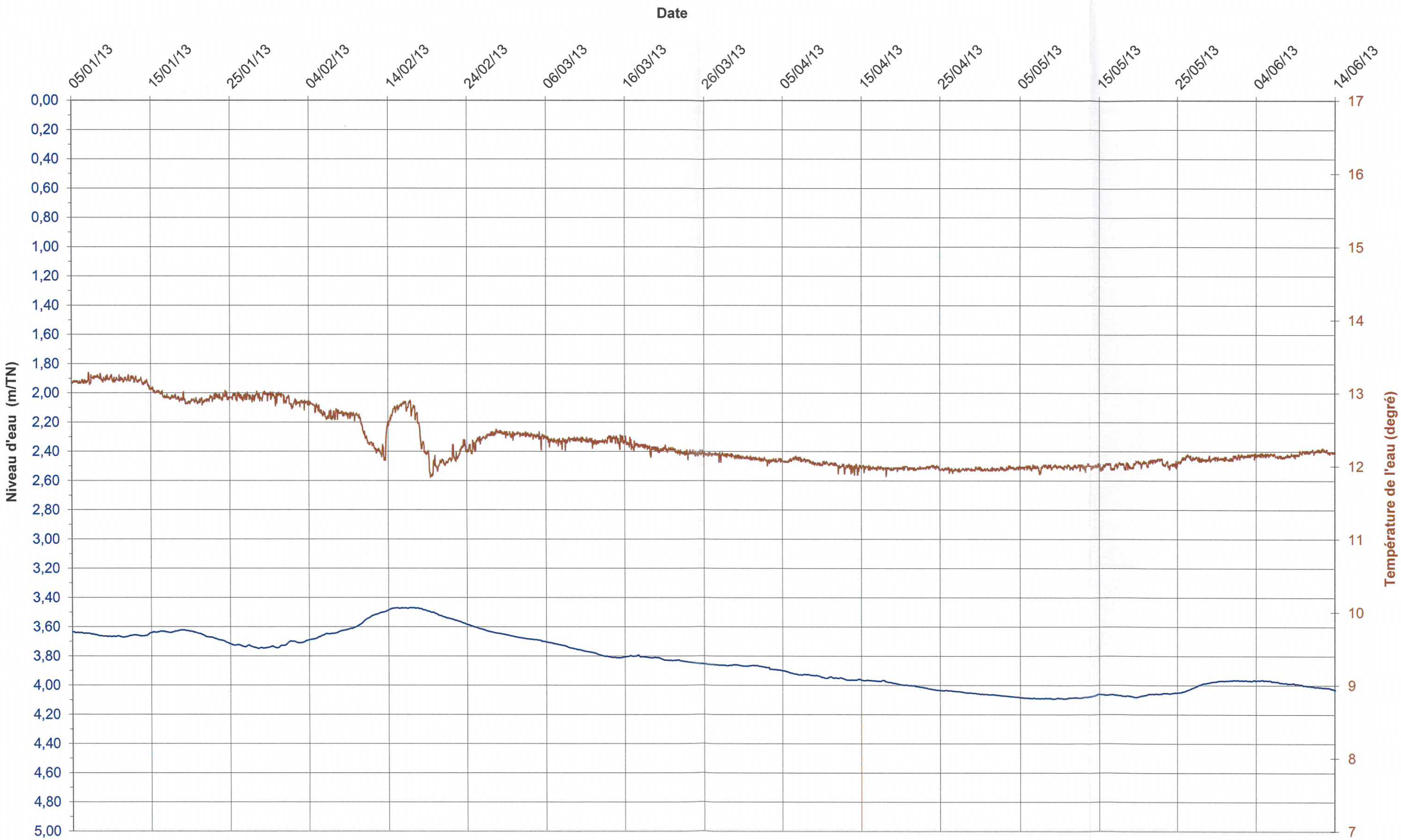
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 02/08/12 au 06/01/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ4 (proche DREAL - Giratoire Rocade Sud III) - 2/9

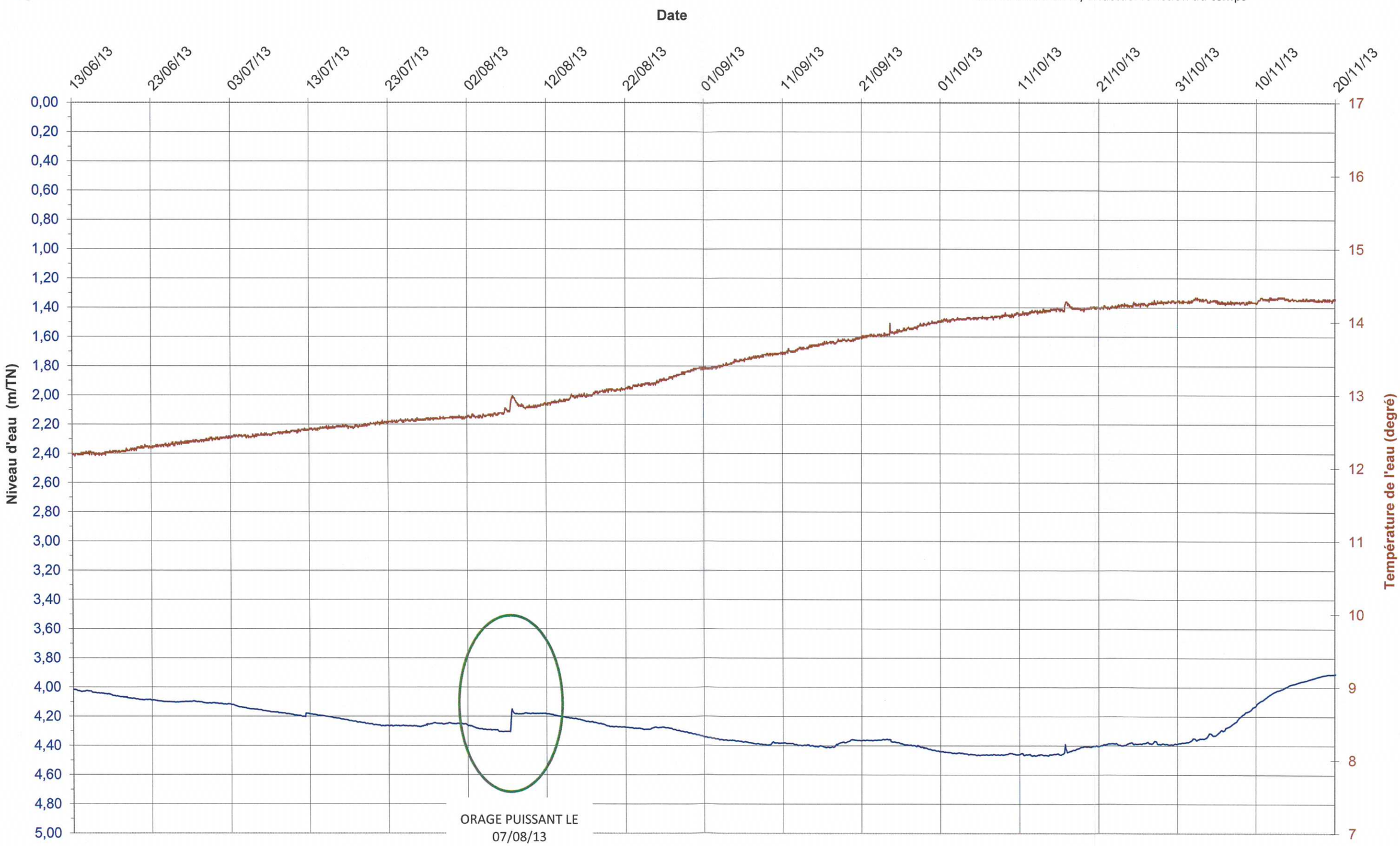
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 05/01/13 au 14/06/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ4 (proche DREAL - Giratoire Rocade Sud III) - 3/9

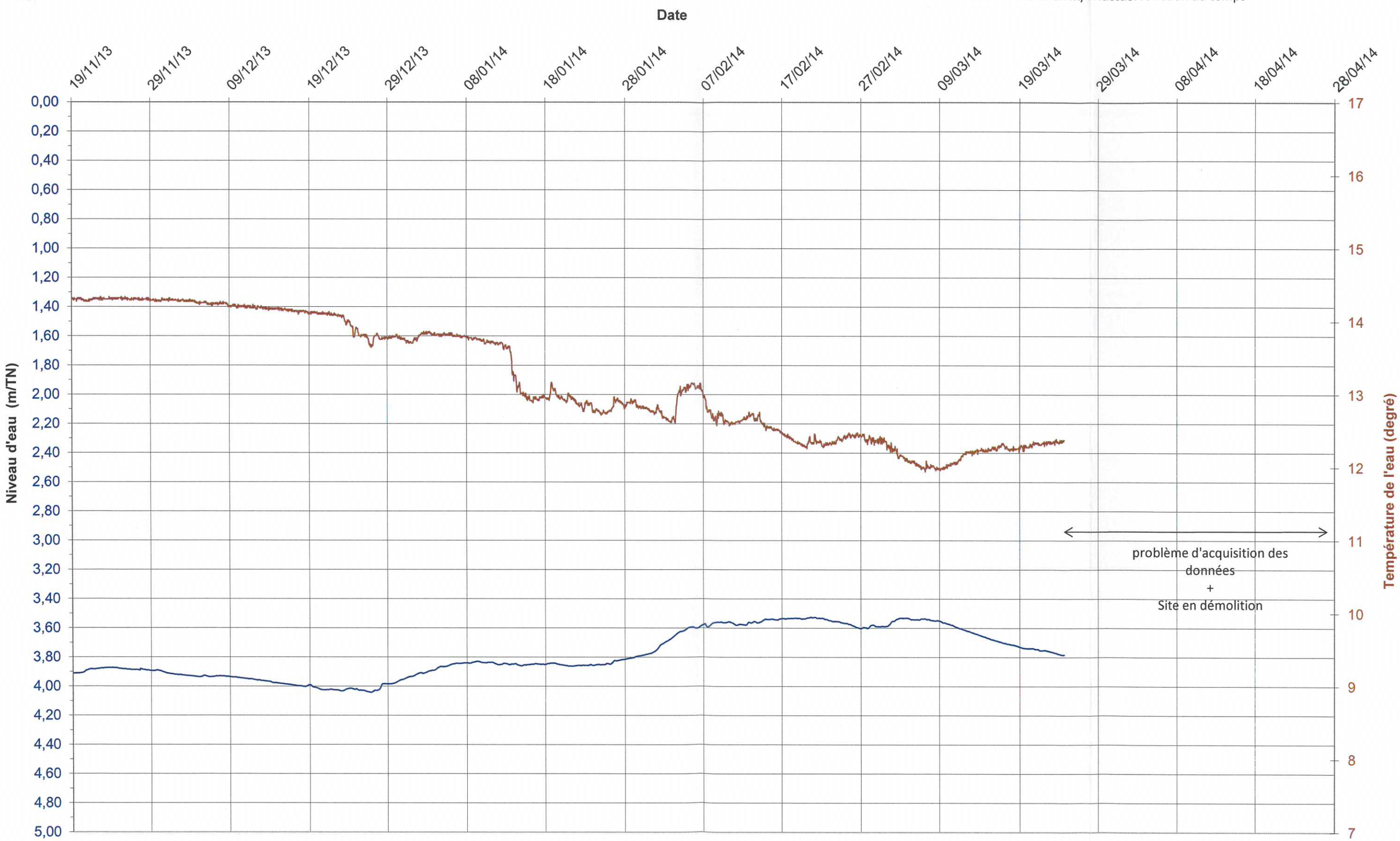
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 13/06/13 au 20/11/13

SPLA CREA AMENAGEMENT - SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ4 (proche DREAL - Giratoire Rocade Sud III) - 4/9

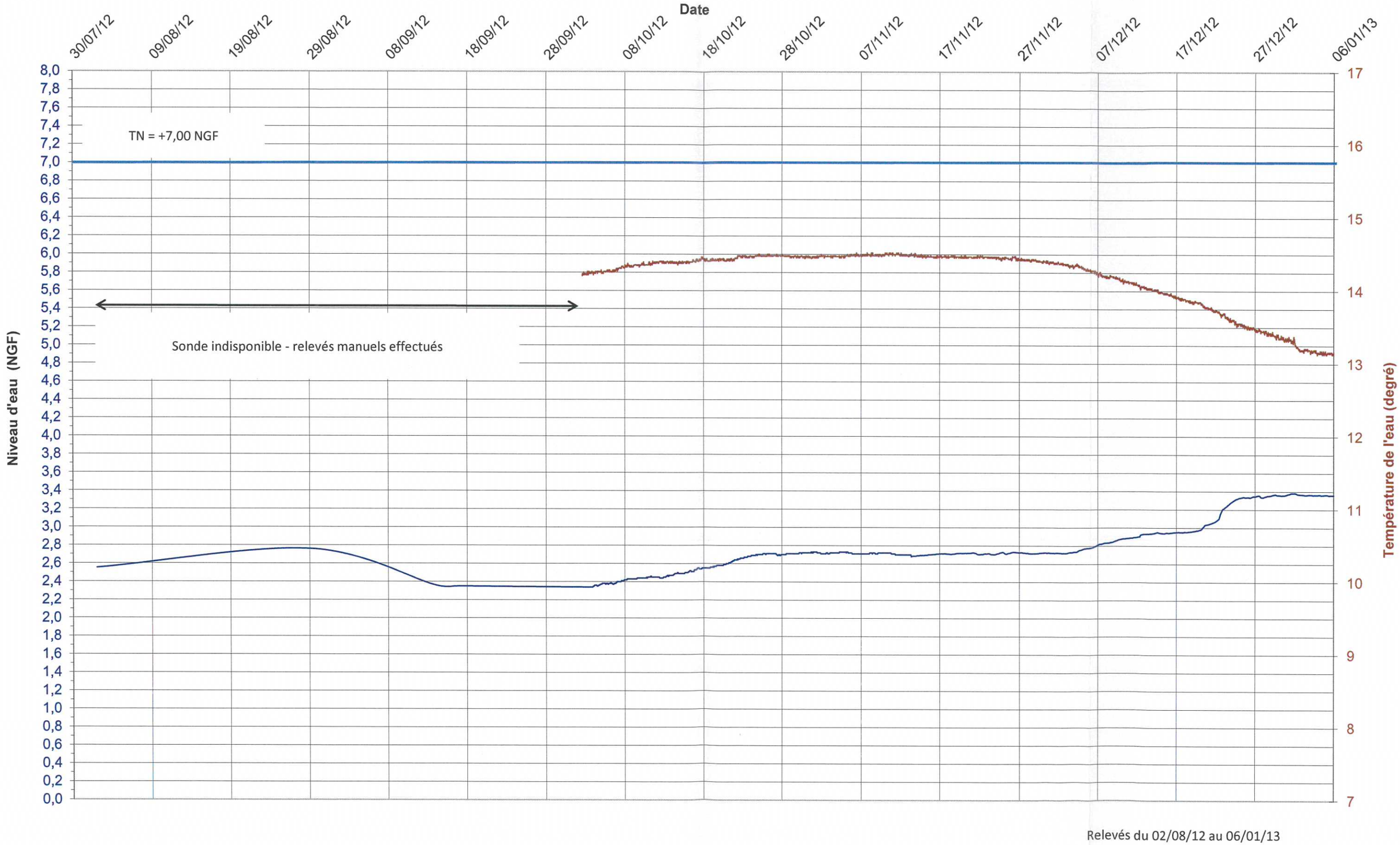
Niveau d'eau en m/TNactuel fonction du temps



Relevés du 19/11/13 au 24/03/14

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ4 (proche DREAL - Giratoire Rocade Sud III) - 5/9

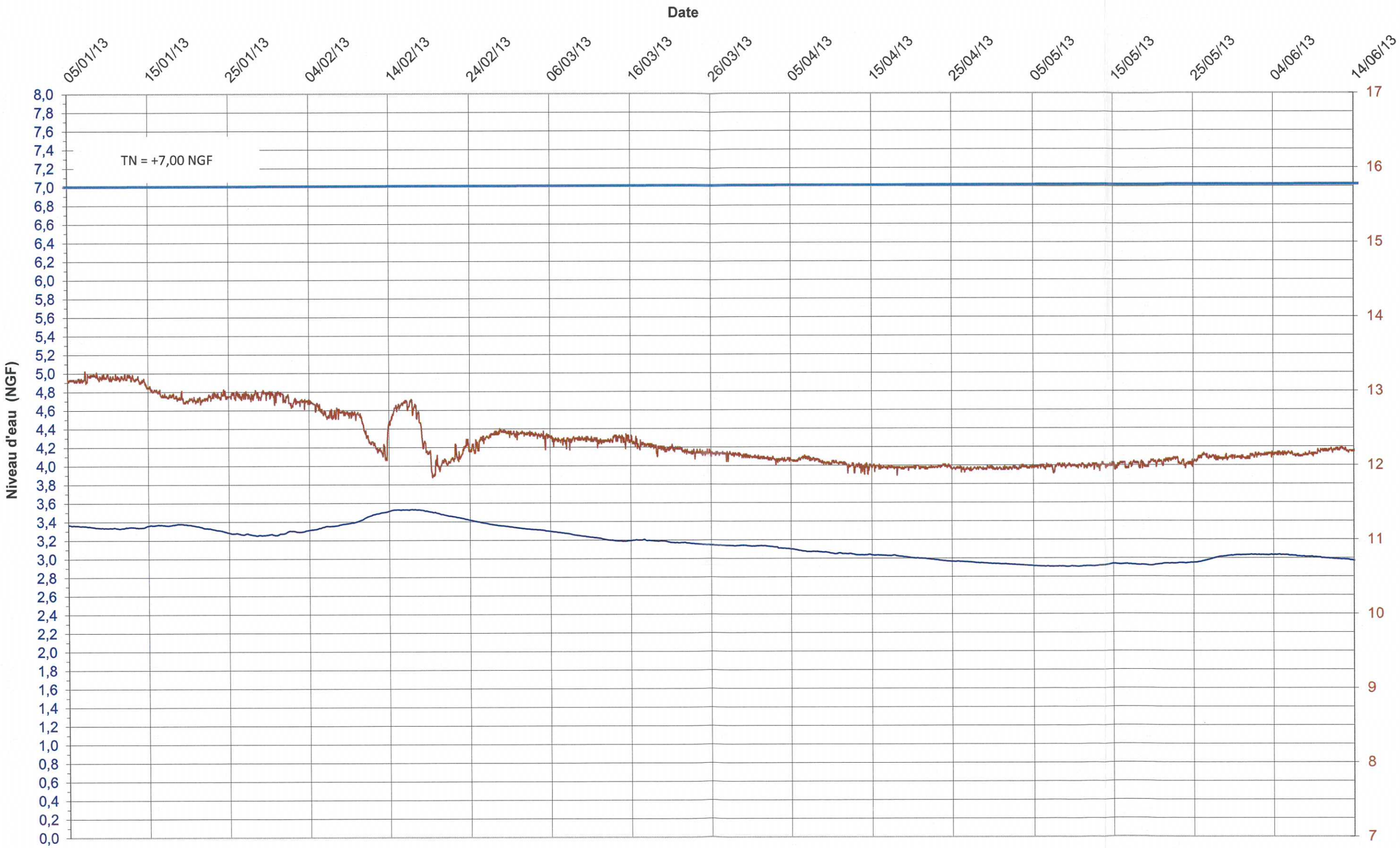
Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 02/08/12 au 06/01/13

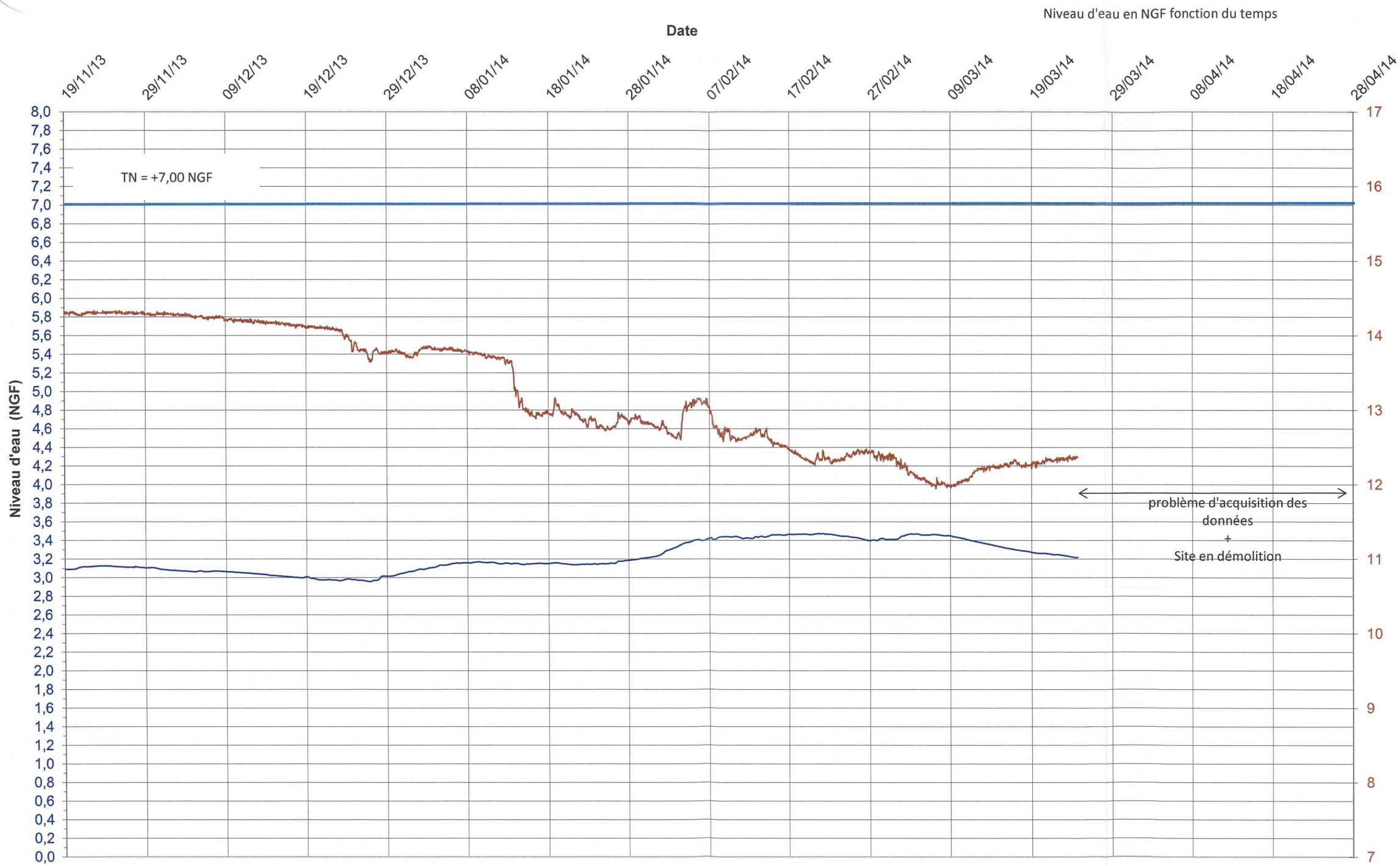
SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ4 (proche DREAL - Giratoire Rocade Sud III) - 6/9

Niveau d'eau en NGF fonction du temps



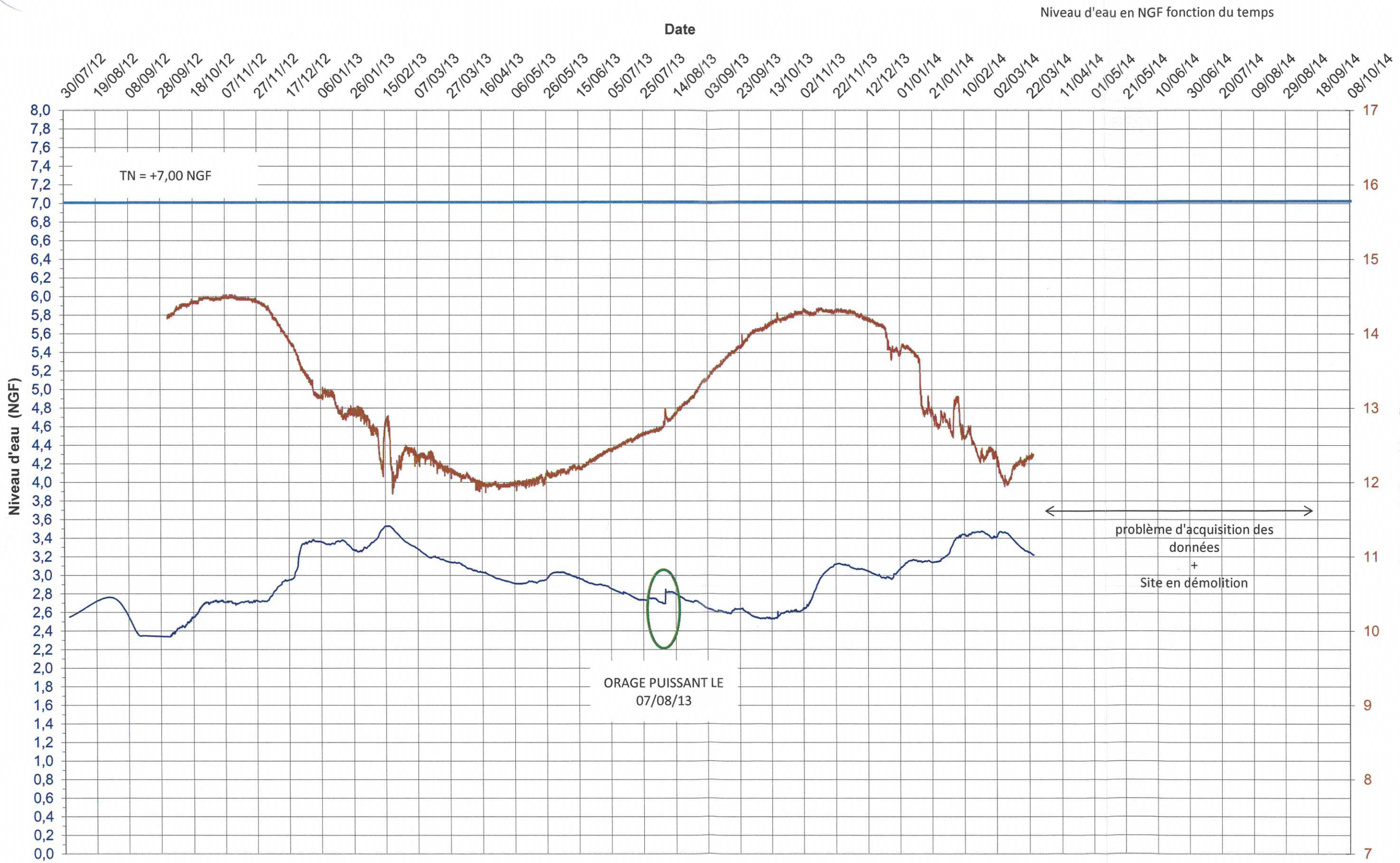
Relevés du 05/01/13 au 14/06/13

SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ4 (proche DREAL - Giratoire Rocade Sud III) - 8/9



SPLA CREA AMENAGEMENT- SUIVI PIEZOMETRIQUE - DOSSIER RN12-0034-1
Projet : AMENAGEMENT ECOQUARTIER FLAUBERT - ROUEN (76)
Piézomètre PZ4 (proche DREAL - Giratoire Rocade Sud III) - SYNTHESE - 9/9

Niveau d'eau en NGF fonction du temps



Relevés du 02/08/12 au 01/10/14

Annexe 5 :
Reconnaissance partielle des quais enterrés

SPLA CREA AMENAGEMENT

ECOQUARTIER FLAUBERT – AMENAGEMENT DES BORDS DE SEINE

Cahier 2 : Mission G2 pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques

Reconnaissance partielle des quais enterrés

ROUEN (76)

Dossier RN12 0034

Compte rendu d'essai n° RN12 0034-1-2 Ind. A

OPQIBI
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
N° CERTIFICAT 07 04 1895

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION 3

2. LOCALISATION DU PROJET 3

2.1. Localisation géographique 3
2.2. Topographie et relief 5
2.3. Contexte géologique 5
2.4. Objectif de la campagne 6

3. PROTOCOLE DE MESURE 8

3.1. Principe du géoradar 8
3.2. Matériel de mesure 9
3.3. Mise en œuvre 10
3.4. Etalonnage des paramètres d'enregistrement 10
3.5. Incertitudes de mesures 10

4. RESULTATS DE LA PREMIERE CAMPAGNE DE MESURES 11

4.1. Profils radargrammes 11
4.2. Localisation des investigations 12
4.3. Synthèse des structures observées 14
4.4. Niveaux d'eau observés 17

5. RESULTATS DE LA DEUXIEME CAMPAGNE DE MESURES 20

5.1. Localisation des investigations 20
5.2. Synthèse des structures observées 22

6. CONCLUSIONS DE LA PROSPECTION GEOPHYSIQUE ET RECOMMANDATIONS 24

7. SONDAGES DE CONTROLE/RECONNAISSANCE 24

7.1. Résultats de la reconnaissance 24
7.2. Conclusions 25

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du projet de construction de deux canaux fluviaux dans l'éco-quartier de Rouen, *ABROTEC* est intervenu pour réaliser une prospection géophysique par levés au géoradar afin de localiser des structures enterrées (anciens quais) située dans la zone du futur Canal.

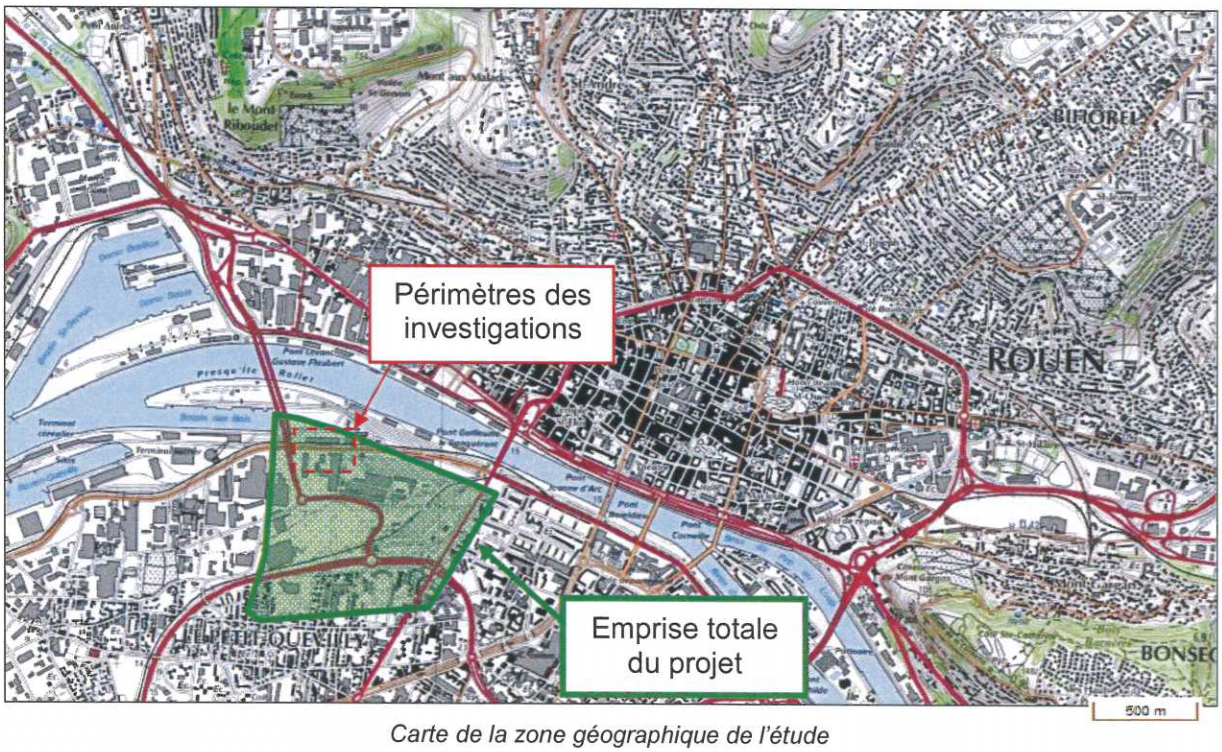
La première campagne de terrain a été réalisée le 6 février 2013. Les résultats étant partiel, une campagne complémentaire a été menée les 27 et 28 mars 2013.

Elle a été ensuite poursuivie par des investigations destructives réalisées au droit des anomalies géophysiques.

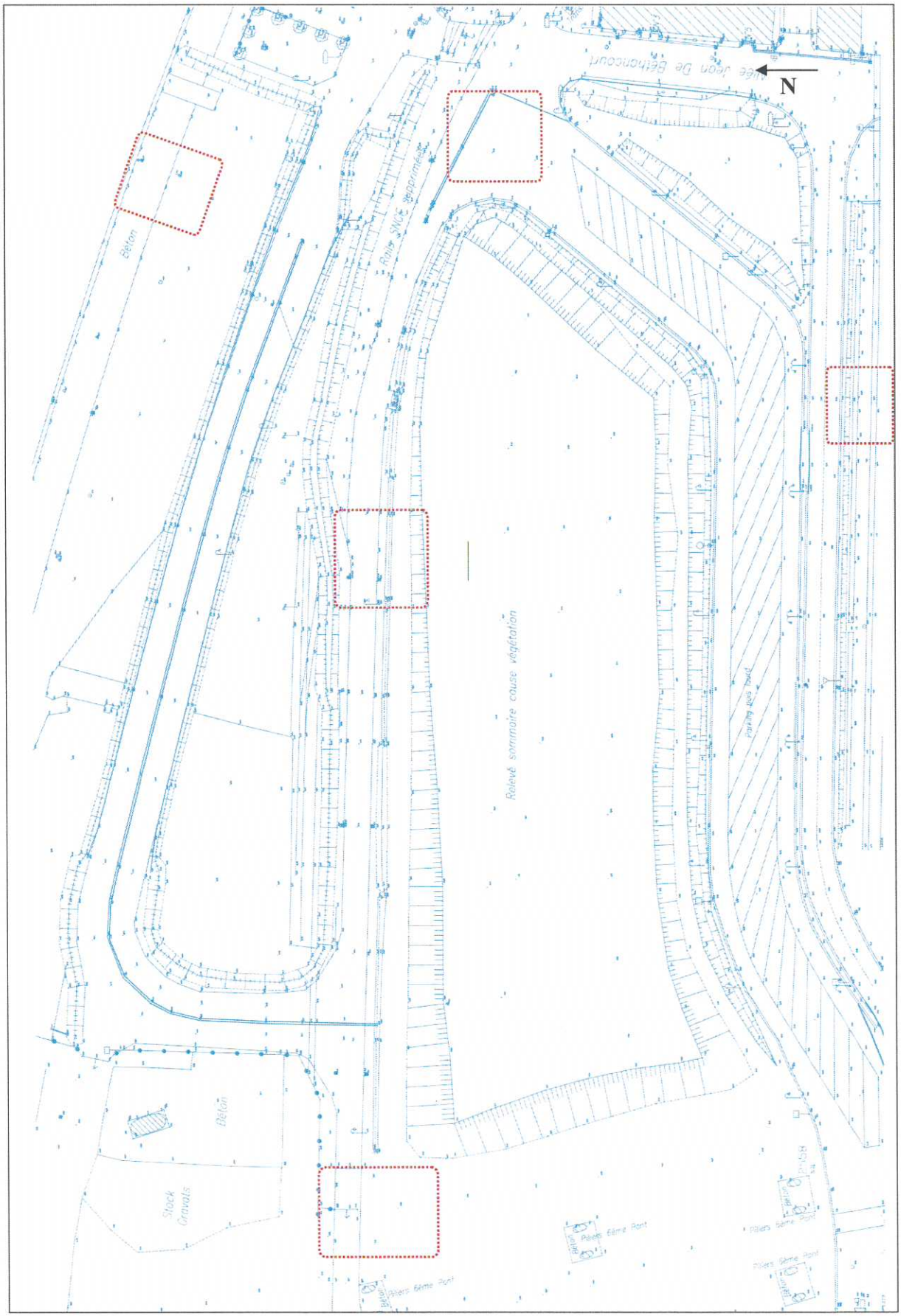
2. LOCALISATION DU PROJET

2.1. Localisation géographique

Le projet est situé sur la commune de Rouen (76), (voir figure ci-dessous).



Carte de la zone géographique de l'étude



Périmètre des investigations – Localisation des 5 zones à mesurer

2.2. Topographie et relief

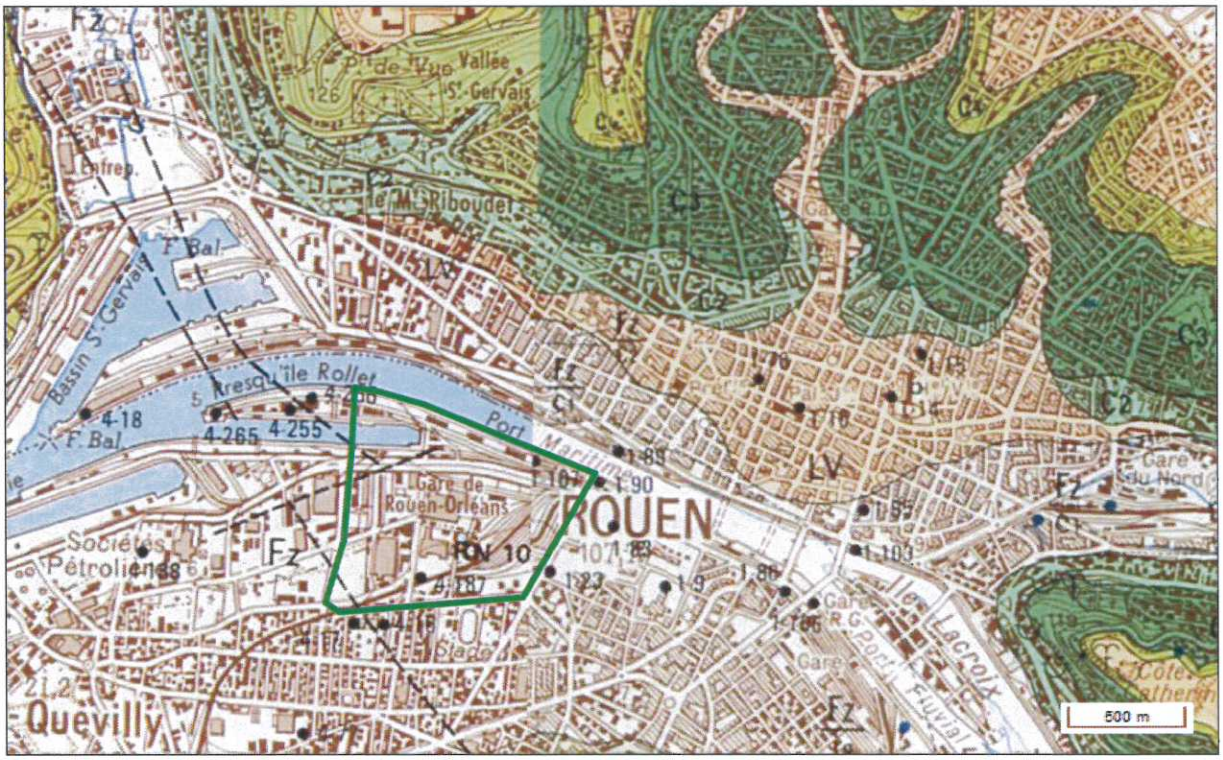
La portion de terrain investiguée se situe à une altitude moyenne de **6 m NGF**.

La pente du site est nulle.

2.3. Contexte géologique

La figure ci-après présente un extrait de la carte géologique au 1/50 000 de la zone d'étude.

L'analyse de cette carte montre que le terrain investigué est situé sur des alluvions modernes de la Seine.

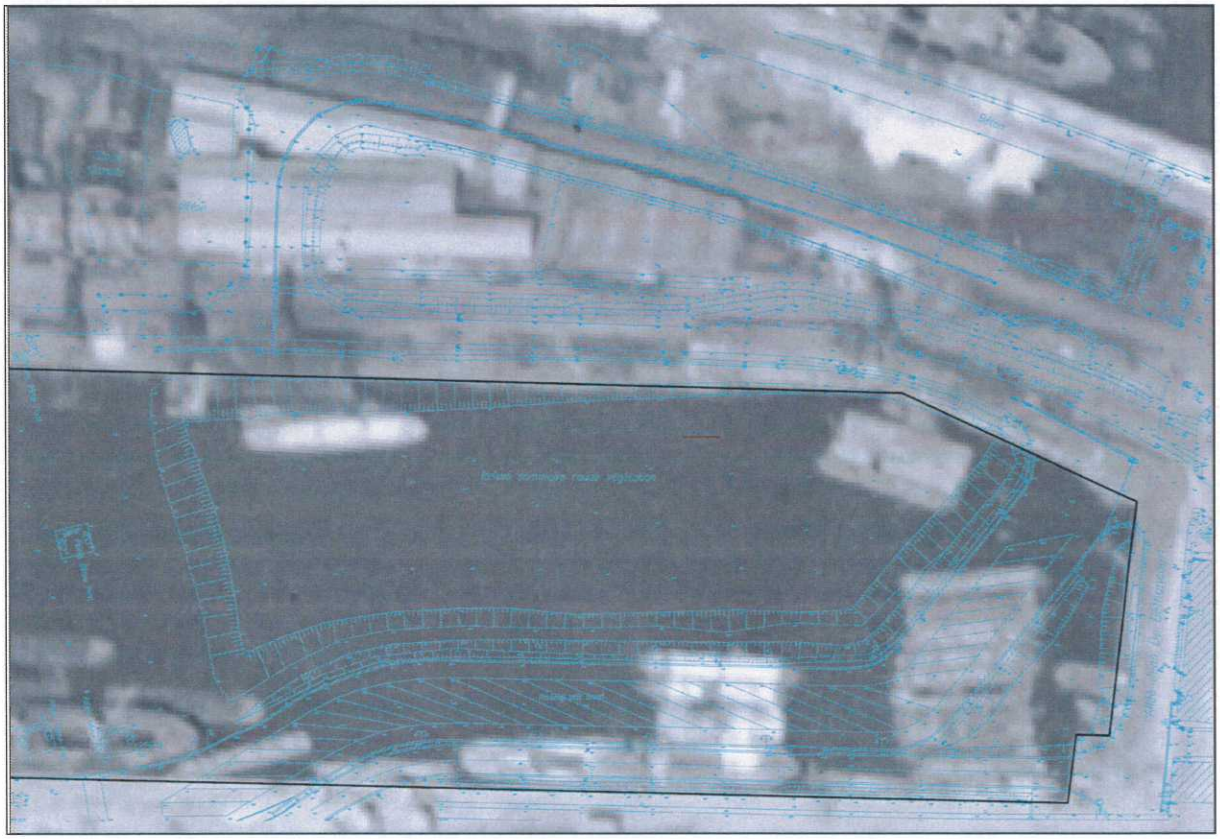


Extrait de la carte géologique

Ces alluvions sont généralement constituées de matériaux siliceux, grossiers et hétérogènes (sables, gravillons, graviers, galets de toutes dimensions).

2.4. Objectif de la campagne

Le site renfermerait un bassin remblayé. Ce dernier, en bord de quai, présenterait les contours suivants :

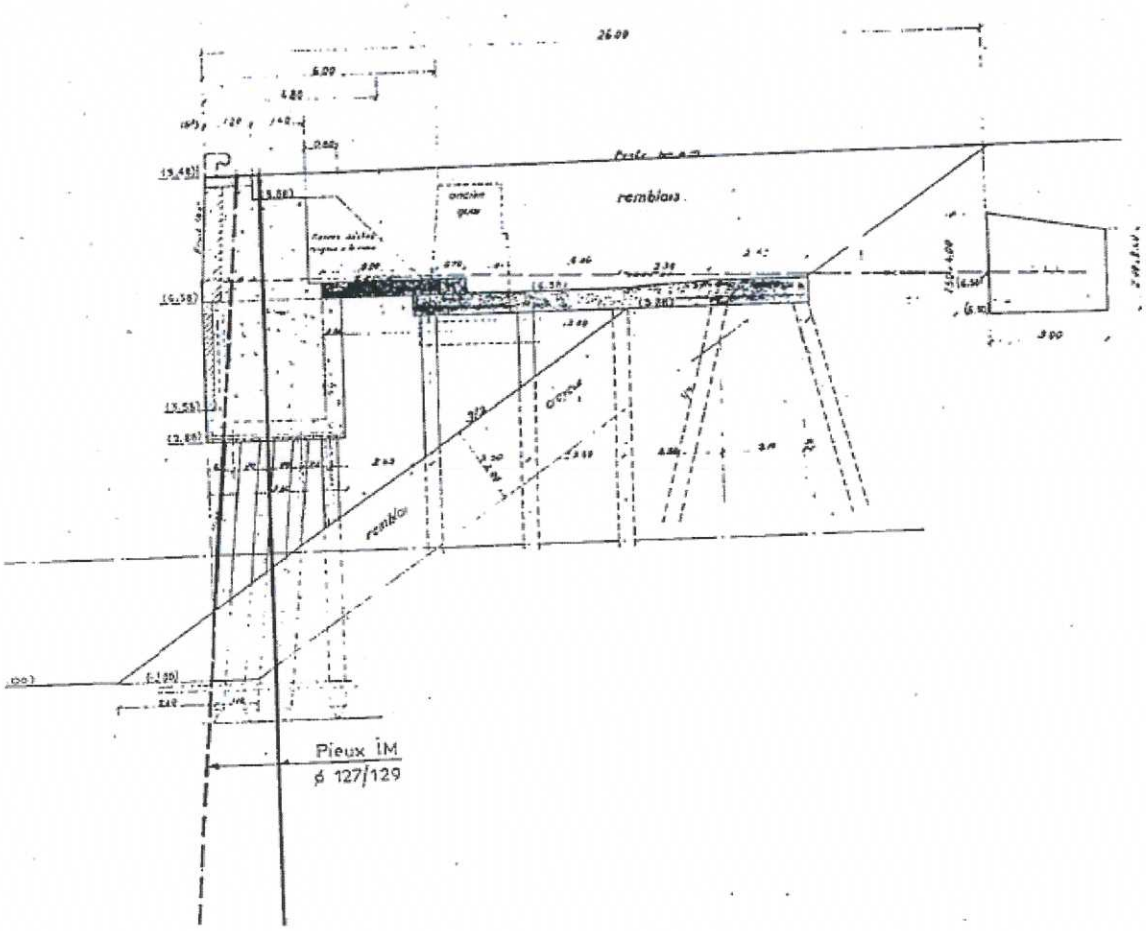


Localisation des contours présumés de l'ancien bassin sur plan du site

Les objectifs pour chacune des zones sont les suivants :

- localiser la position de l'ancien quai ;
- localiser les éléments de structure du quai (voir figure suivante), notamment des massifs de béton qui devraient être positionnés à environ 3 m de la limite du bassin.

Photographie du site au 31-12-1946



Structure supposée de l'ancien quai

3. PROTOCOLE DE MESURE

3.1. Principe du géoradar

Le géoradar est muni d'un émetteur et d'un récepteur. Un train d'ondes est émis par l'émetteur à une fréquence précise dépendant de l'antenne utilisée. Le géoradar est sensible aux variations de permittivité diélectrique et de résistivité du sol.

A chaque changement d'un de ces deux paramètres dans le sol, une partie de l'énergie de l'onde est réfléchie à l'interface des deux couches, une autre partie continue plus en profondeur. Ainsi de suite, à chaque couche ou anomalie dans le sol. Le récepteur mesure les ondes réfléchies arrivant en surface.

La profondeur d'investigation du géoradar dépend essentiellement de la fréquence de l'onde et de la résistivité et de la permittivité du sol. Plus la fréquence est faible, plus la profondeur est grande. En revanche, la taille minimale des objets détectés est également plus importante.

Si la résistivité diminue ou si la permittivité augmente, la profondeur d'investigation diminue. Cette profondeur dépend donc des caractéristiques du sol.

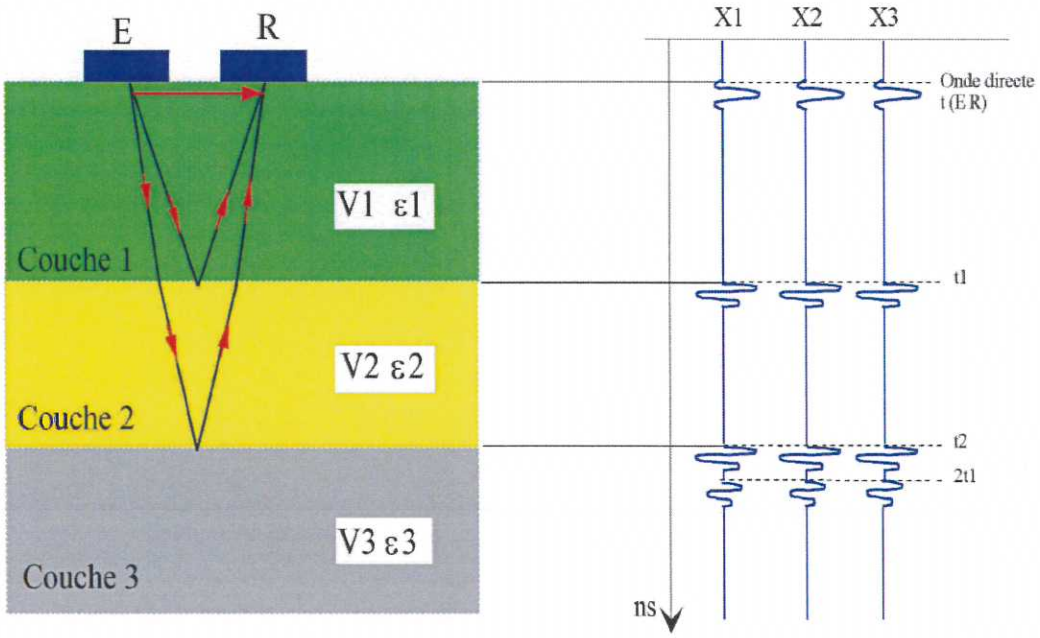


Schéma de principe du géoradar

Le géoradar est particulièrement indiqué pour détecter des structures enterrées. En effet, le contraste de résistivité entre les matériaux de constructions (béton, maçonnerie…) et le sol est assez important. Ainsi la réflexion des ondes sur la surface des ouvrages enterrés est importante.

Matériaux	Résistivité	Permittivité relative
Air	∞	1
Eau douce	10^1-10^3 Ω.m	81
Eau de mer	0,3 Ω.m	77
Roches sèches	10^3-10^4 Ω.m	4-8
Argiles	0.5-10^2 Ω.m	8-10
Sable sec	10^3-10^6 Ω.m	4-6
Sable saturé d'eau douce	10^1-10^4 Ω.m	30

Valeurs de résistivité et de permittivité relative pour différents matériaux

Cette technique permet également de localiser avec précision des objets enterrés. Ces derniers forment des niveaux de réflexion fonction de leur forme. Les canalisations produisent par exemple une réflexion en forme d'hyperbole caractéristique.

3.2. Matériel de mesure

Les mesures sont réalisées à l'aide d'un géoradar IDS STREAM MT comportant :

- un système d'acquisition autonome ;
- un système d'enregistrement et visualisation ;
- 8 antennes 200 MHz ;
- un système GPS.

Photographie du géoradar STREAM MT

Ce radar utilise la récente technologie de l'unité de contrôle DAD Fast Wave qui permet une réponse rapide en utilisant un grand nombre de canaux. L'acquisition se fait transversalement et longitudinalement en un seul passage.

3.3. Mise en œuvre

Le géoradar est placé sur un chariot muni d'un odomètre mesurant une position exacte le long du profil par rapport à un point origine. Le signal est tracé et enregistré au fur et à mesure de l'avancement, ce qui permet d'obtenir un profil longitudinal et transversal du terrain.

La combinaison de profils accolés permet, par interprétation logiciel, d'obtenir une tomographie 2D et 3D du terrain.

Les séries de profils sont positionnées dans l'espace grâce à un système DGPS et à la roue codeuse mesurant l'avancement par rapport à une ligne repère.

3.4. Etalonnage des paramètres d'enregistrement

Le géoradar accomplit un procédé d'étalonnage et de calibration automatisé sur demande de l'opérateur. La vitesse du milieu (dont dépend la profondeur apparente) est alors établie et le signal est ajusté.

L'étalonnage est réalisé à chaque changement de revêtement ou de type de sol afin de garantir un enregistrement de qualité optimale tout au long du tracé.

3.5. Incertitudes de mesures

Erreur sur les données

L'erreur sur les données est calculée d'après la déviation standard des enregistrements fournie par la reproductibilité expérimentale de ces derniers. Les mesures sont en effet répétées plusieurs fois afin de minimiser l'erreur. L'erreur est ainsi uniquement basée sur les valeurs mesurées et non sur le protocole de mesure.

Erreur sur l'interprétation

La profondeur d'investigation dépendant du sol, les profondeurs des anomalies rencontrées doivent être calées. L'erreur sur ce calage est minimisée en multipliant les repères en profondeur (limite de couche, canalisation, etc…).

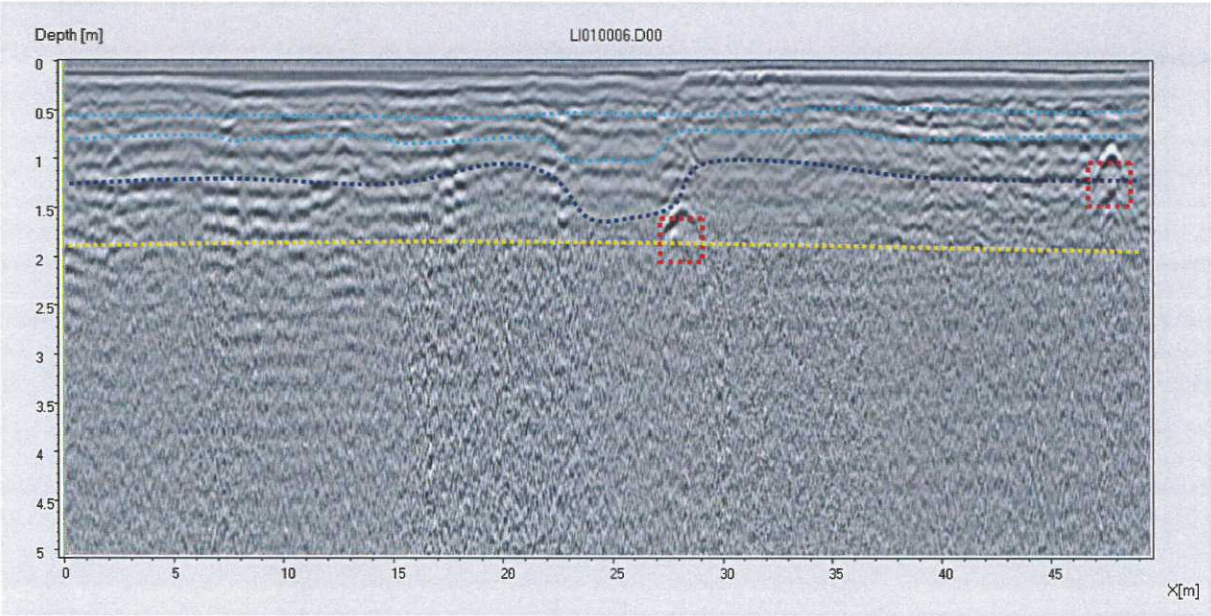
4. RESULTATS DE LA PREMIERE CAMPAGNE DE MESURES

4.1. Profils radargrammes

Les données enregistrées ont ensuite été traitées pour obtenir des profils radargrammes.

Ceux-ci permettent de visualiser les différents composants du sous-sol, ainsi que les irrégularités ou anomalies diverses.

L'exemple de radargramme suivant a été obtenu à l'issue du traitement informatique.



Radargramme – Position des observations et différents horizons observés

Sur les profils, sont observées sur un plan 2D la structure géologique et des éventuelles observations (structure / objet enterré, présence d'eau / de cavités…).

Les réflecteurs horizontaux (en bleu clair et bleu foncé) correspondent à des interfaces entre des milieux à permittivités diélectriques différentes. La continuité horizontale de ces niveaux de réflexion suppose une structure en « couches » superposées.

Certains niveaux sont plus réflecteurs que d'autres (bleu clair). Ce phénomène indiquerait des contrastes de propriétés physiques (et donc de composition) plus forts que d'autres.

Les anomalies rencontrées (en rouge) sont caractérisées par un signal localement réfléchi au sein d'une couche assez homogène. La forme du signal enregistré dépend de la nature et de la morphologie de l'anomalie.

Par exemple, une anomalie de forme cylindrique (canalisation, vide…) est marquée par une hyperbole régulière caractéristique.

L'eau présente une permittivité diélectrique particulièrement élevée, elle absorbe une grande partie des ondes électromagnétiques émises par le GPR (en jaune sur la figure précédente). Les observations en zone saturée sont ainsi très difficiles.

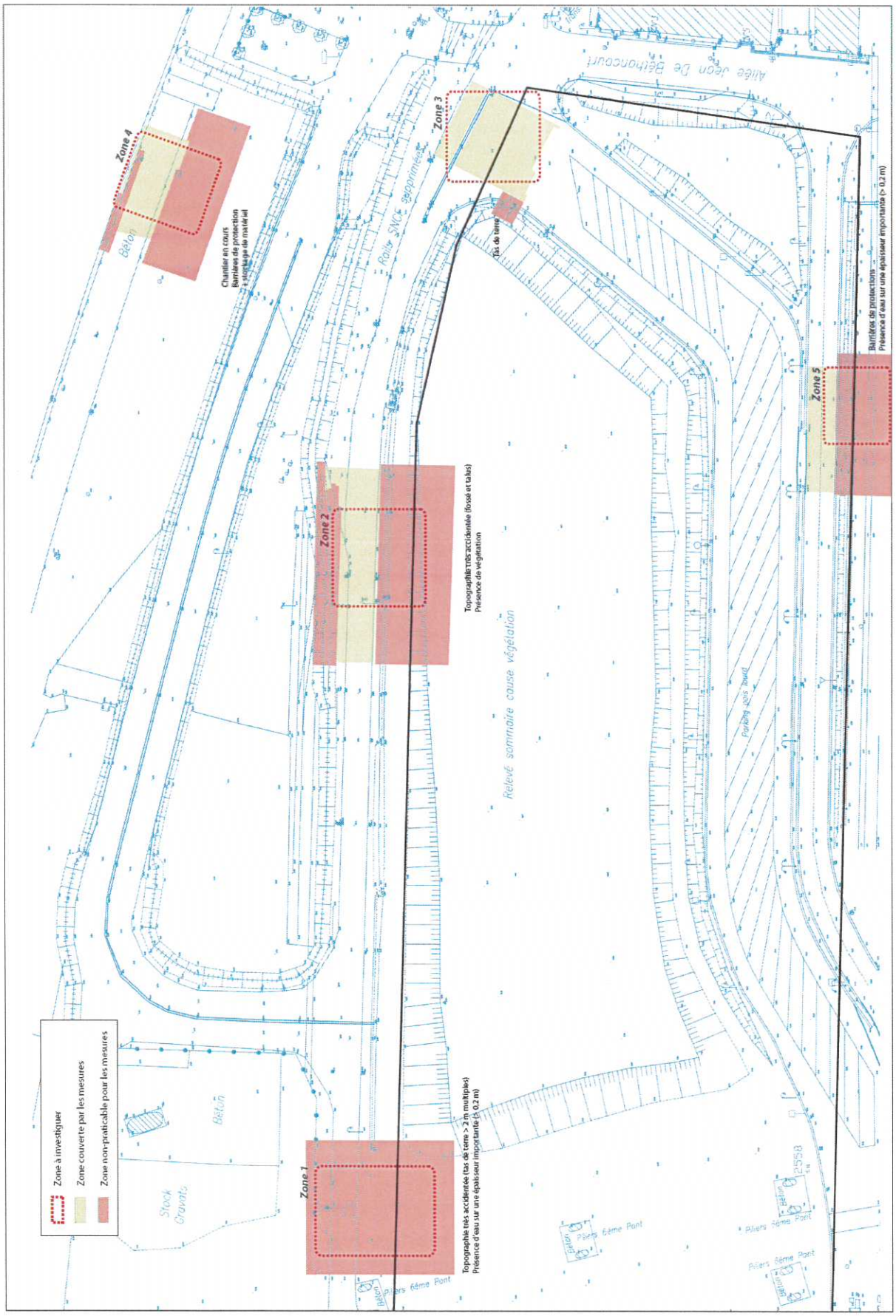
La présence de la nappe phréatique sur le site à une profondeur de 1,5 à 2,0 m a restreint la profondeur des observations.

4.2. Localisation des investigations

Les zones de voirie et les espaces verts présentaient, le jour des investigations, différents obstacles (barrières, arbres, banc, poubelles…). Le dispositif de mesure s'est ainsi limité aux espaces disponibles.

La figure suivante présente la localisation de la surface couverte par géoradar (un agrandissement est fourni en annexe).

La présence d'eau ou d'encombrement du site ont empêché les investigations sur une partie des surfaces à investiguer (voir photographies de la campagne de mesure en annexe du rapport).

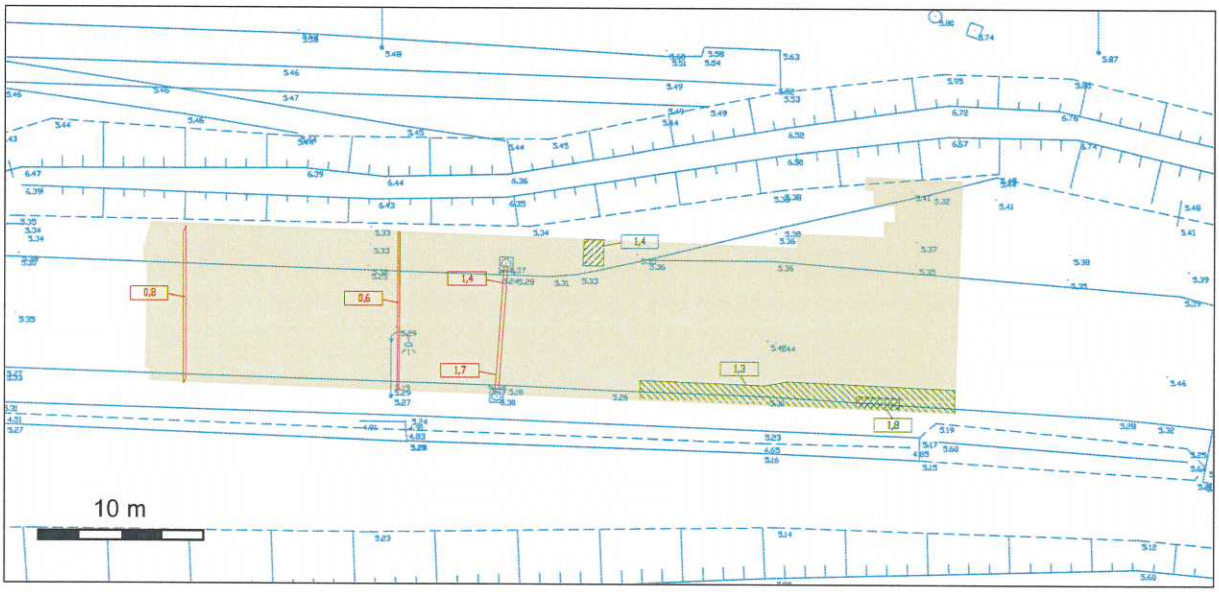


Délimitation des zones investiguées

4.3. Synthèse des structures observées

Les mesures ont mis en évidence plusieurs structures enterrées. Elles sont présentées (délimitation et profondeur) sur un plan à l'échelle en annexe du rapport.

Zone 2

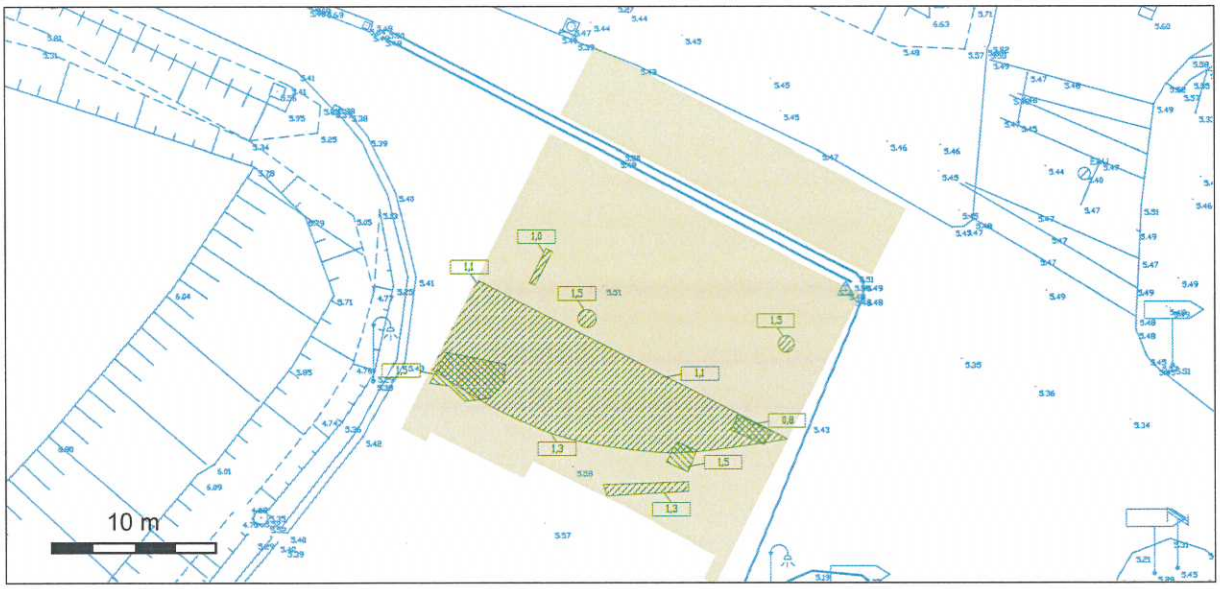


Observations de la Zone 2

Les interprétations montrent :

- 3 réseaux recoupant la route du Nord au Sud ;
- 2 structures présentant des formes régulières, il pourrait s'agir d'éléments de structure de l'ancien quai.

Zone 3

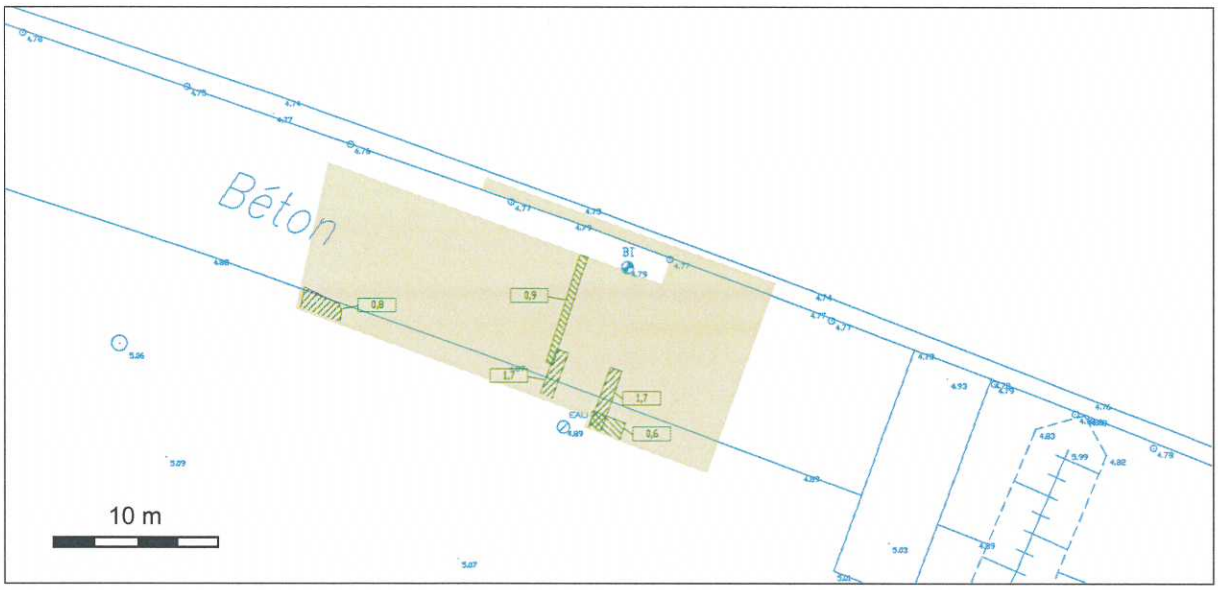


Observations de la Zone 3

Les interprétations montrent :

- 1 structure de taille importante délimitée au nord par une ligne droite et au sud par une ligne courbe. La limite nord pourrait marquer la limite de l'ancien bassin ;
- 5 structures présentant des formes peu régulières, il pourrait s'agir d'éléments de structure de l'ancien quai ;
- 2 structures de forme parfaitement circulaire, il pourrait s'agir de regards borgnes ou d'éléments de structure de l'ancien quai.

Zone 4

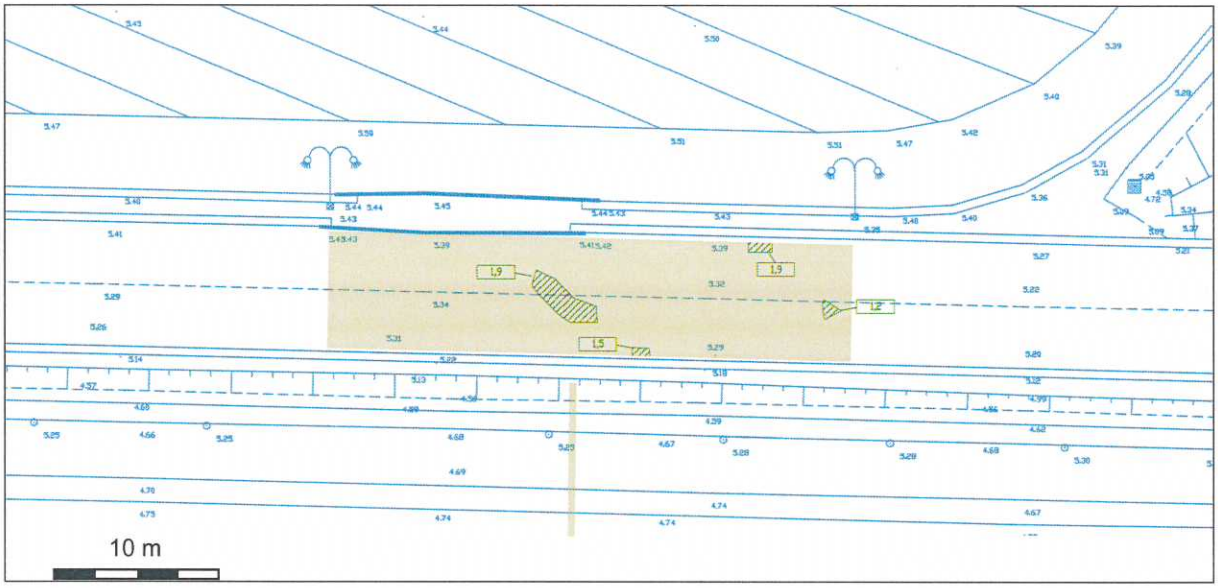


Observations de la Zone 4

Les interprétations montrent :

- 3 structures présentant une forme régulière allongée, il pourrait s'agir d'éléments de structure de l'ancien quai ou du quai en place ;
- 2 structures de forme peu régulière, il pourrait s'agir d'éléments de structure de l'ancien quai.

Zone 5



Observations de la Zone 5

Les interprétations montrent :

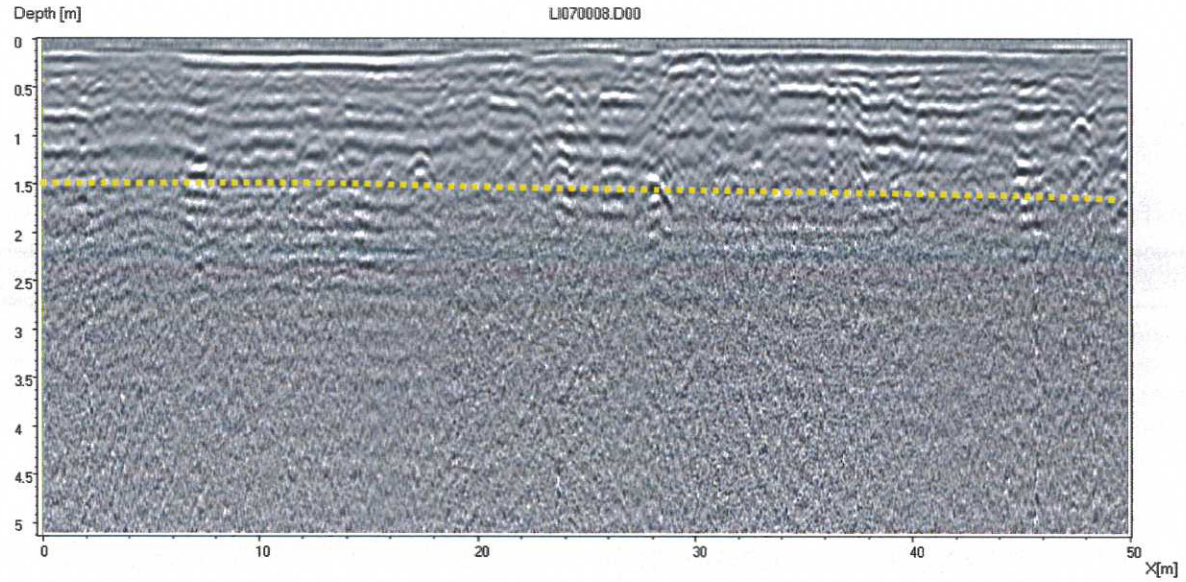
- 4 structures de forme peu régulière, il pourrait s'agir d'homogénéités importantes au sein des remblais ou de gravas de grande taille noyés dans les remblais.

4.4. Niveaux d'eau observés

Les niveaux d'eau au sein du sous-sol ont été observés à des profondeurs s'échelonnant de 1,05 m au niveau de la zone 4 (quai actuel) à 2,05 m au niveau de la zone 5 (la plus éloignée de la Seine).

Les radargrammes interprétés suivants montrent la surface piézométrique pour chacune des 4 zones investiguées.

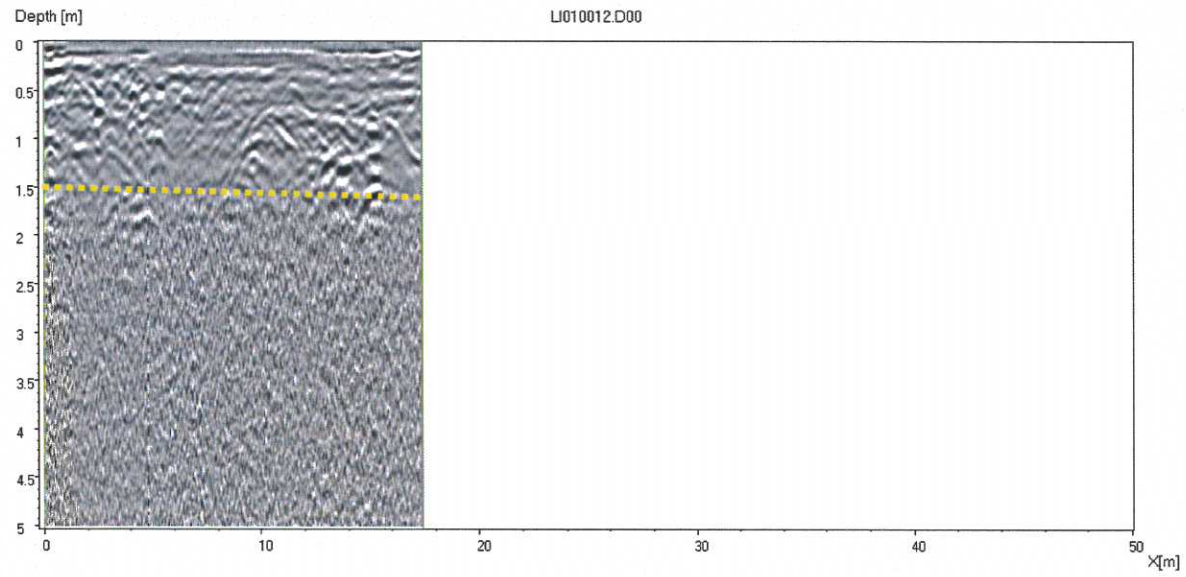
Zone 2



Radargramme interprété - Zone 2 (SWATH 8 ; Antenne 1) - Surface piézométrique

Profondeur moyenne observée : **1,45 m**

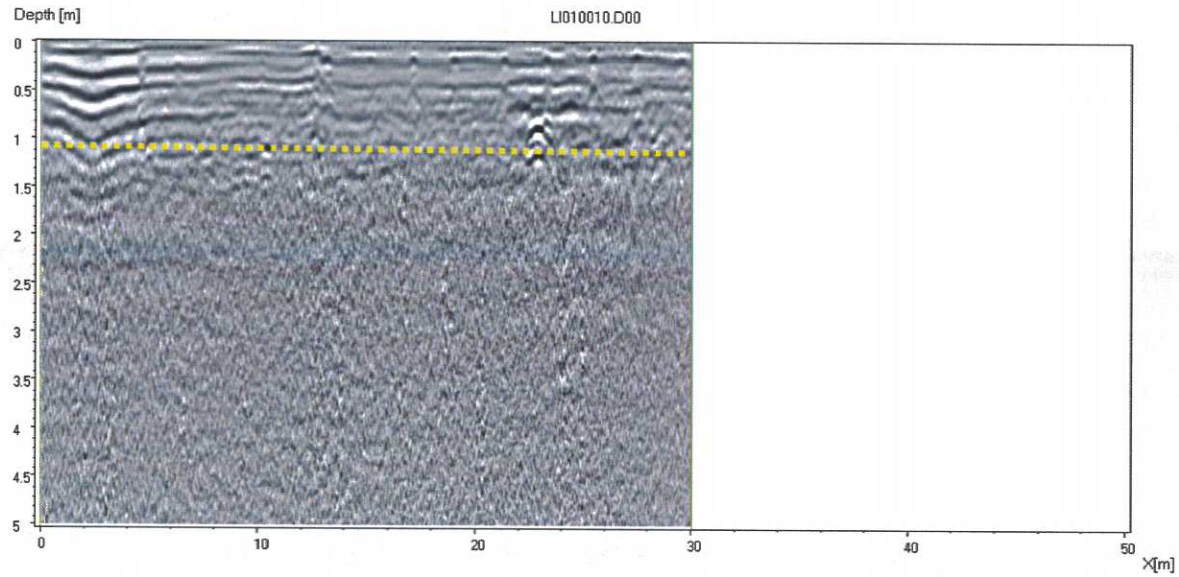
Zone 3



Radargramme interprété - Zone 3 (SWATH 12 ; Antenne 1) - Surface piézométrique

Profondeur moyenne observée : **1,50 m**

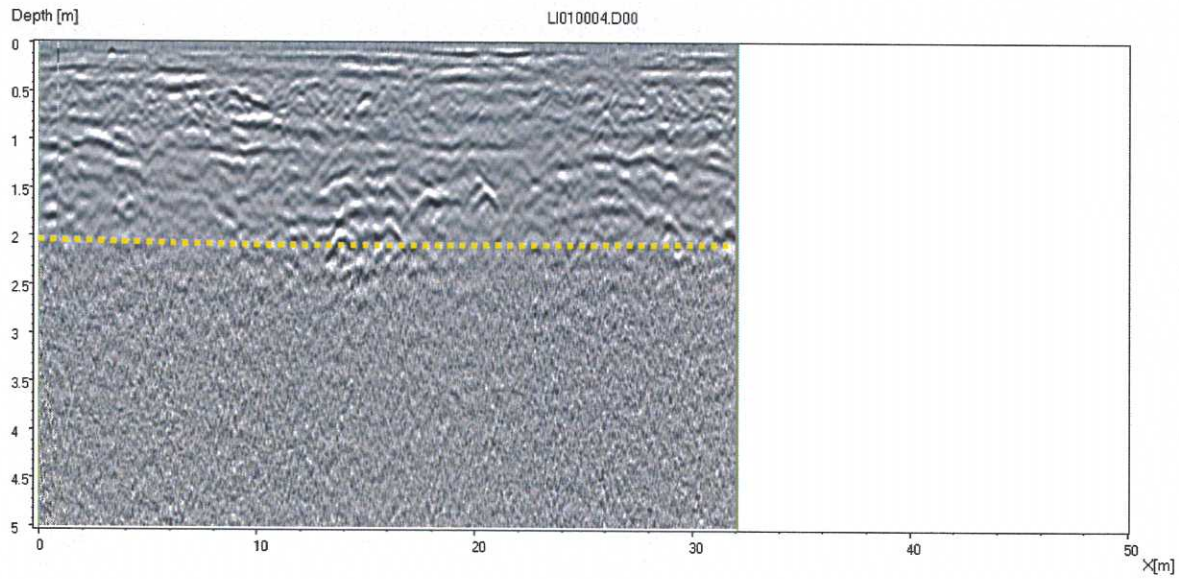
Zone 4



Radargramme interprété - Zone 4 (SWATH 10 ; Antenne 1) - Surface piézométrique

Profondeur moyenne observée : **1,05 m**

Zone 5



Radargramme interprété - Zone 5 (SWATH 4 ; Antenne 1) - Surface piézométrique

Profondeur moyenne observée : **2,05 m**

5. RESULTATS DE LA DEUXIEME CAMPAGNE DE MESURES

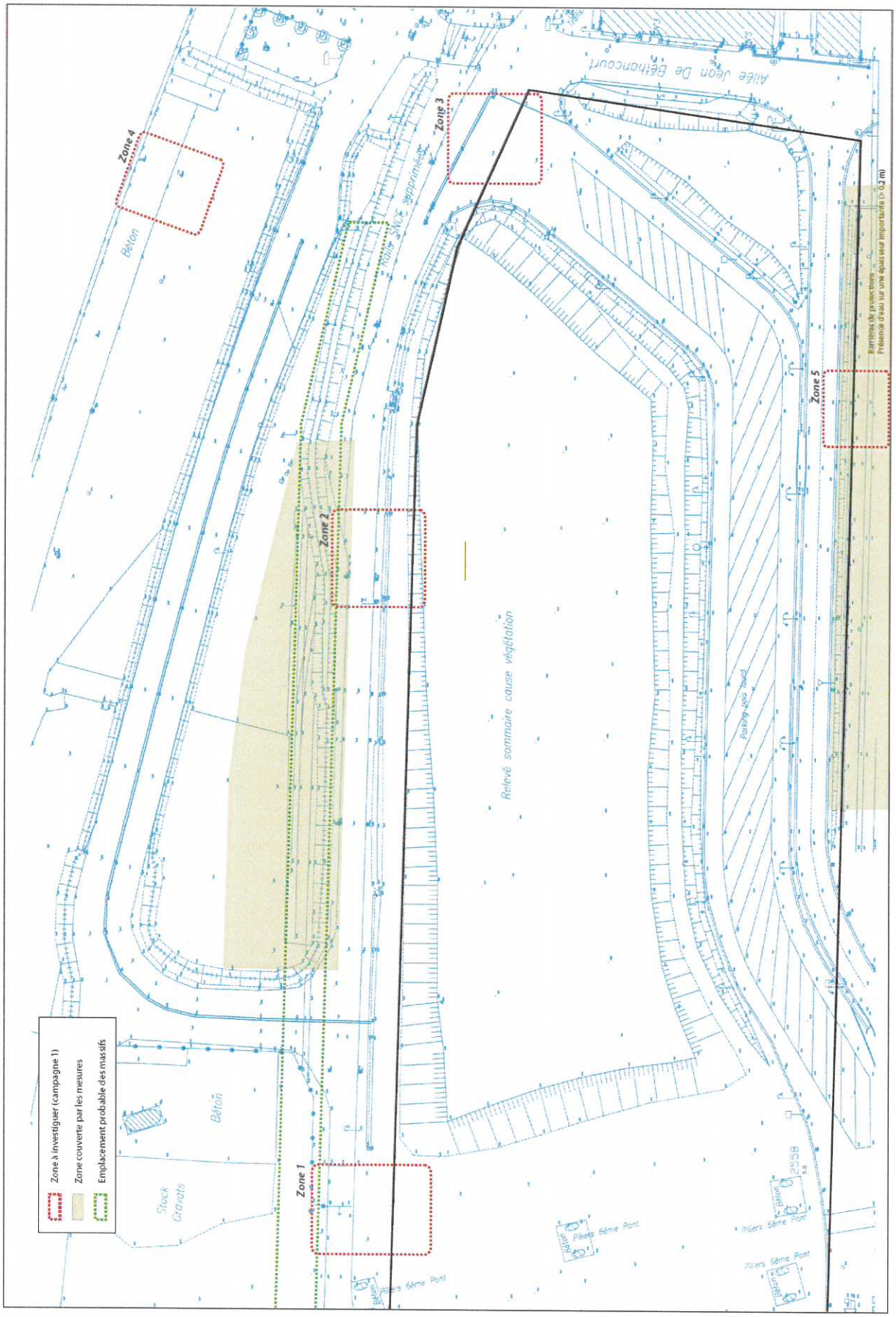
5.1. Localisation des investigations

Lors de la 2ème campagne les zones 2 et 5 étaient moins encombrées et dépourvue d'eau au sol.

Les investigations ont ainsi porté essentiellement sur ces 2 parties.

D'après le schéma de la structure supposée de l'ancien quai, des massifs en béton se trouveraient à environ 26 m de la bordure. Des investigations ont ainsi été menées sur l'ensemble de la bande comprise entre 20 et 30 m afin de tenter de localiser ces structures enterrées.

Il est fourni en page suivante la délimitation des zones investiguées los de la seconde campagne.



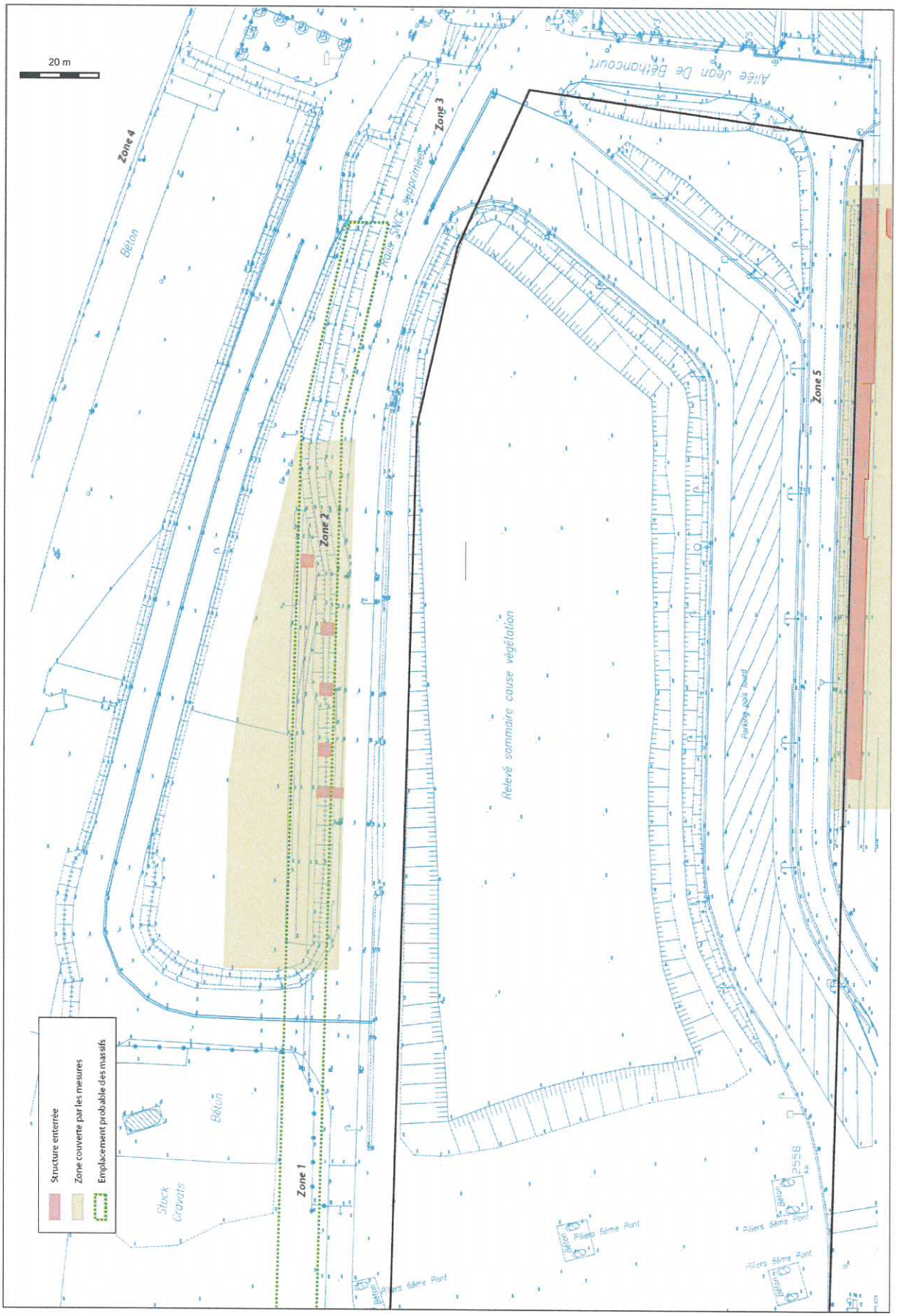
Délimitation des zones investiguées – campagne n°2

5.2. Synthèse des structures observées

Les mesures ont mis en évidence plusieurs structures enterrées. Elles sont représentées sur le plan schématique suivant.

Les observations montrent 4 structures enterrées au niveau de la zone 2 (profondeur d'environ 2,3 m/TN) et la structure de l'ancien quai au niveau de la zone 5.

Les structures localisées ont été marquées au sol. Les photographies de la campagne figurent en annexe du rapport.



Observations GPR – Campagne n°2

6. CONCLUSIONS DE LA PROSPECTION GEOPHYSIQUE ET RECOMMANDATIONS

Dans le cadre du projet de construction de deux canaux fluviaux dans l'Ecoquartier de Rouen, *ABROTEC* est intervenu pour réaliser une prospection géophysique par levés au géoradar afin de localiser des structures enterrées.

Les mesures ont mis en évidence plusieurs structures enterrées pouvant correspondre à des éléments de l'ancien quai du bassin remblayé.

En raison d'un encombrement important du site ou de la présence d'eau dans le sol, les mesures n'ont pu être réalisées sur l'ensemble des zones à investiguer lors de la première campagne du 6 février 2013.

La nappe phréatique a été observée, au 6 février 2013, entre 1,05 m de profondeur au niveau du quai actuel et 2,05 m au niveau des hangars en place au sud du site.

Les résultats des mesures de la première campagne permettent de conclure sur la position de l'ancien quai sur la zone 3 uniquement.

Lors de la deuxième campagne, menée les 26 et 27 mars 2013, ont été repérés 4 structures enterrées au niveau de la zone 2 et la structure de l'ancien quai au niveau de la zone 5.

7. SONDAGES DE CONTROLE/RECONNAISSANCE

Les anomalies détectées lors de la prospection géophysique ont pour objectifs de vérifier leur nature et leur profondeur.

Les investigations ont consistées en des méthodes destructives au moyen de sondages à la pelle mécanique et de sondages destructifs paramétrés. Le résultat de ces sondages figure en annexe n°6.

7.1. Résultats de la reconnaissance

Les sondages ont été menés au droit des zones anomalies 1, 2, 3 et 5. En complément, des sondages destructifs ont été effectués au droit présumé de l'ancienne rampe d'accès aux Bassin aujourd'hui remblayé donnant sur l'Allée de Béthencourt.

Il en ressort les éléments suivants :

a. Le puits à la pelle (PM1) a permis de reconnaitre le quai enterré. Il est constitué d'une tête en béton (ou granite) reposant sur une structure en maçonnerie de briques. La base de ce quai est située au-delà de 2.3 m de profondeur (profondeur d'arrêt du sondage).

b. Les puits à la pelle (PM2, PM3, PM4) a permis de reconnaitre le quai enterré. Il est constitué d'une tête en béton (ou granite) reposant sur une structure en maçonnerie de briques. La base de ce quai est située au-delà de 2.3 m de profondeur (profondeur d'arrêt du sondage).

Par les diagraphies mesurées notamment en SD102, la base du mur peut être estimée vers 3.5/4.0 m.

c. Les puits à la pelle (PM5, PM6, PM7) ont révélés la présence de nombreuses infrastructures diverses et variées, telles que des rails de chemin de fer (traverses et rail), d'anciennes fondations maçonnées ou dalle béton,…

   Reconnues quasiment dès la surface, ces vestiges n'ont pas permis de reconnaitre d'éventuels blocs sous-jacents qui auraient pu servir de contrefort à des tirants du quai enterré (blocs caractéristiques non reconnus au droit des sondages destructifs).

d. Les sondages SD106 à SD108, réalisés en partie Nord, à l'endroit présumé de l'ancienne rampe d'accès, n'ont pas révélés d'ancienne structure en béton pouvant être mis en relation avec l'ancienne rampe.

   Les sondages SD109 à SD110, réalisés en partie Sud, à l'endroit présumé de l'ancienne rampe d'accès, n'ont également pas mis en évidence d'élément en béton pouvant être en relation avec l'ancienne rampe. Il est toutefois observé en SD111 la présence d'un élément en béton entre 3.5 et 4.7 m de profondeur (soit 1.2 m d'épaisseur). Il peut s'agit d'un bloc erratique puisque non observé au droit des sondages SD109 et SD110.

e. Les sondages SD112 à SD115 montrent la présence du quai enterré, observé au droit du sondage SD113. Ce quai est constitué de haut en bas pas une tête en granite, sur des remblais crayeux puis sablo-graveleux compacts jusqu'à 7 m de profondeur. En raison de son épaisseur (2.8 m), cet élément bois est vraisemblablement un élément vertical de type pieu plus que véritablement un platelage.

   En SD114, un bloc de 0.5 m d'épaisseur est observé entre 3.5 et 4.0 m de profondeur. Par sa faible épaisseur, il ne peut s'agir d'un bloc servant de point d'ancrage à d'éventuel tirant.

7.2. Conclusion

Malgré les moyens d'investigations mis en œuvre, et en raison d'une part des contraintes liées au site (présence de la nappe perturbant les données géophysiques) mais aussi à l'historique (vestiges de fondations), cette étude n'a pu confirmer la présence de blocs servant de point d'ancrage à des tirants du quai enterré et leur positionnement. Cependant, elles ont pu repositionner les limites de l'ancien quai Bassin Aux Bois.

Les résultats obtenus confirment la très forte hétérogénéité des éléments anthropiques enterrés.

Lors des travaux de terrassements, la rencontre d'éléments enterrés très variés est donc certaine, nécessitant l'utilisation de procédé particulier (pelle de forte puissance, BRH, dérocteur,…).

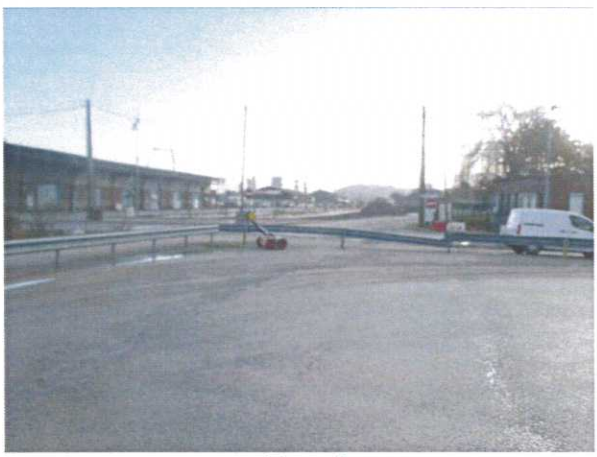
Annexe 1 :
Photographies de la 1ère campagne de terrain

Matériel de mesure

Zone 3

Zone 3

Zone 3

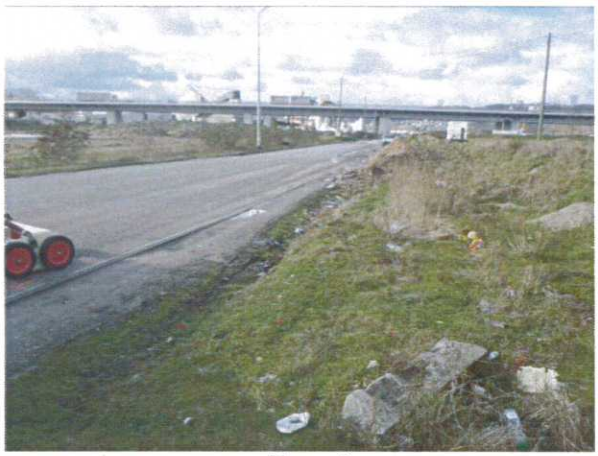


Zone 3

Zone 3

Zone 2

Zone 2



Zone 2

Zone 2

Zone 1

Zone 1

Zone 4

Zone 4

Zone 4

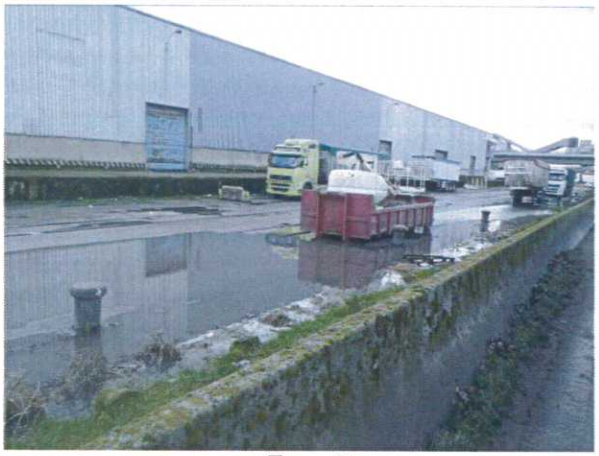
Zone 4

Zone 4

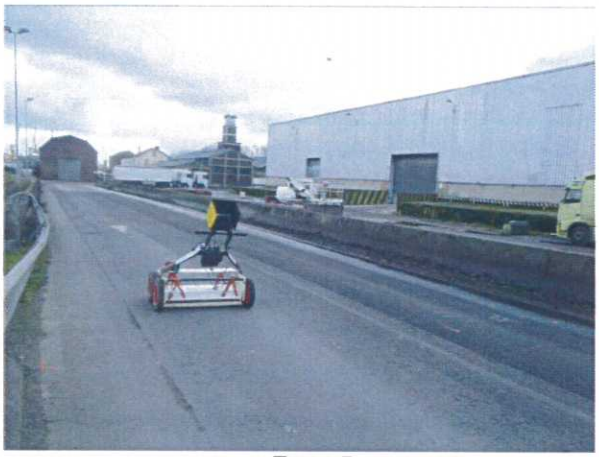
Zone 5

Zone 5

Zone 5



Zone 5



Zone 5

Annexe 2 :
Localisation des investigations sur plan du site

Zone à investiguer

Zone couverte par les mesures

Zone non-praticable pour les mesures

Stock Gravats

Béton

Zone 1

Topographie très accidentée (tas de terre > 2 m multiples)
Présence d'eau sur une épaisseur importante (> 0,2 m)

Zone 2

Topographie très accidentée (fossé et talus)
Présence de végétation

Zone 4

Chantier en cours
Barrières de protection
+ stockage de matériel

Zone 3

Tas de terre

Relevé sommaire couse végétation

Parking poids lourd

Zone 5

Barrières de protections
Présence d'eau sur une épaisseur importante (> 0,2 m)

Allée Jean De Béthancourt

Annexe 3 :
Localisation des observations sur plan du site

Abrotec Normandie

Rouen (76)

PA-GEO-12-2504 | Date : 22 / 02 / 2013

Echelle : 1 / 300

Recheche de structure enterrée
par méthode Géoradar (GPR)

-

Ecoquartier
Rouen (76)

LEGENDE

Réseau enterré

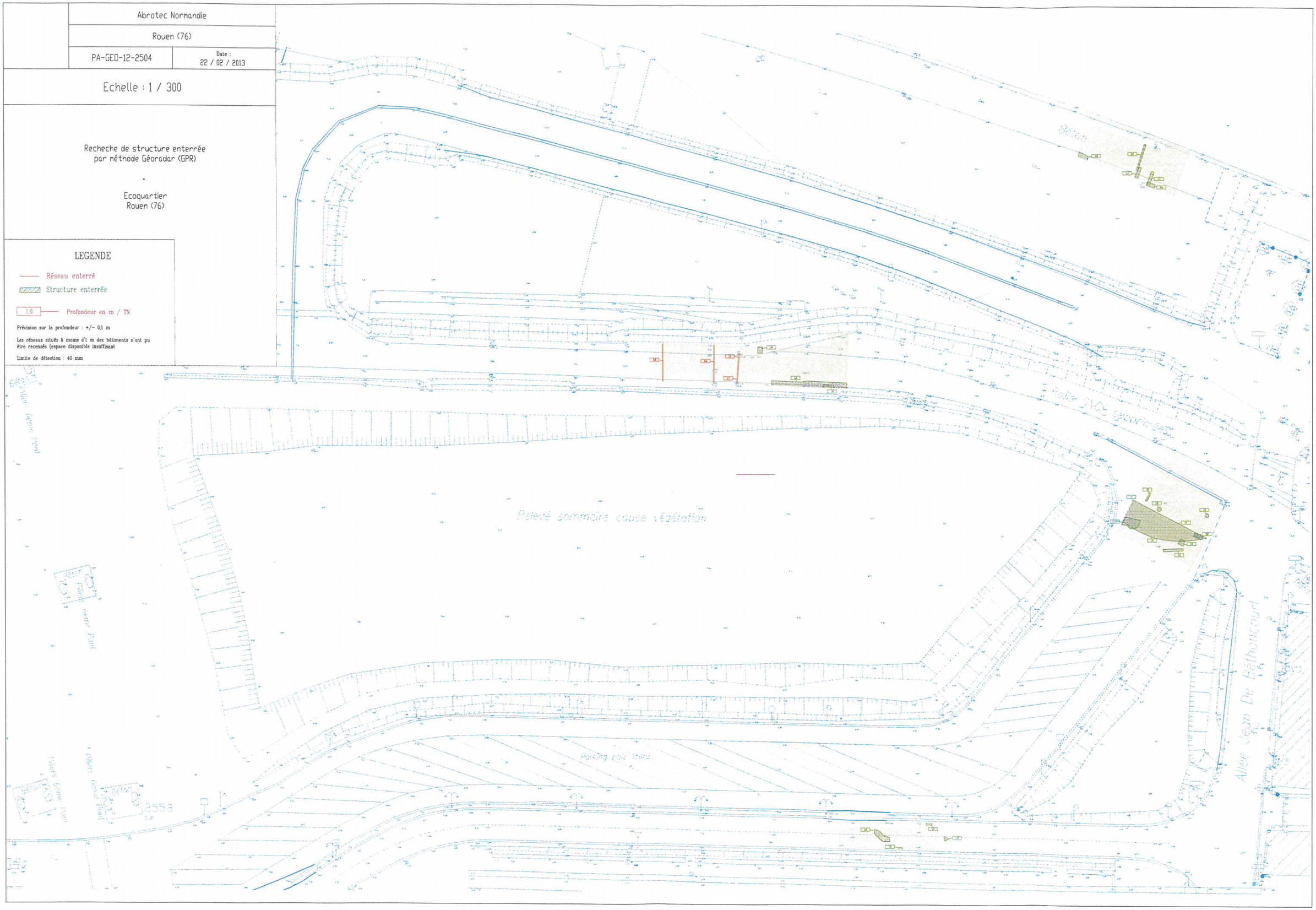
Structure enterrée

1.0 Profondeur en m / TN

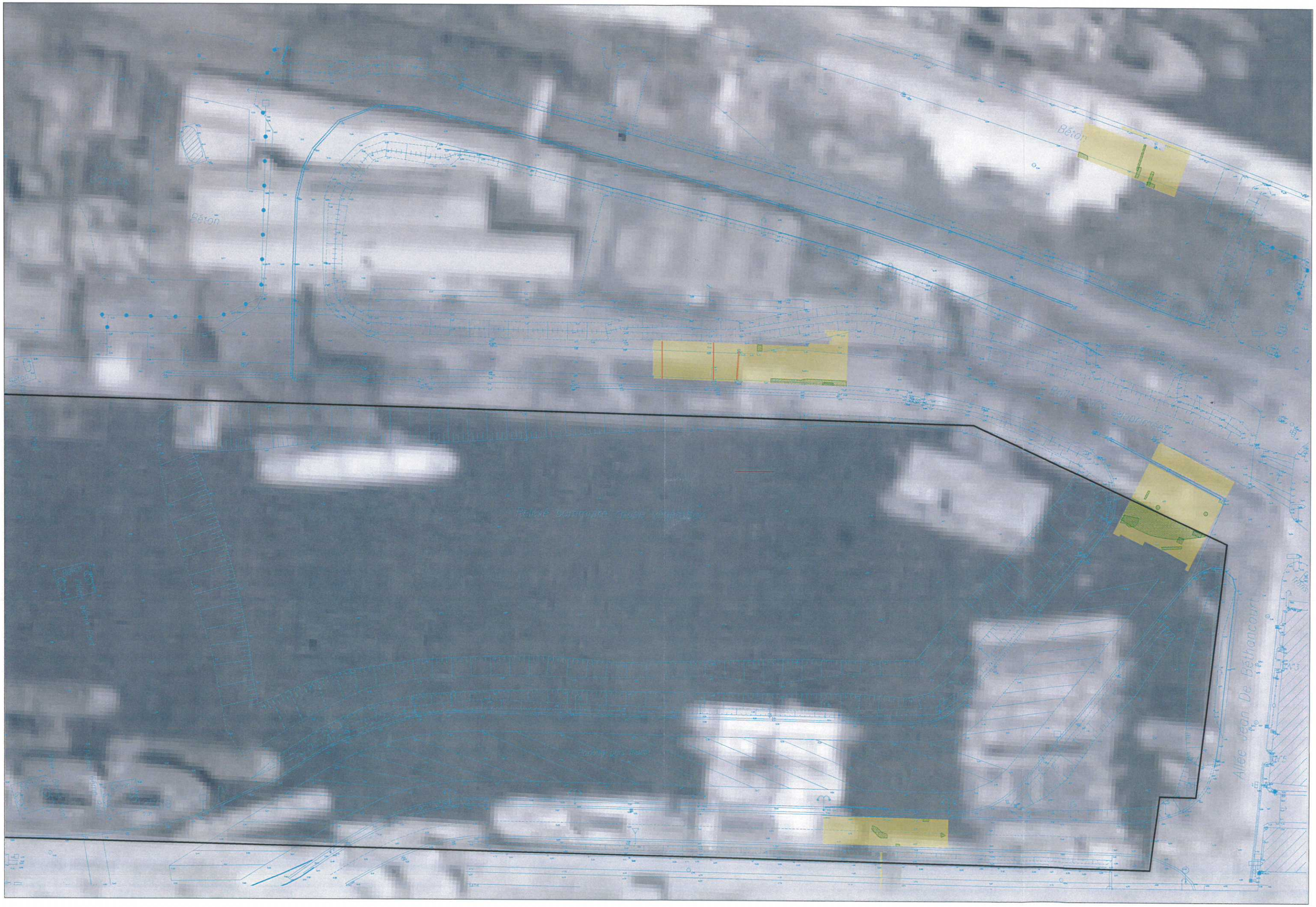
Précision sur la profondeur : +/- 0,1 m

Les réseaux situés à moins d'1 m des bâtiments n'ont pu être recensés (espace disponible insuffisant

Limite de détection : 40 mm



Annexe 4 :
Localisation des observations sur photographies aérienne

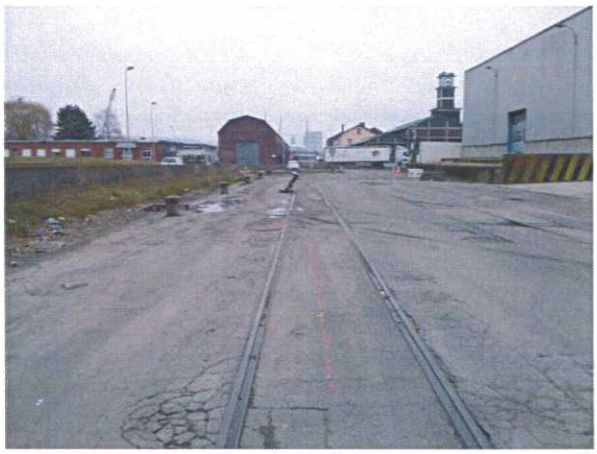

Béton
Béton
Allée Jean De Bethancourt

Annexe 5 :
Photographies de la 2ème campagne de terrain

Zone 5

Zone 5

Zone 5

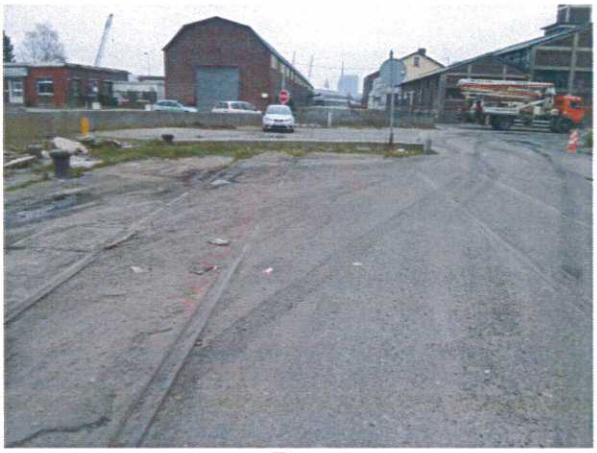


Zone 5

Zone 5

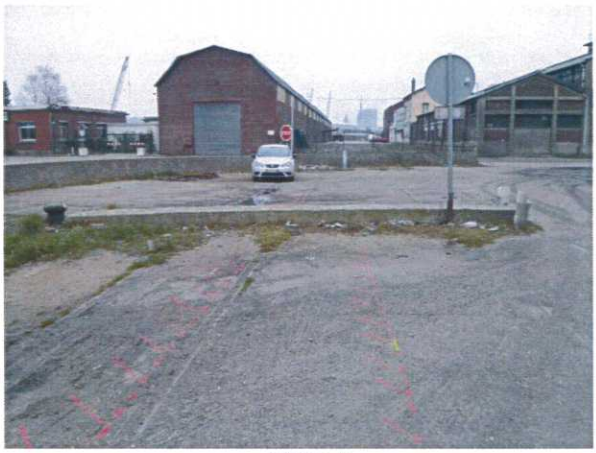
Zone 5

Zone 5



Zone 5

Zone 5



Zone 5

Zone 5

Zone 2

Zone 2

Zone 2

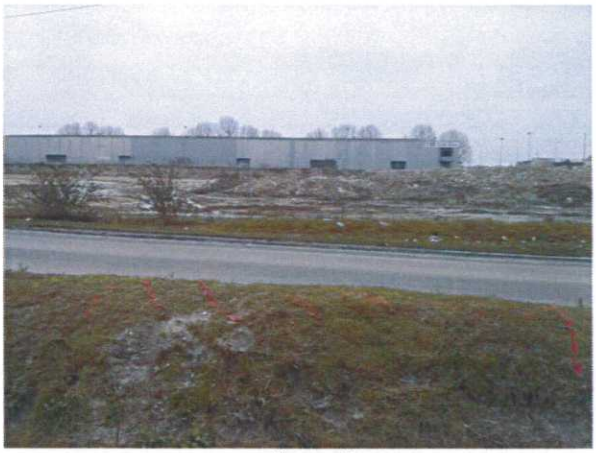
Zone 2

Zone 2

Zone 2

Zone 2

Zone 2



Zone 2

Annexe 6 :
Résultats des investigations destructives

Abrotec

PLAN D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN SITU

CLIENT : SPLA CREA AMENAGEMENT DOSSIER : RN12-0034

Chantier : Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert
ROUEN (76)
Reconnaissance d'ouvrages enterrés suite à l'étude géophysique

0 20 40 60 80 100m

20m

PM101
PM102
PM103
PM104
PM105
PM106
PM107
SD101
SD102
SD103
SD104
SD105
SD106
SD107
SD108
SD109
SD110
SD111
SD112
SD113
SD114
SD115

Béton
La Seine
Stock Gravats
Piliers 66ème Pont
Accès Pont
Délimitation théorique du Bassin aux Bois remblayée (quai enterré)
Rails SNCF supprimées
Parking zone haute
Allée Jean De Béthancourt
Zone Fermée
causes zones fermées,
Bascule

Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS

RECONNAISSANCE D'ELEMENT ENTERRE

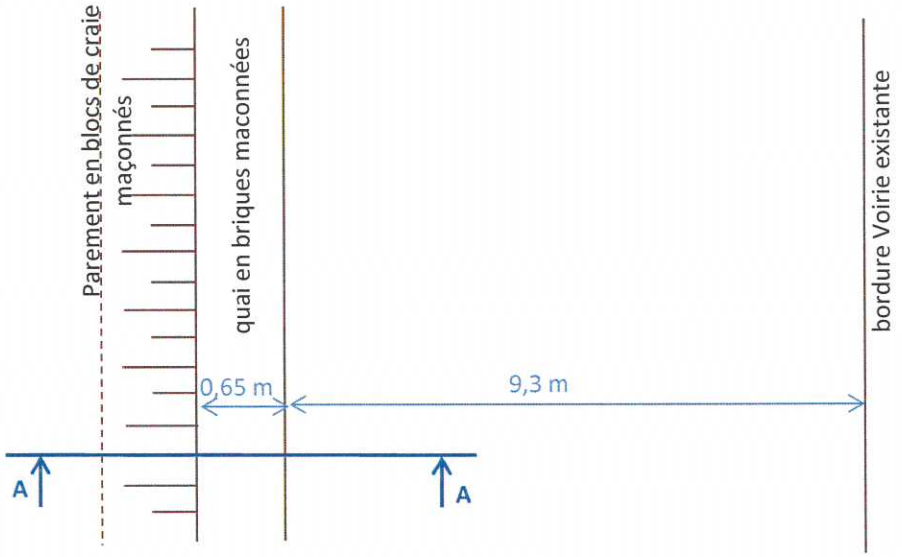
Référence :

N° sondage :	**PM1**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**2,5 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode d'exécution :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert**
Date réalisation :	**03/09/2013**		**Projet Canal**
Date description :	**10/09/2013**		**ROUEN (76)**

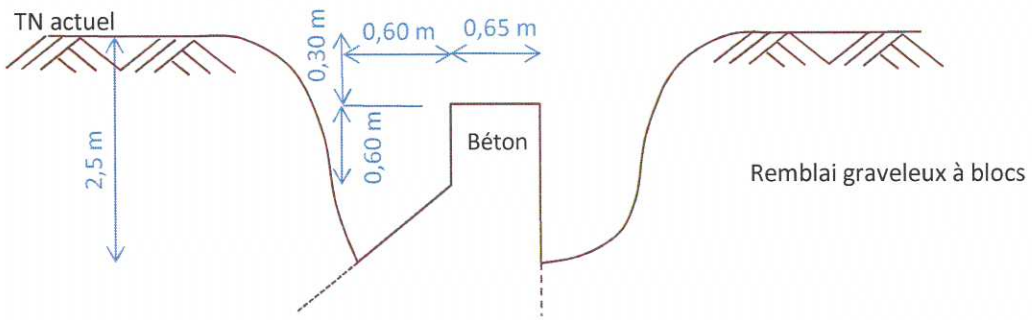
X = 507865 Y = 194288 Z = NGF

CROQUIS

VUE DE DESSUS :



COUPE A.A :



OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Tenue moyenne des parois

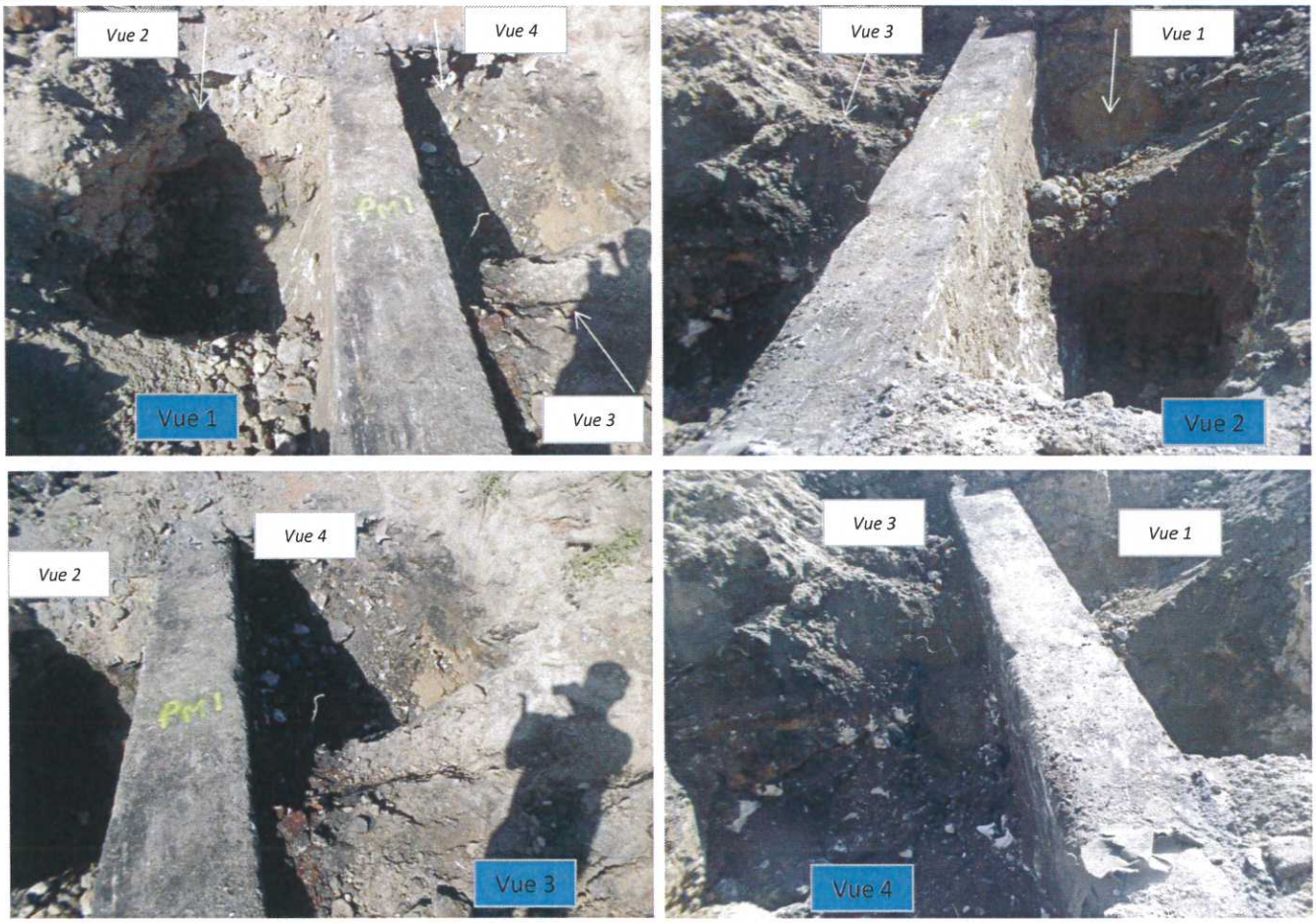
Abrotec	PROCES VERBAL D'ESSAIS RECONNAISSANCE D'ELEMENT ENTERRE

Référence :

N° sondage :	**PM1**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**2,5 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode prélèvement :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert** **Projet Canal** **ROUEN (76)**
Date réalisation :	**03/09/2013**		
Date description :	**10/09/2013**		

X = 507865 Y = 194288 Z = 0,00 NGF

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE



OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Tenue moyenne des parois

0

Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS

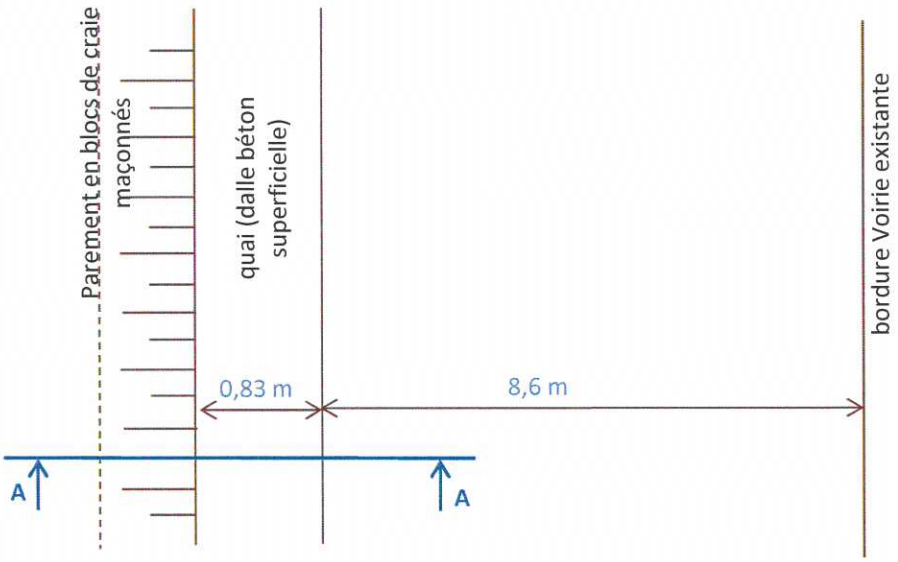
RECONNAISSANCE DE FONDATION

Référence :

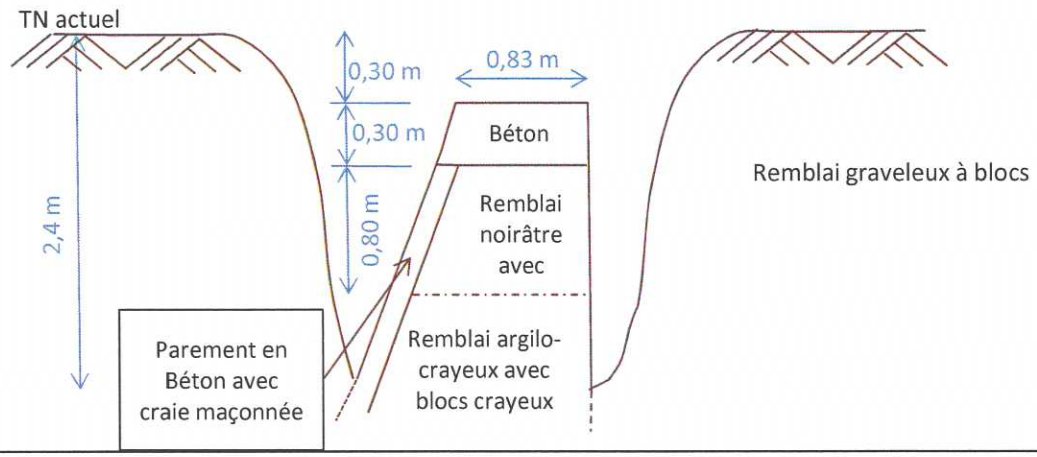
N° sondage :	**PM2**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**2,4 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode d'exécution :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Améanagement de l'Ecoquartier Flaubert**
Date réalisation :	**03/09/2013**		**Projet Canal**
Date description :	**10/09/2013**		**ROUEN (76)**
X = 507975	Y = 194284	Z =	NGF

CROQUIS

VUE DE DESSUS :



COUPE A.A :



OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Tenue moyenne des parois

Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS

RECONNAISSANCE DE FONDATION

Référence :

N° sondage :	**PM2**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**2,4 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode prélèvement :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert**
Date réalisation :	**03/09/2013**		**Projet Canal**
Date description :	**10/09/2013**		**ROUEN (76)**

X = 507975 Y = 194284 Z = 0,00 NGF

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Tenue moyenne des parois

0

Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS
RECONNAISSANCE DE FONDATION

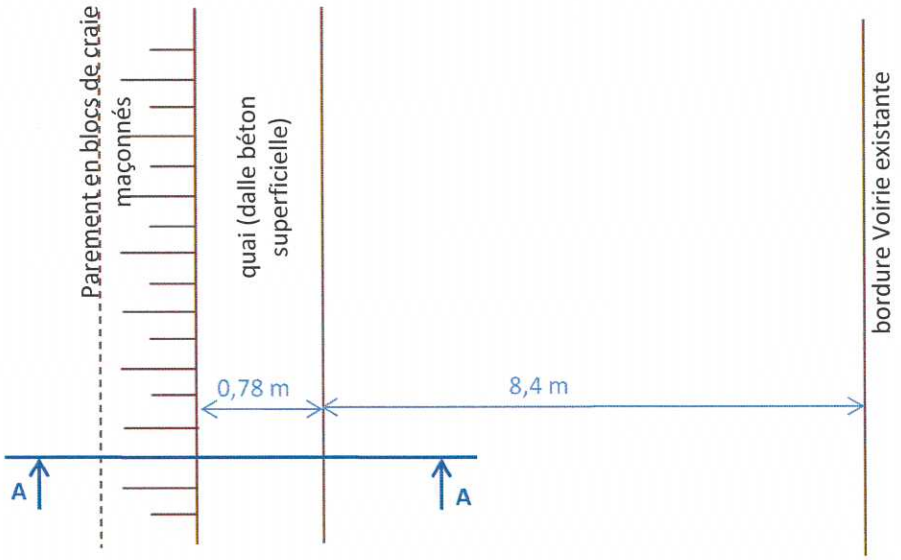
Référence :

N° sondage :	**PM3**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**3,0 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode d'exécution :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert**
Date réalisation :	**03/09/2013**		**Projet Canal**
Date description :	**10/09/2013**		**ROUEN (76)**

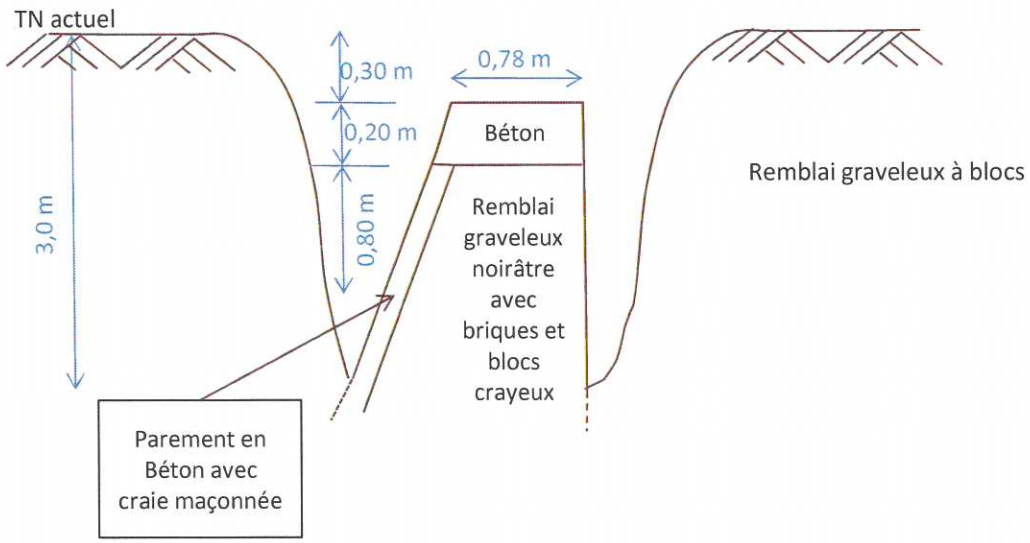
X = 507987 Y = 194282 Z = NGF

CROQUIS

VUE DE DESSUS :



COUPE A.A :



OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Tenue moyenne des parois

Abrotec

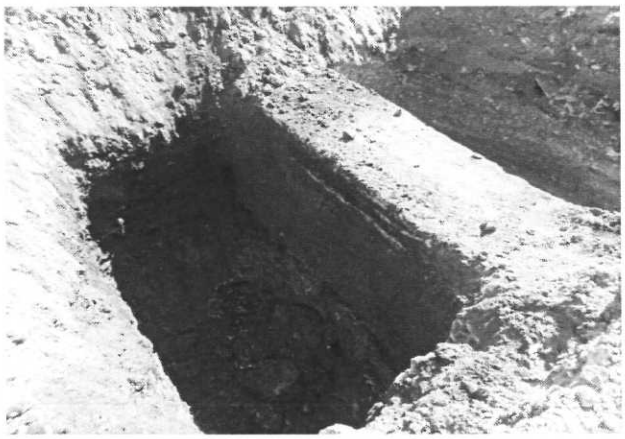
PROCES VERBAL D'ESSAIS
RECONNAISSANCE DE FONDATION

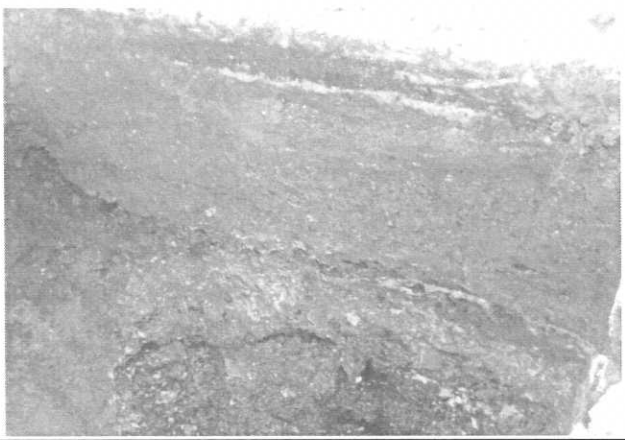
Référence :

N° sondage :	PM3	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**3,0 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode prélèvement :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert** **Projet Canal** **ROUEN (76)**
Date réalisation :	**03/09/2013**		
Date description :	**10/09/2013**		

X = 507987 Y = 194282 Z = 0,00 NGF

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE





OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Tenue moyenne des parois

0

Abrotec

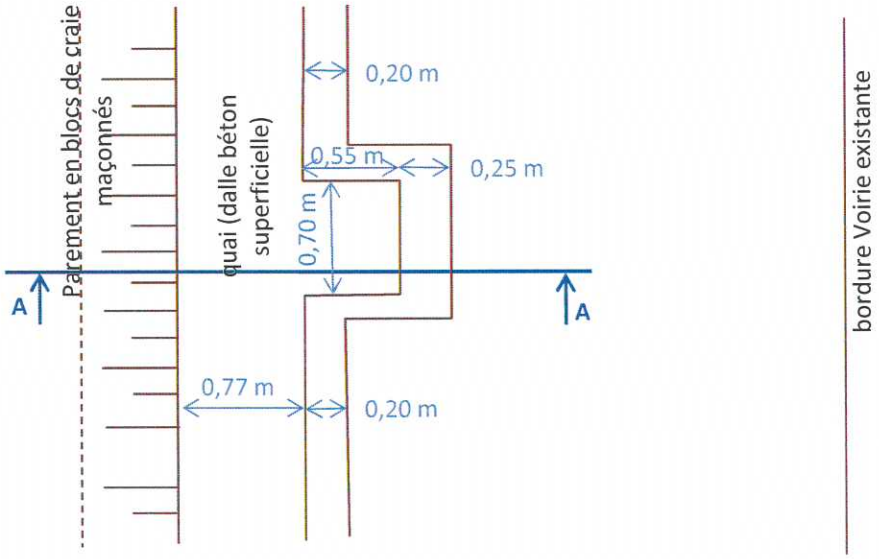
PROCES VERBAL D'ESSAIS
RECONNAISSANCE DE FONDATION

Référence :

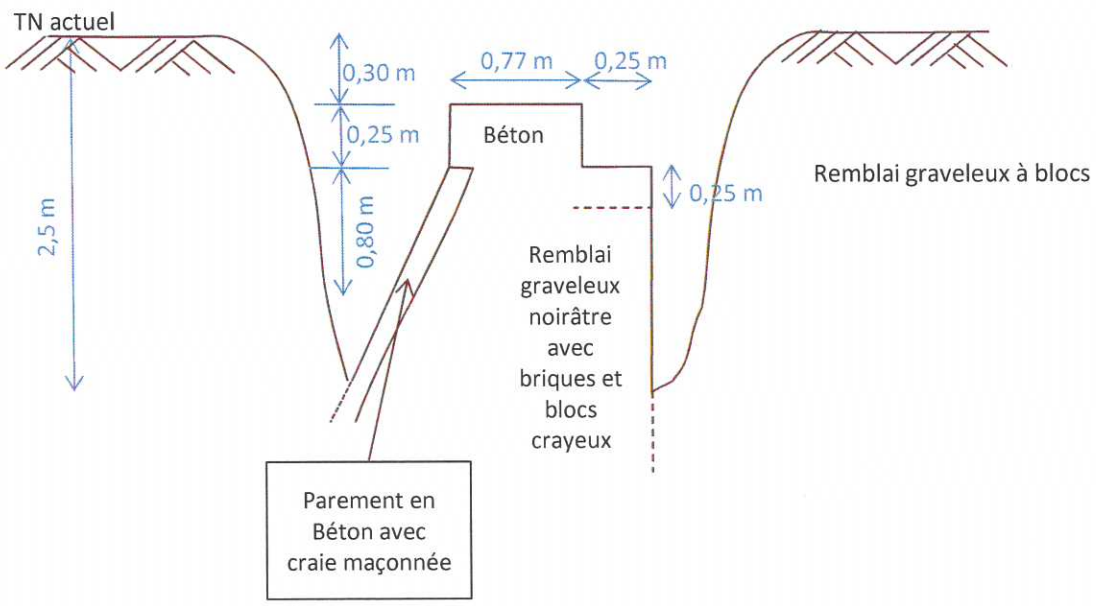
N° sondage :	**PM4**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**2,5 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode d'exécution :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert**
Date réalisation :	**03/09/2013**		**Projet Canal**
Date description :	**10/09/2013**		**ROUEN (76)**
X = 508008	Y = 194281	Z =	NGF

CROQUIS

VUE DE DESSUS :



COUPE A.A :



OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Tenue moyenne des parois

Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS

RECONNAISSANCE DE FONDATION

Référence :

N° sondage :	**PM4**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**2,5 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode prélèvement :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert** **Projet Canal** **ROUEN (76)**
Date réalisation :	**03/09/2013**		
Date description :	**10/09/2013**		

X = 508008 Y = 194281 Z = 0,00 NGF

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Tenue moyenne des parois

0

ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD101

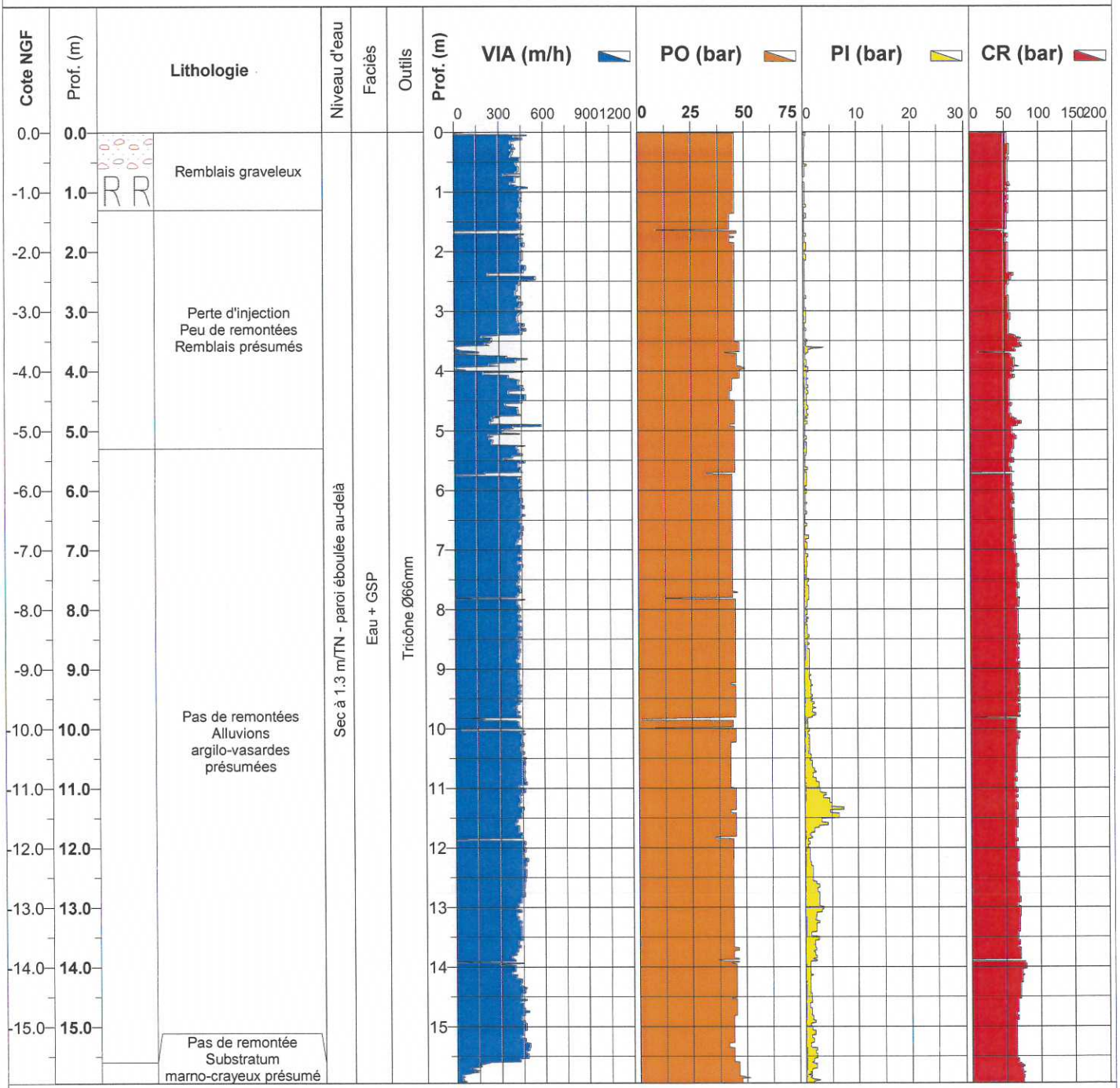
X :
Y :
Z :

Début : 0,00 m
Fin : 15,95 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100
Date : 05/09/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD102

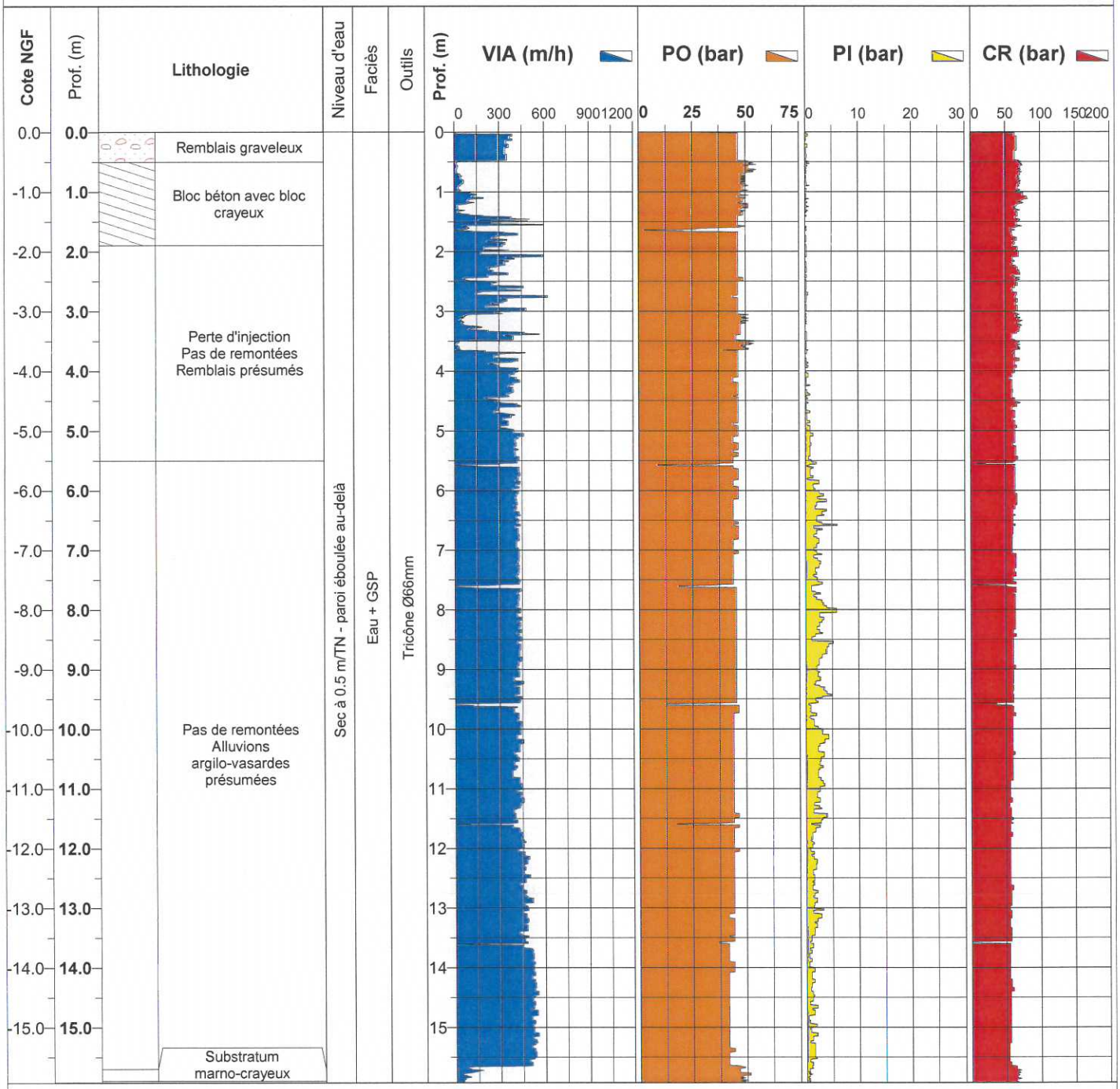
X :
Y :
Z :

Début : 0,00 m
Fin : 15,93 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100
Date : 05/09/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD103

X :
Y :
Z :

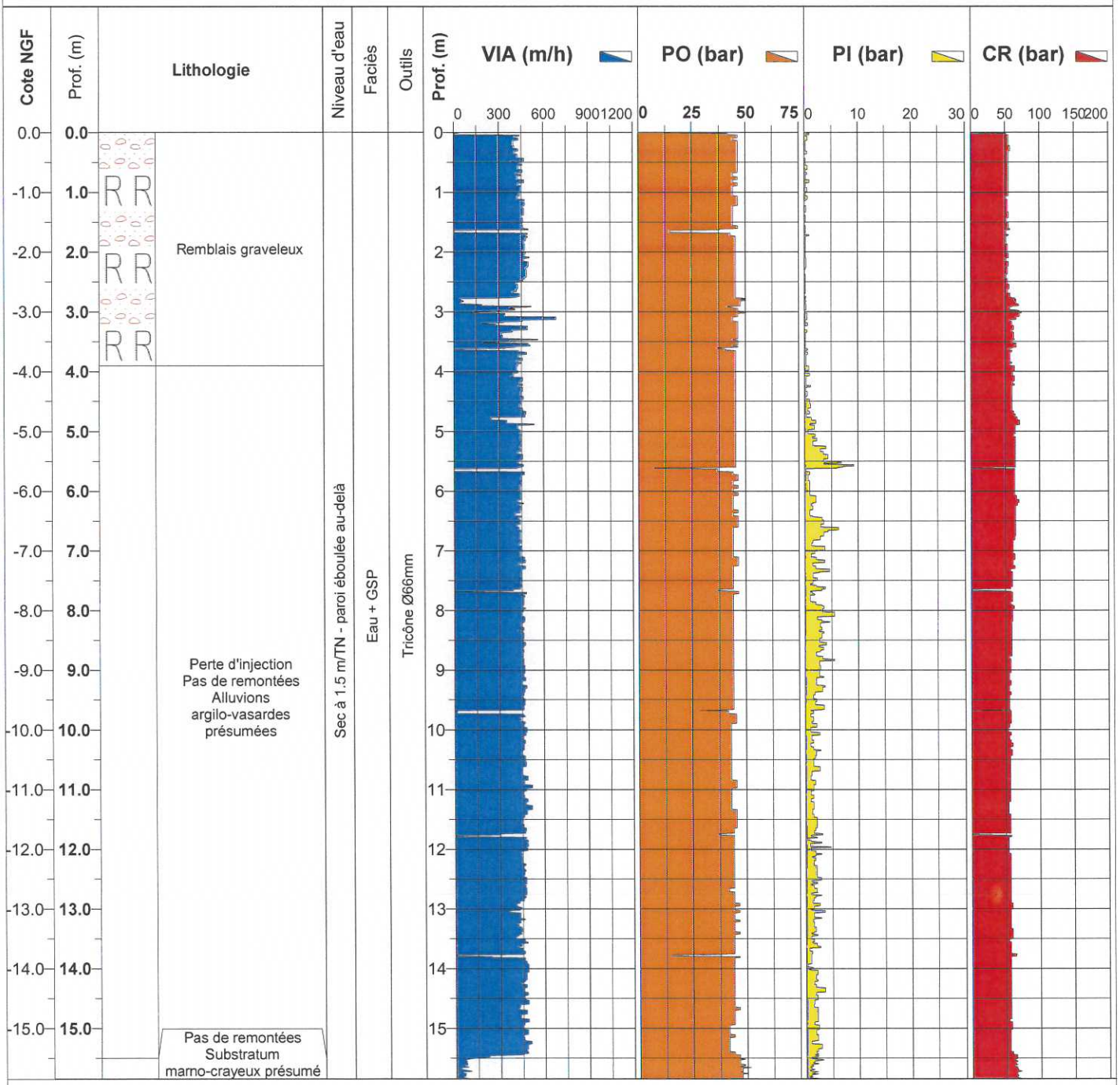
Début : 0,00 m
Fin : 15,85 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 05/09/2013



Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS
RECONNAISSANCE DE FONDATION

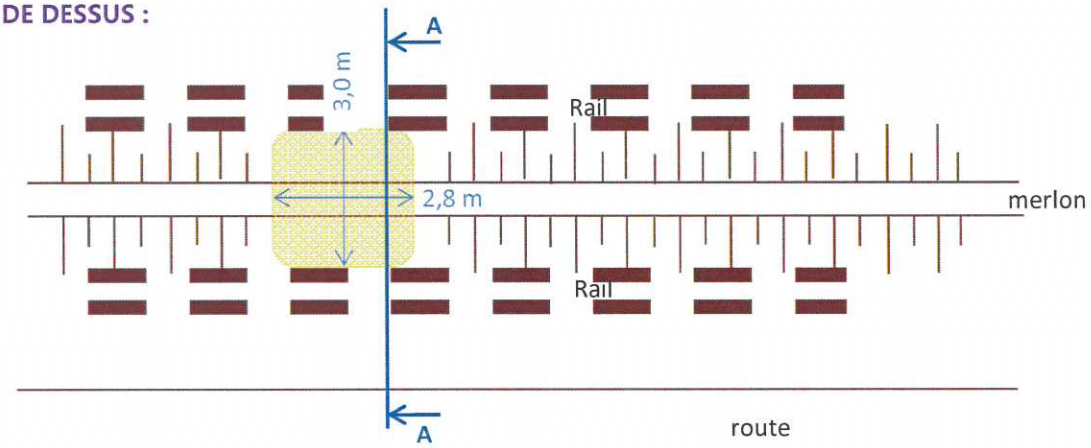
Référence :

N° sondage :	**PM5**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**2,3 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode d'exécution :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert**
Date réalisation :	**03/09/2013**		**Projet Canal**
Date description :	**10/09/2013**		**ROUEN (76)**

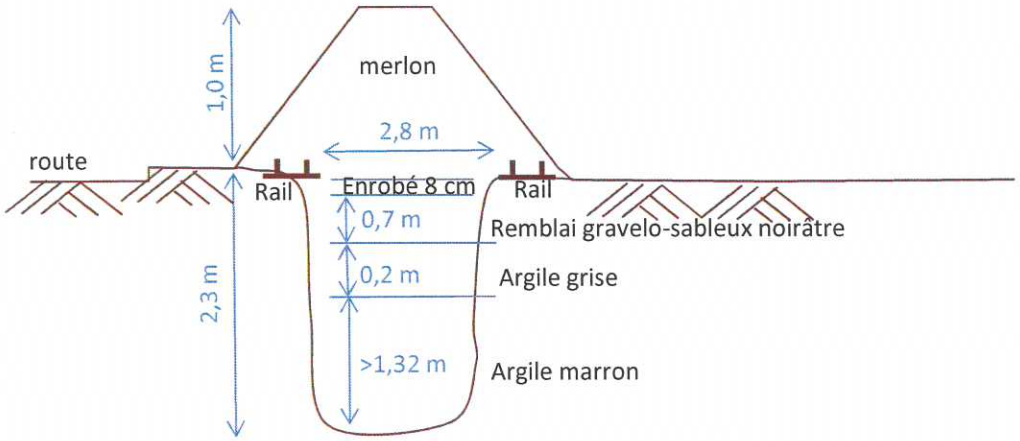
X = 507974 Y = 194300 Z = NGF

CROQUIS

VUE DE DESSUS :



COUPE A.A :



OBSERVATION : **Forte venue d'eau à 2,3 m**

Tenue moyenne des parois

Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS
RECONNAISSANCE DE FONDATION

Référence :

N° sondage :	PM5	N° dossier :	RN12 0034
Profondeur :	2,3 m (arrêt volontaire)	Client :	SPLA CREA AMENAGEMENT
Mode prélèvement :	Pelle mécanique	Affaire, adresse :	Améanagement de l'Ecoquartier Flaubert Projet Canal ROUEN (76)
Date réalisation :	03/09/2013		
Date description :	10/09/2013		

X = 507974 Y = 194300 Z = 0,00 NGF

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

OBSERVATION : **Forte venue d'eau à 2,3 m**

Tenue moyenne des parois

0

Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS
RECONNAISSANCE DE FONDATION

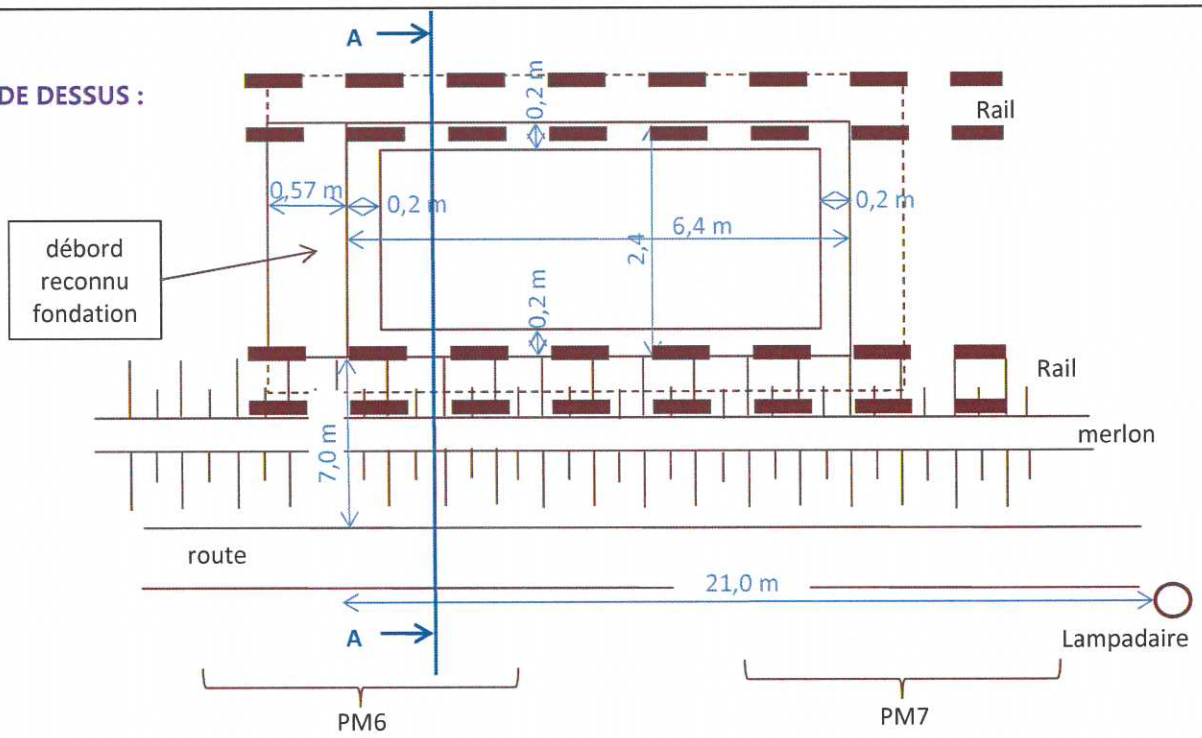
Référence :

N° sondage :	**PM6 - PM7**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**1,5 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode d'exécution :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Aménagement de l'Ecoquartier Flaubert**
Date réalisation :	**03/09/2013**		**Projet Canal**
Date description :	**10/09/2013**		**ROUEN (76)**

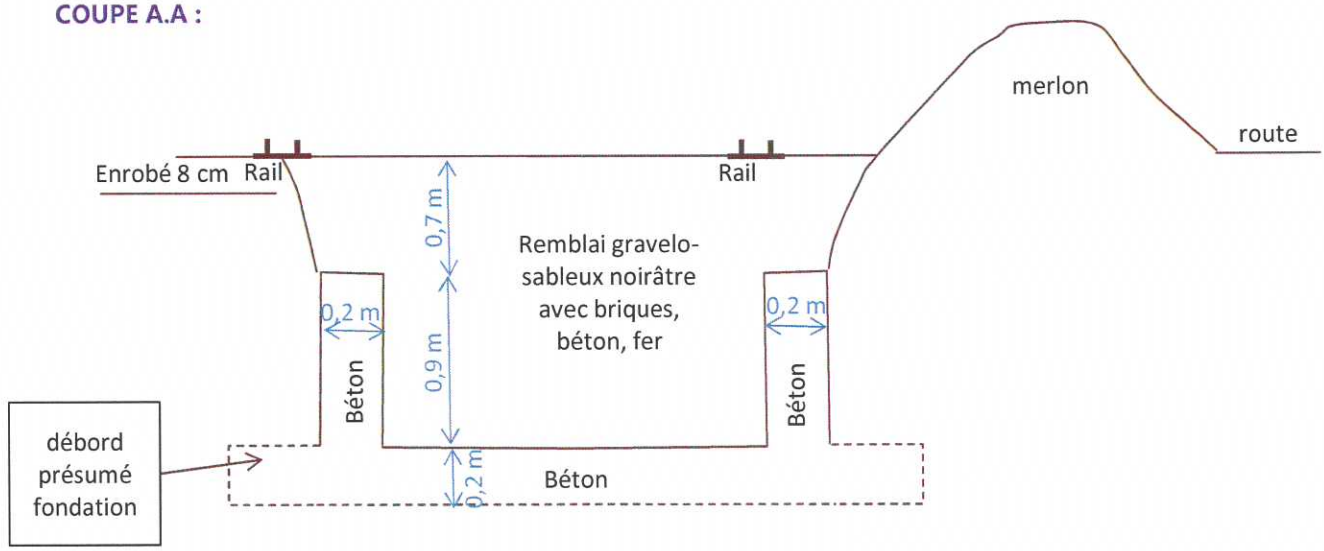
X = 507990 Y = 194300 Z = NGF

CROQUIS

VUE DE DESSUS :



COUPE A.A :



OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Vestige de fondation (Fosse, radier,,,)

Abrotec

PROCES VERBAL D'ESSAIS
RECONNAISSANCE DE FONDATION

Référence :

N° sondage :	**PM6 - PM7**	N° dossier :	**RN12 0034**
Profondeur :	**1,5 m (arrêt volontaire)**	Client :	**SPLA CREA AMENAGEMENT**
Mode prélèvement :	**Pelle mécanique**	Affaire, adresse :	**Améanagement de l'Ecoquartier Flaubert**
Date réalisation :	**03/09/2013**		**Projet Canal**
Date description :	**10/09/2013**		**ROUEN (76)**

X = 507990 Y = 194300 Z = 0,00 NGF

PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE

OBSERVATION : **Absence de nappe ou venue d'eau**

Vestige de fondation (Fosse, radier,,,)

0

ABROTEC NORMANDIE

5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD104

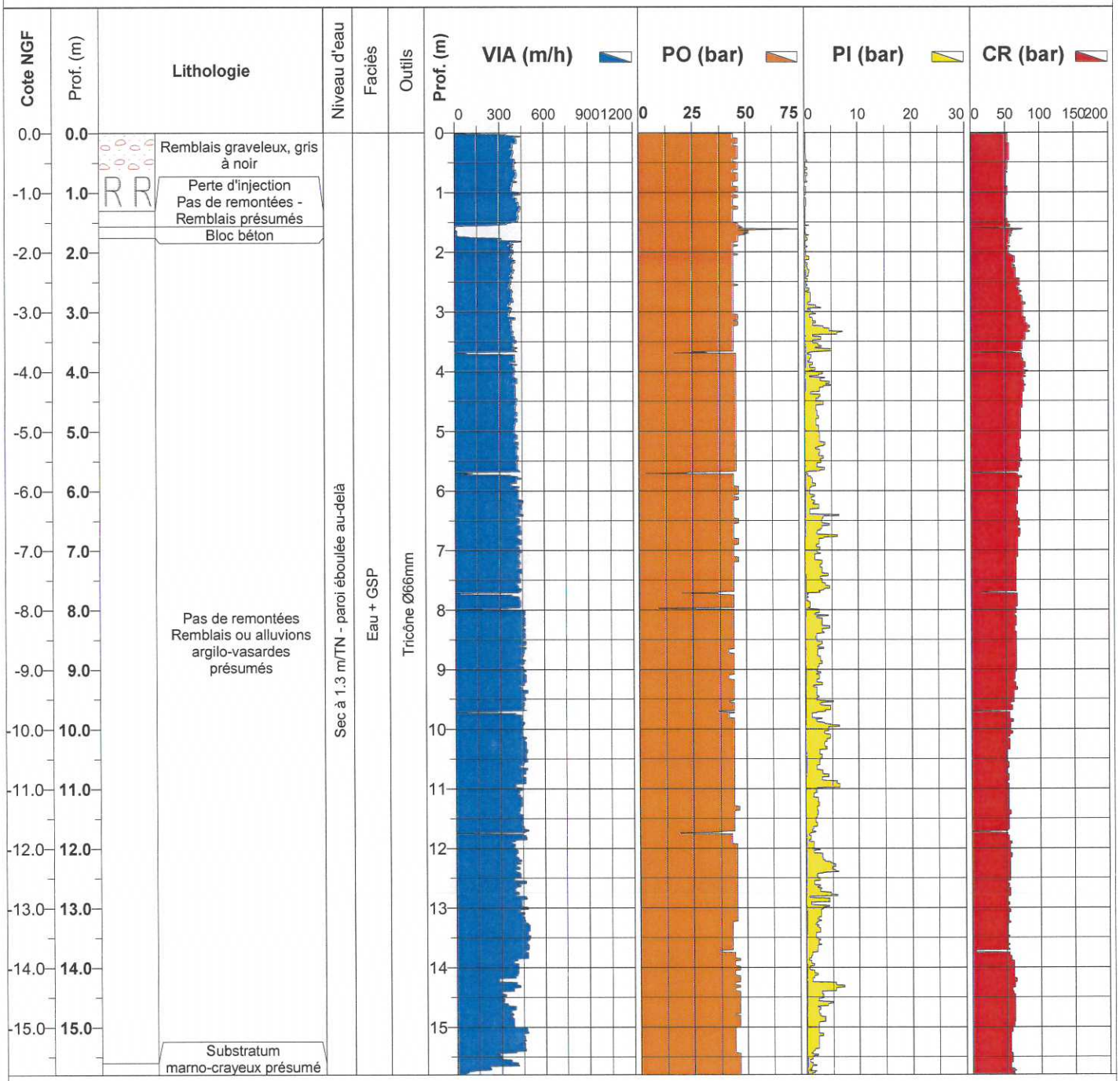
X :
Y :
Z :

Début : 0,00 m
Fin : 15,80 m
Page : 1 / 1

Echelle : 1 / 100
Date : 04/09/2013

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034



ABROTEC NORMANDIE

5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD105

X :
Y :
Z :

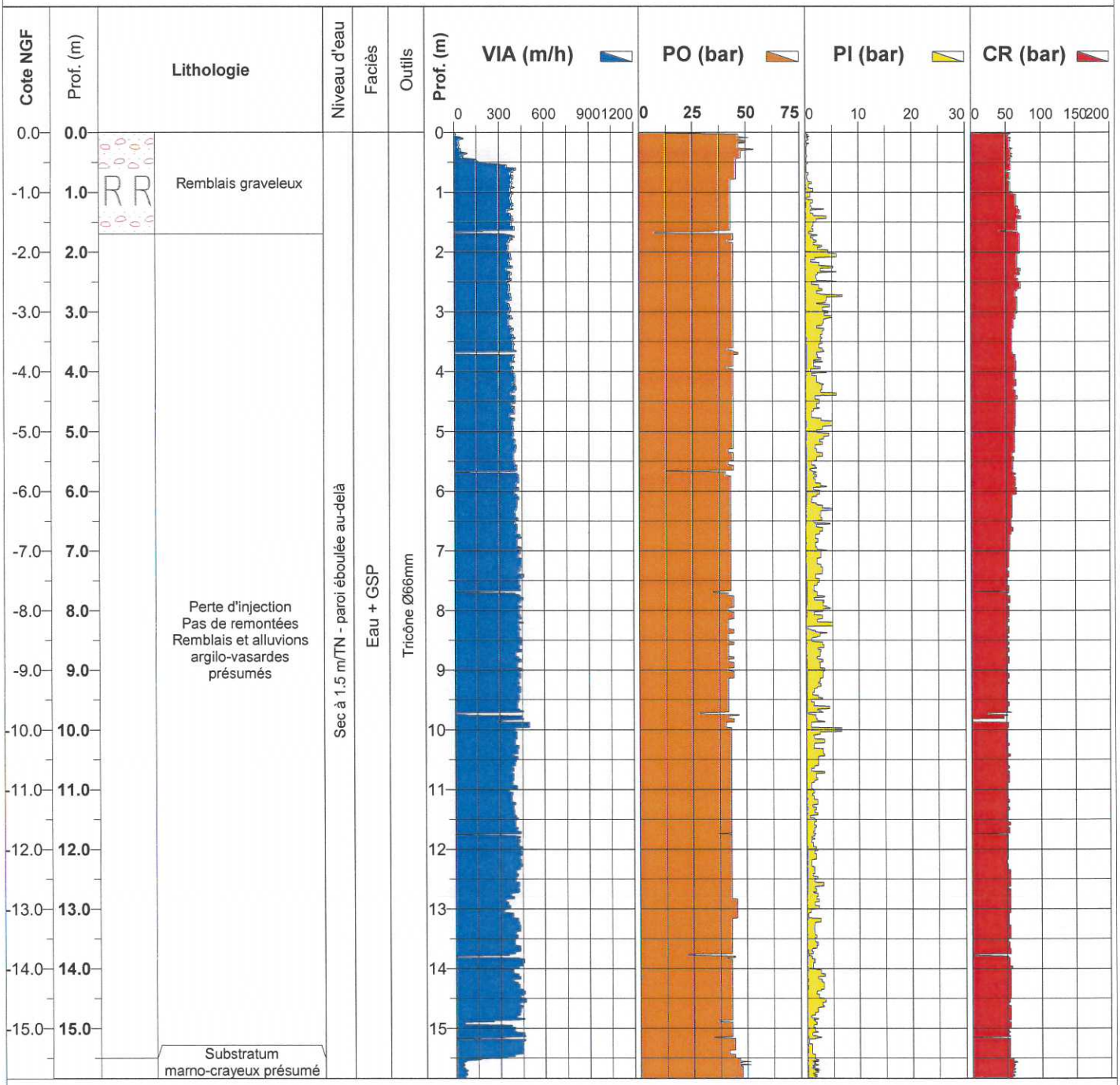
Début : 0,00 m
Fin : 15,84 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 04/09/2013



ABROTEC NORMANDIE

5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD106

X :
Y :
Z :

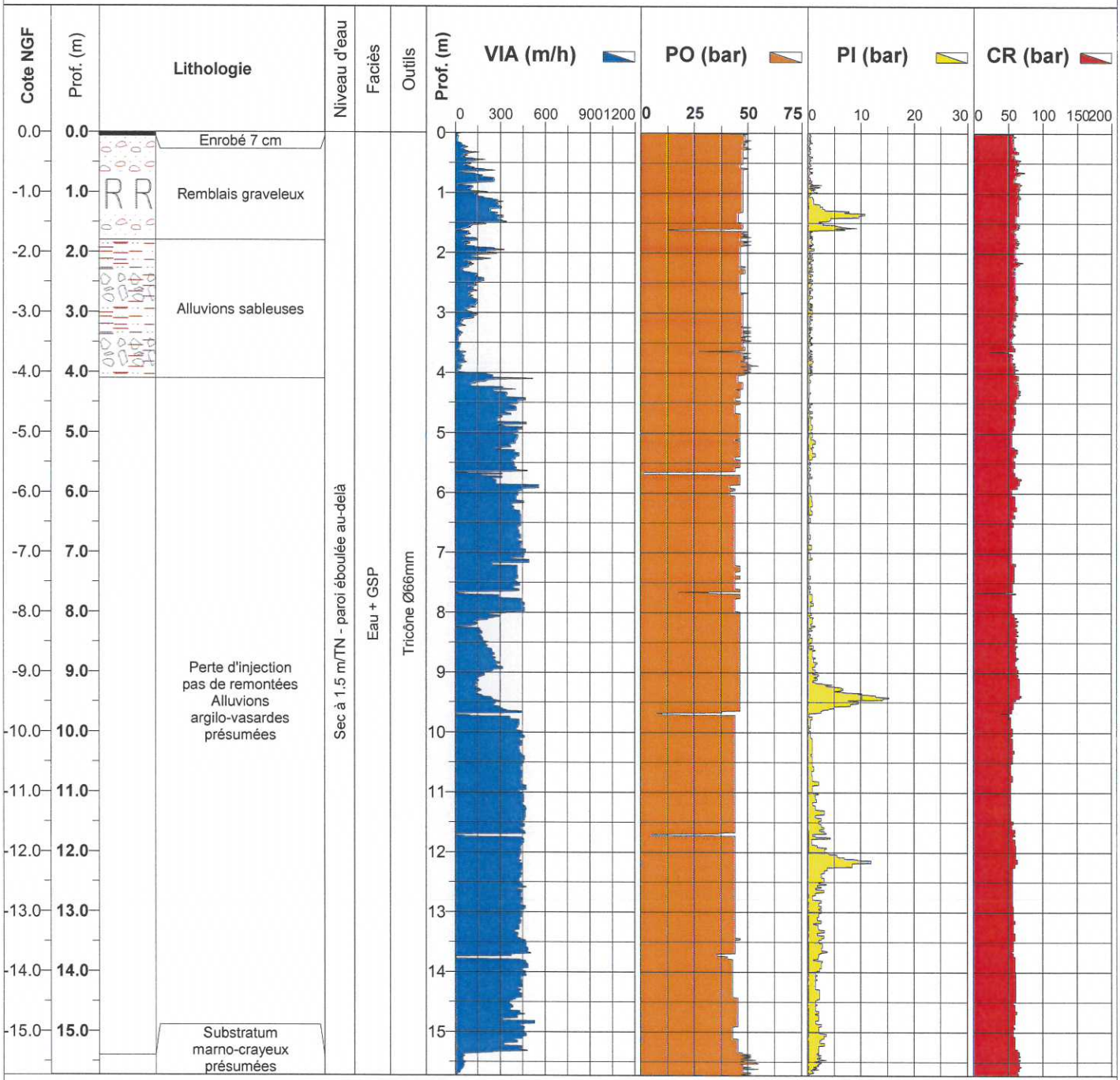
Début : 0,00 m
Fin : 15,73 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 04/09/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD107

X :
Y :
Z :

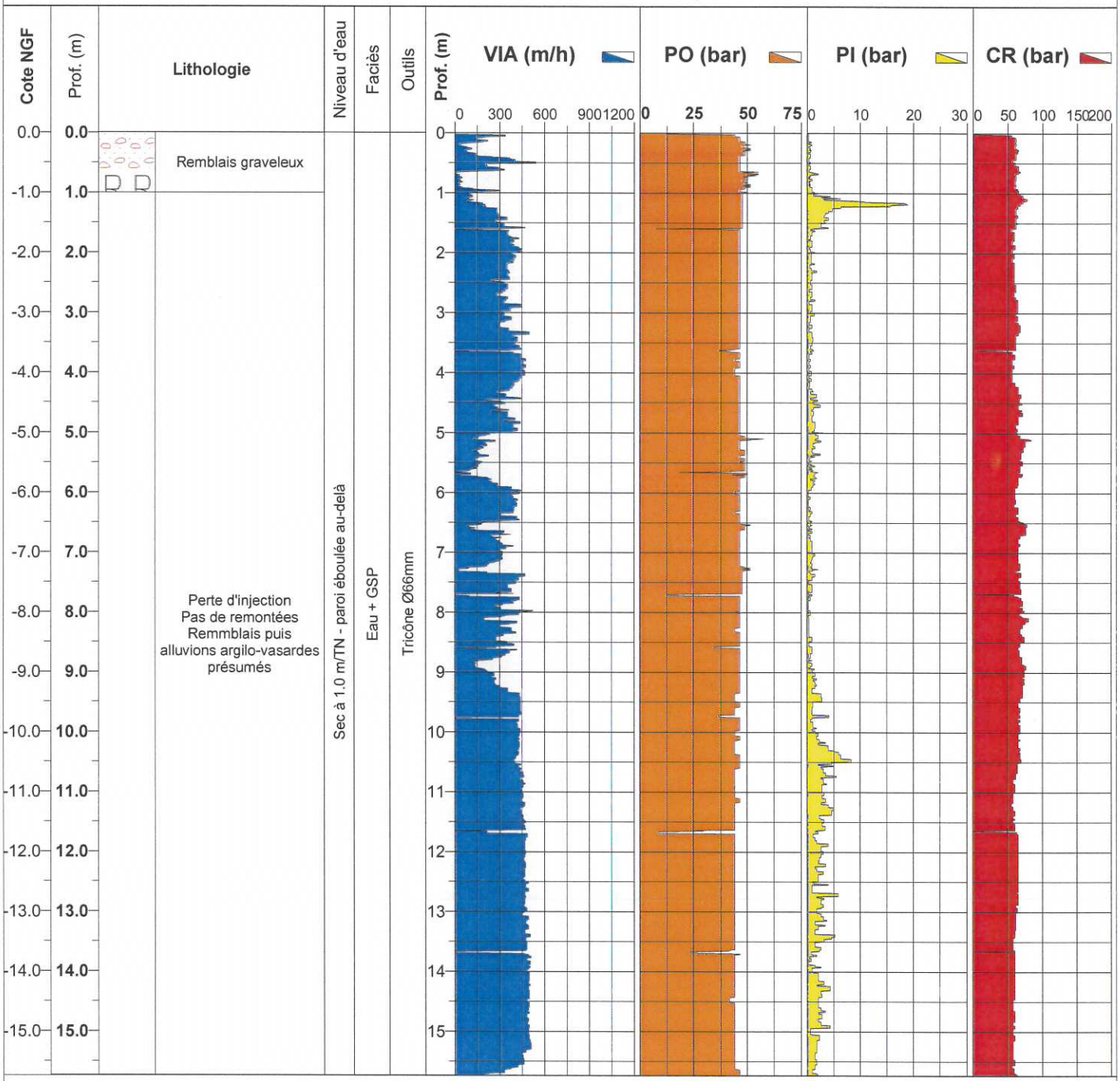
Début : 0,00 m
Fin : 15,74 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 04/09/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD108

X :
Y :
Z :

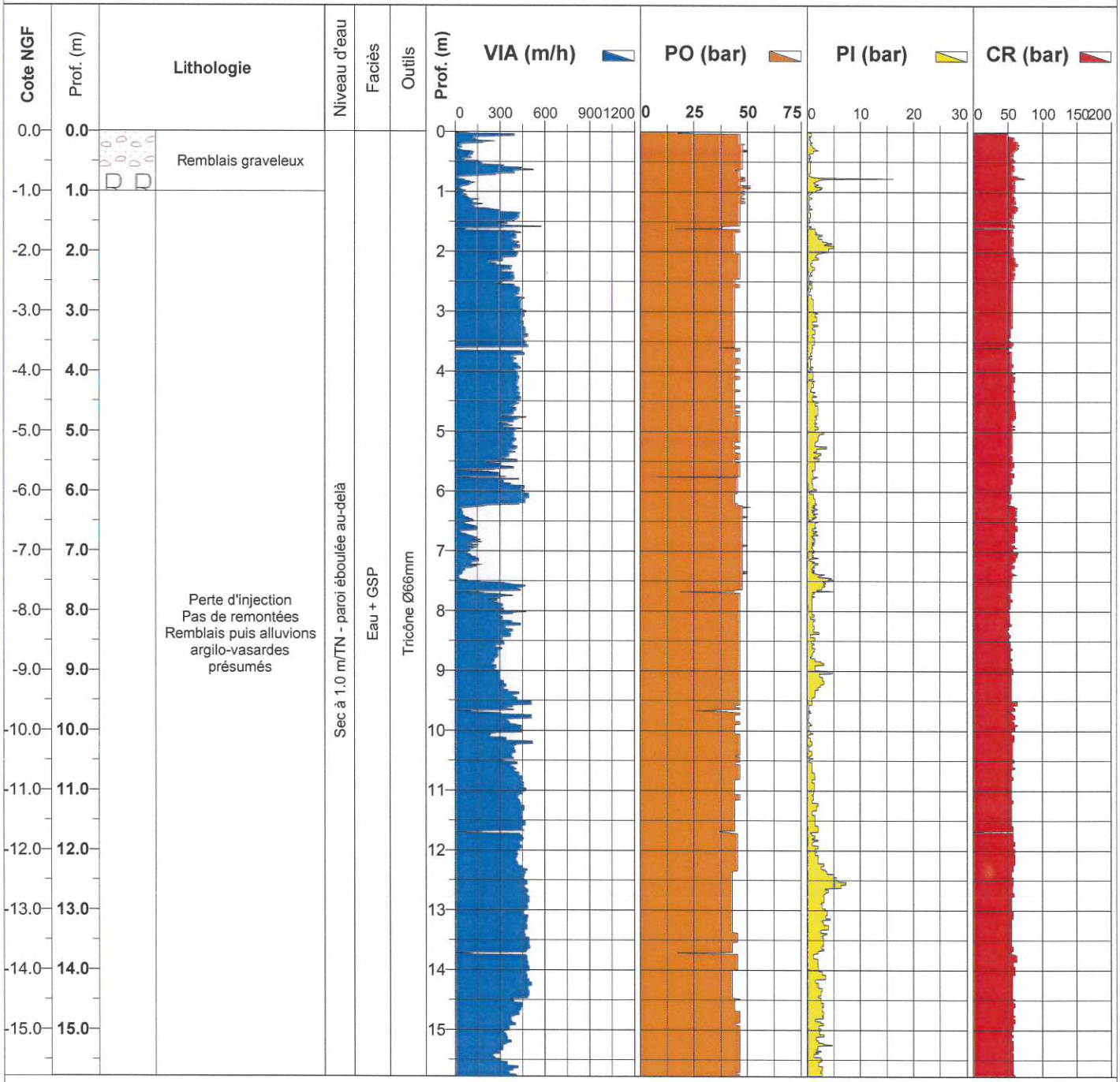
Début : 0,00 m
Fin : 15,78 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 04/09/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD109

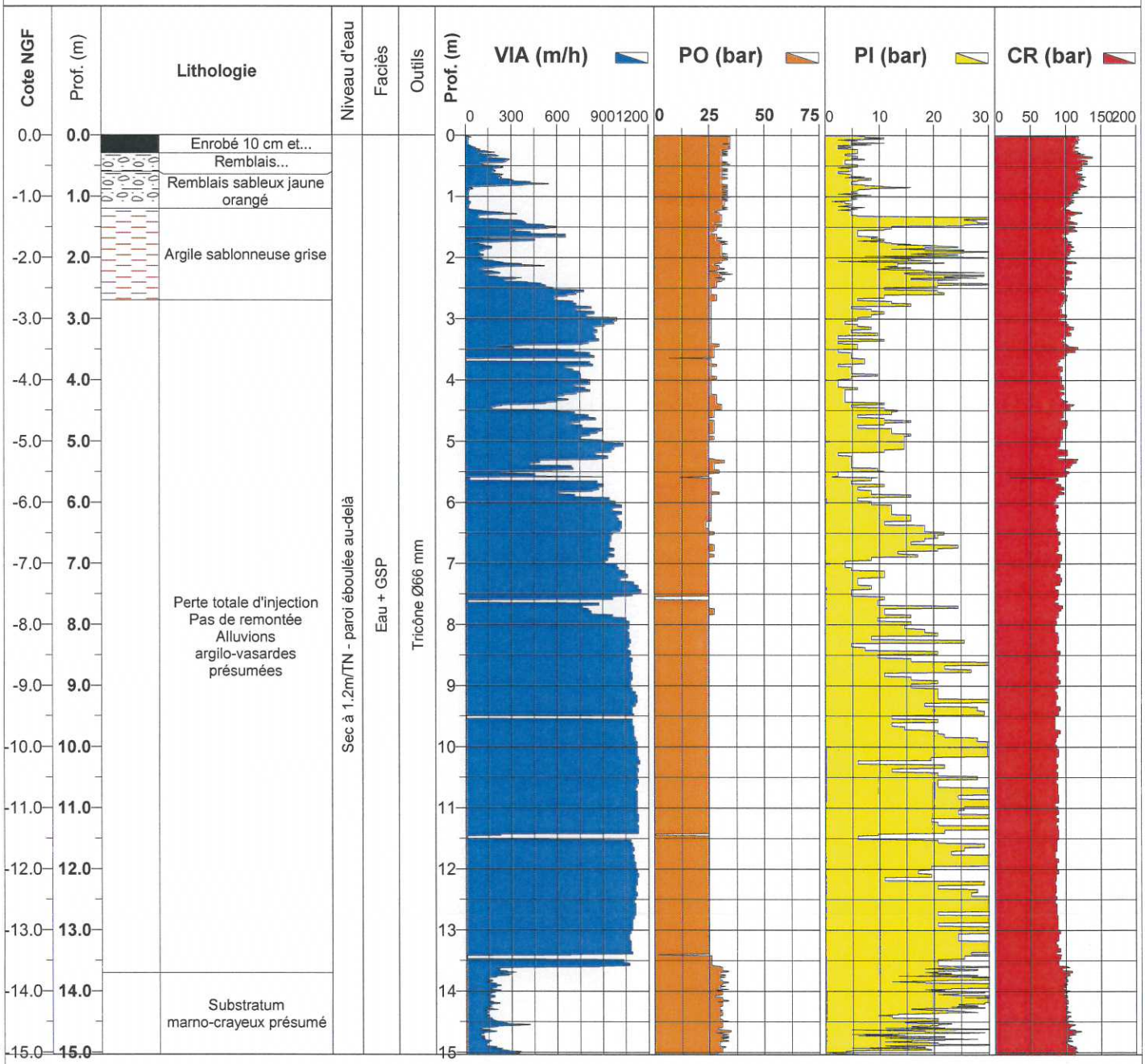
X :
Y :
Z :

Début : 0,00 m
Fin : 15,04 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100
Date : 06/08/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD110

X :
Y :
Z :

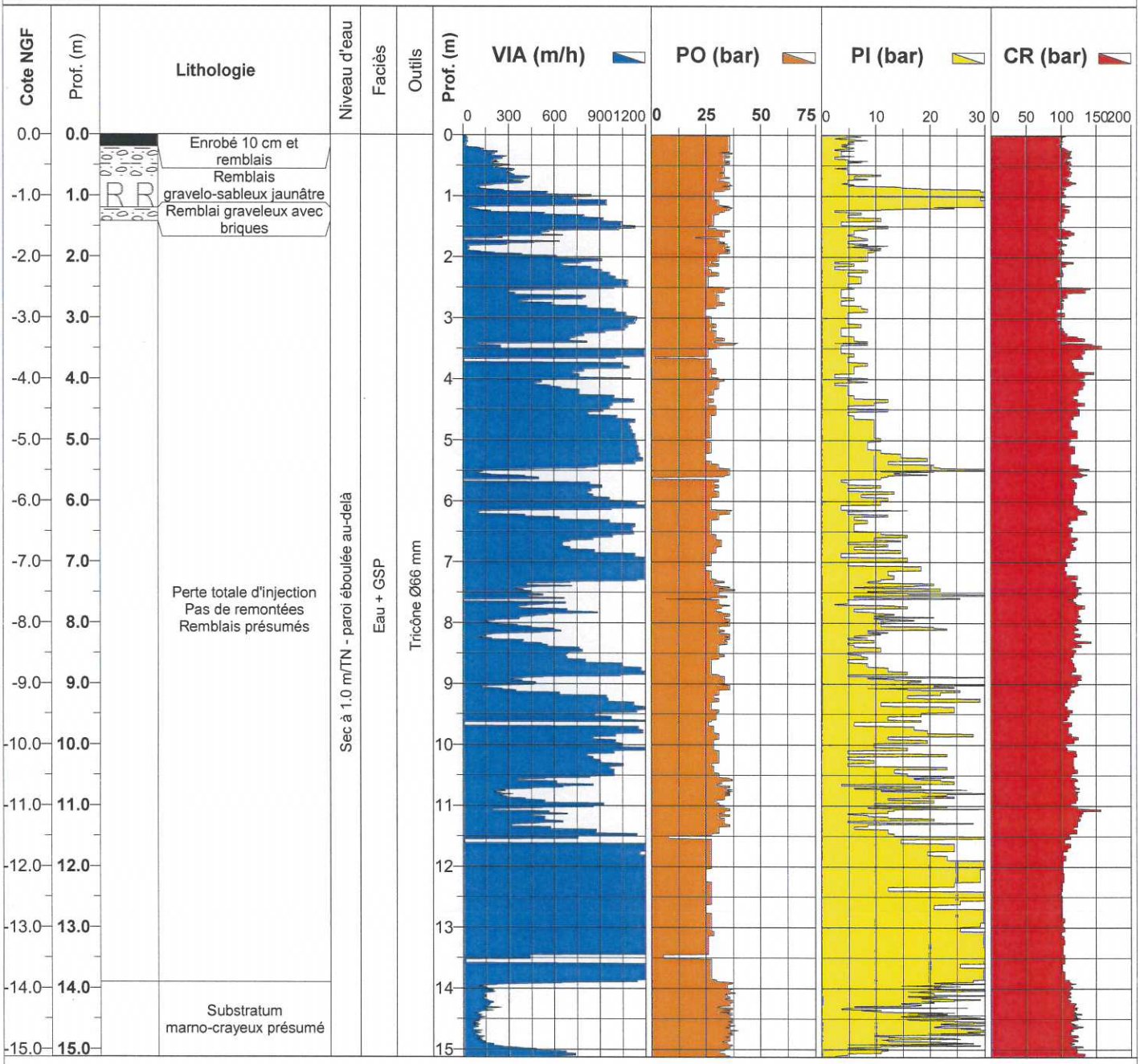
Début : 0,00 m
Fin : 15,13 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 06/08/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD111

X :
Y :
Z :

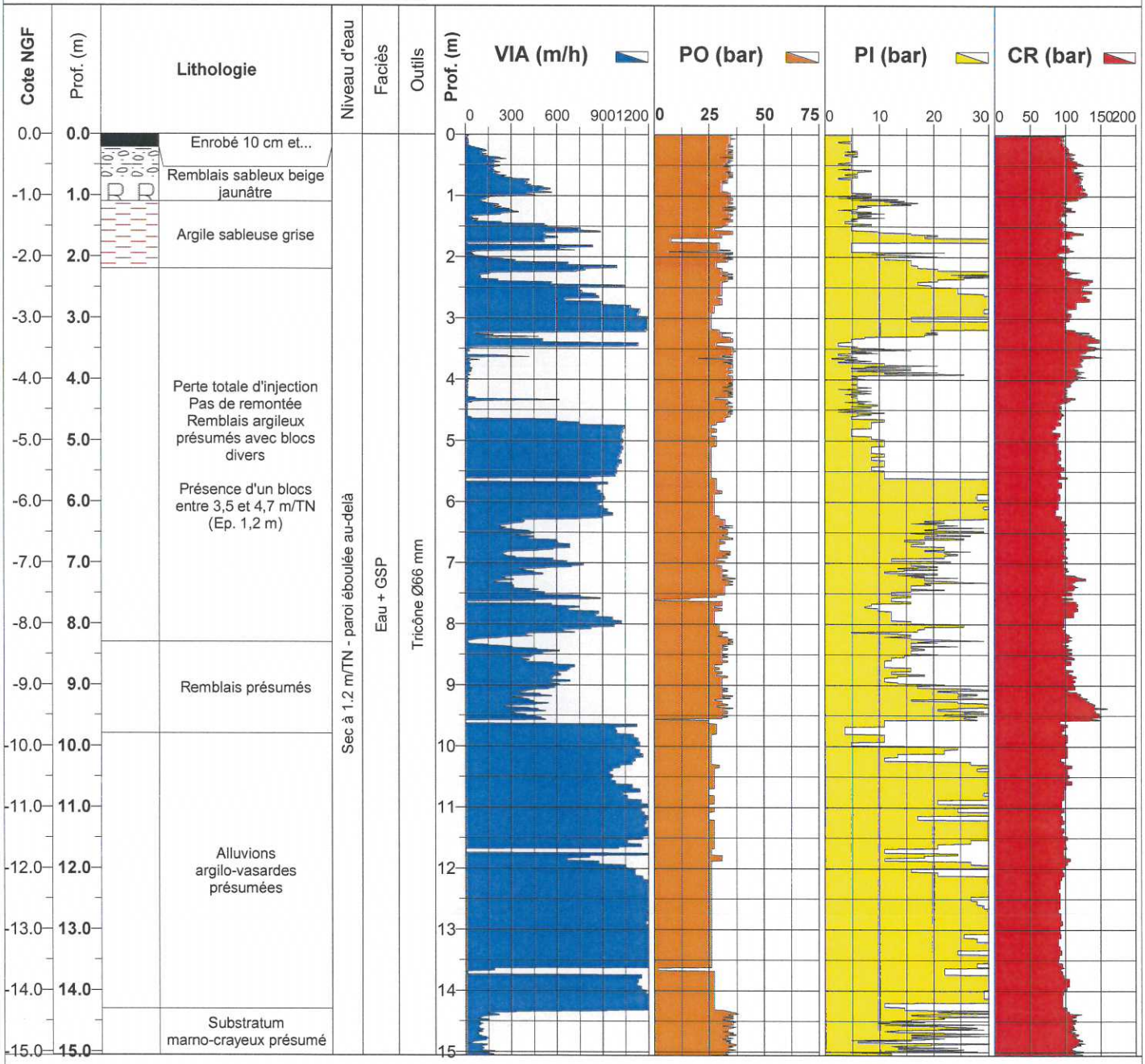
Début : 0,00 m
Fin : 15,06 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 06/08/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD112

X :
Y :
Z :

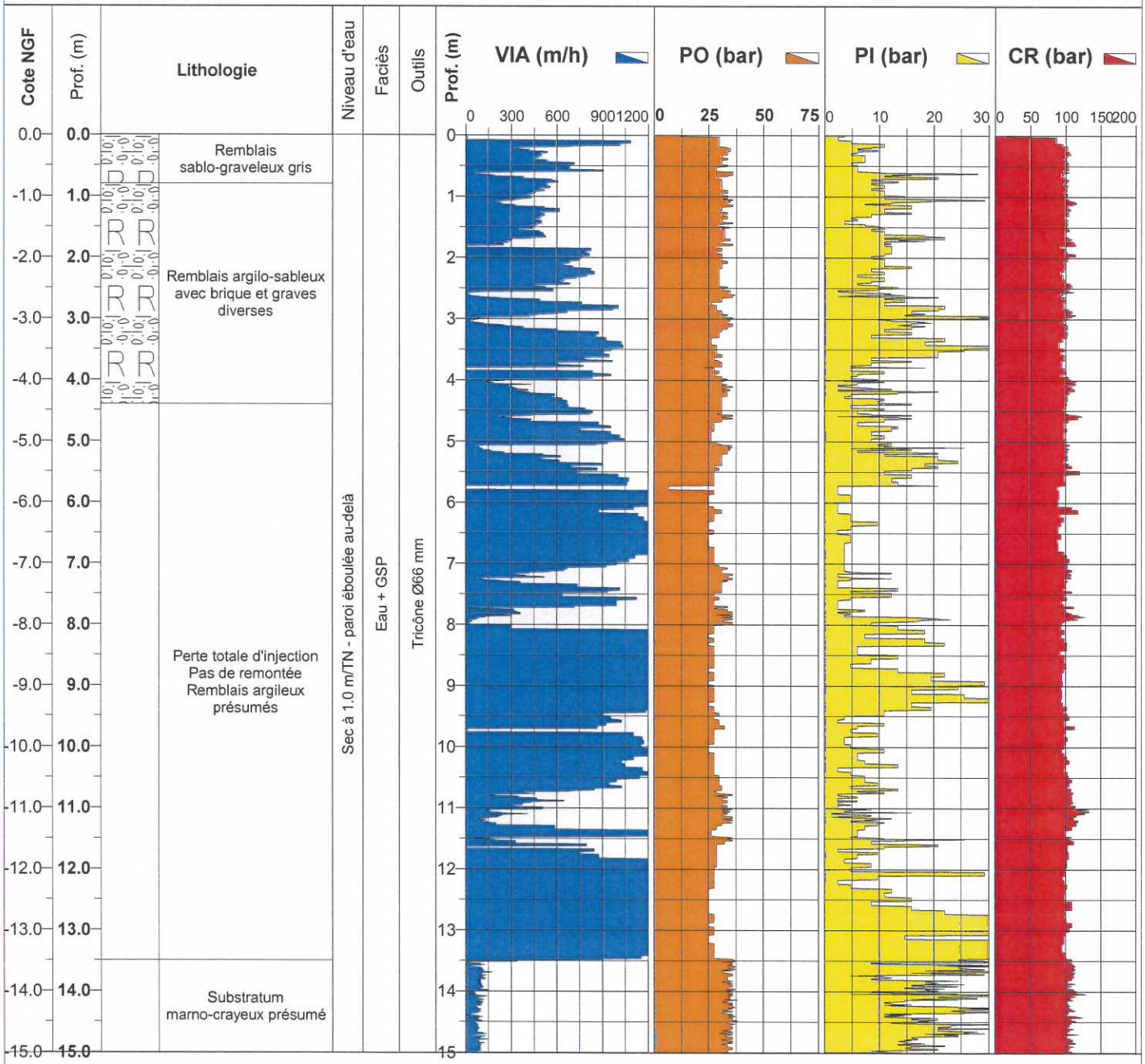
Début : 0,00 m
Fin : 15,01 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 06/08/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD113

X :
Y :
Z :

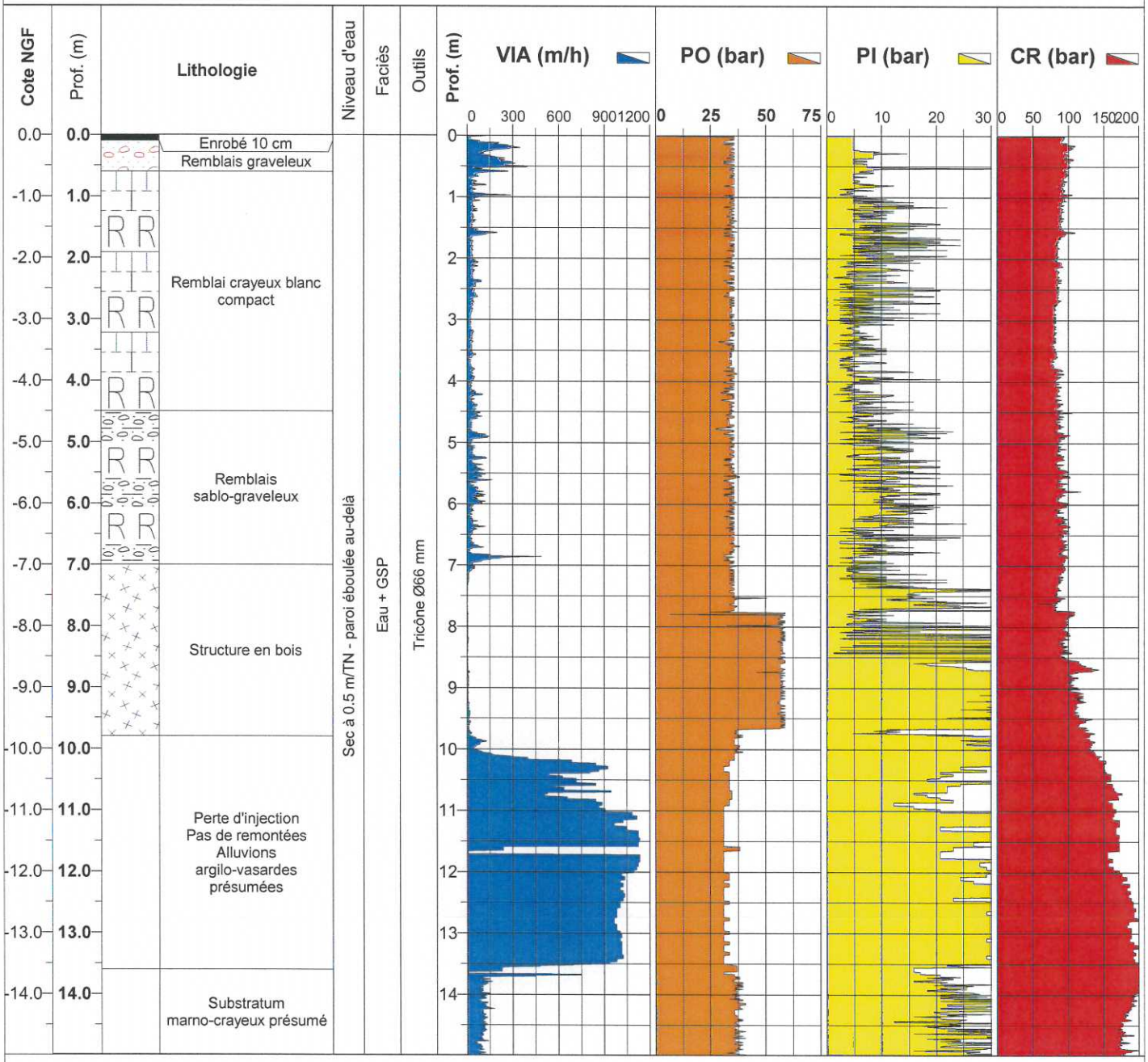
Début : 0,00 m
Fin : 14,99 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100

Date : 07/08/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD114

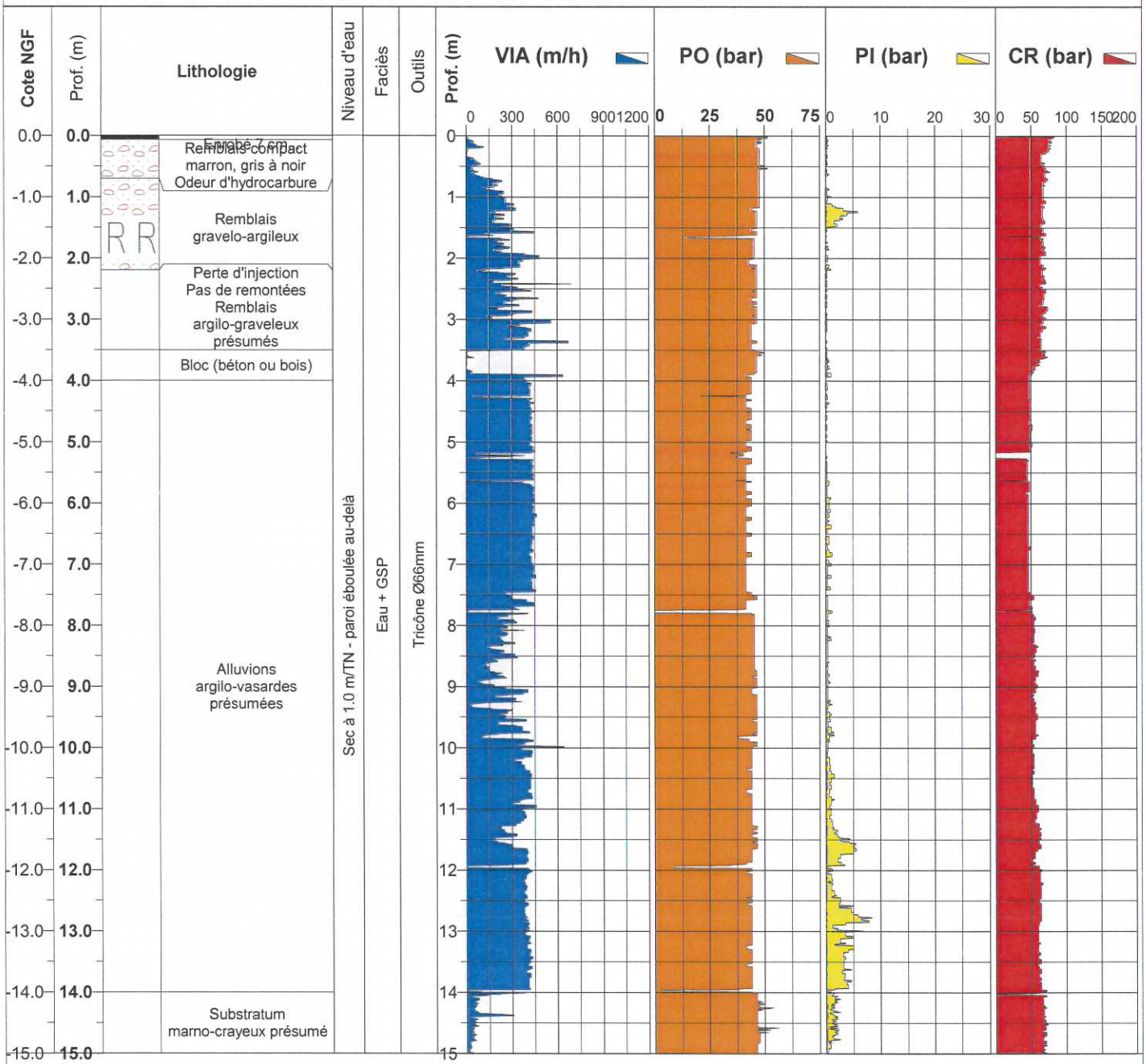
X :
Y :
Z :

Début : 0,00 m
Fin : 15,00 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100
Date : 04/09/2013



ABROTEC NORMANDIE
5, ZA Caux Multipôles - 76190 VALLIQUERVILLE
tel : 02 78 01 10 80 - fax : 02 78 01 10 81

Sondage : SD115

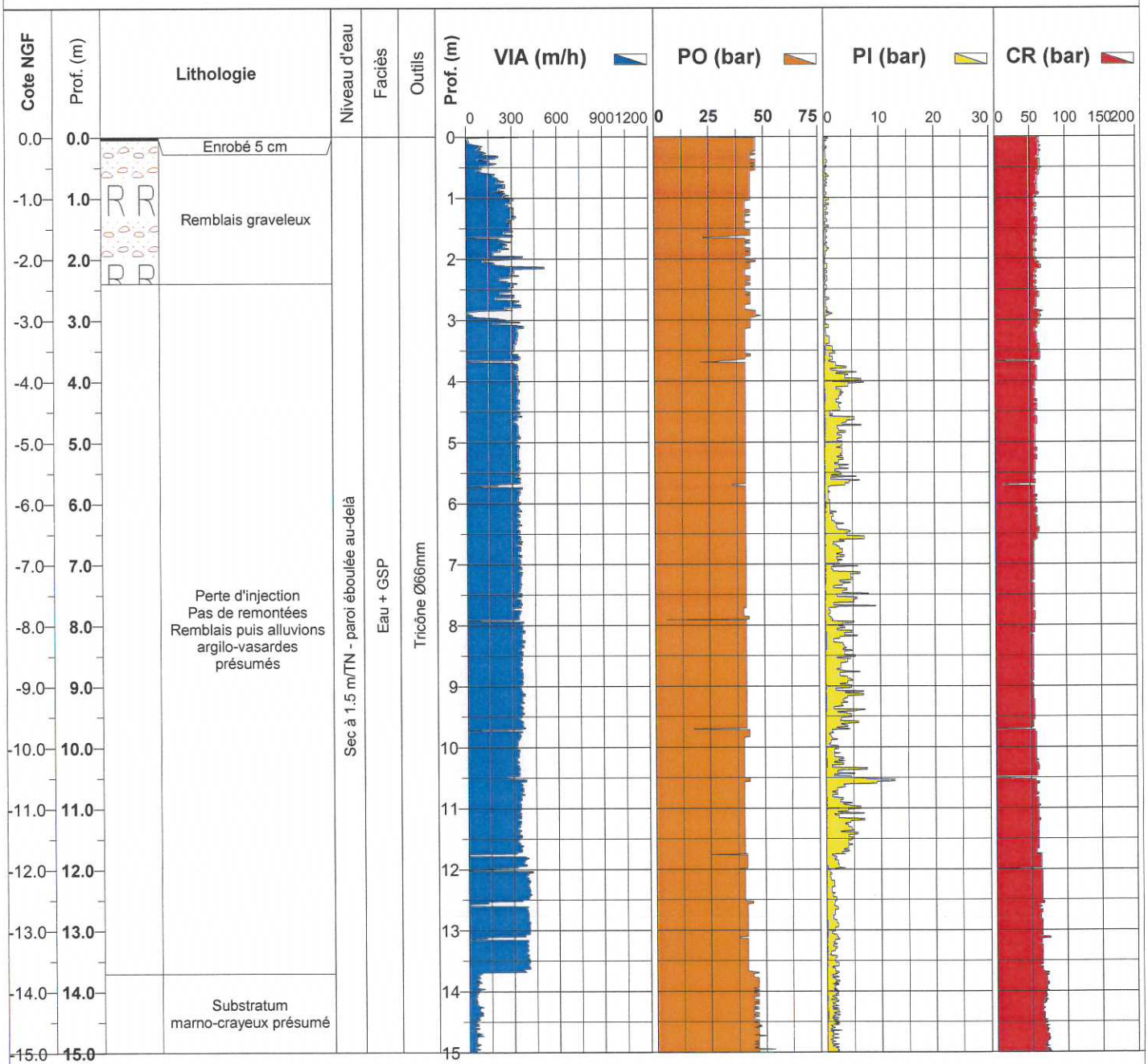
X :
Y :
Z :

Début : 0,00 m
Fin : 15,00 m
Page : 1 / 1

Client : CREA AMENAGEMENT

Affaire : Aménagement Ecoquartier Flaubert - ROUEN - RN12 0034

Echelle : 1 / 100
Date : 03/09/2013



Expertise écologique dans le cadre de l'étude d'impact pour l'aménagement de l'Eco-quartier Flaubert à Petit-Quevilly et Rouen

Volet Faune Flore

Communauté de l'agglomération Rouen-Elboeuf-Austreberthe

Octobre 2011

collection des études

biotope
faune, flore & environement

Expertise écologique dans le cadre de l'étude d'impact pour l'aménagement de l'Eco-quartier Flaubert à Petit-Quevilly et Rouen

Volet Faune Flore

Communauté de l'agglomération Rouen-Elboeuf-Austreberthe

Octobre 2011

Responsable Projet
JOURDAIN Camille
02 32 50 75 79
cjourdain@biotope.fr
Ferme de la Motte
Route de Tournedos
27 100 VAL DE REUIL

SOMMAIRE

SOMMAIRE **3**

INTRODUCTION **4**

I. OBJECTIFS DE L'ETUDE **5**

II. DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET **5**

II.1 LOCALISATION 5
II.2 DESCRIPTION (REPRISE DES ÉLÉMENTS DE L'ÉTUDE D'IMPACT D'INGÉTEC) 7

III. CONTEXTE DU SECTEUR D'ÉTUDE **9**

III.1 OCCUPATION DU SOL 9
III.2 FONCTIONNALITÉ DU TERRITOIRE 9

IV. ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES **10**

IV.1 AIRE D'ÉTUDE 10
IV.2 EQUIPE DE TRAVAIL 10
IV.3 LES PROSPECTIONS DE TERRAIN 10
IV.4 MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRES 12
IV.5 BIBLIOGRAPHIE 15

V. PRISE EN COMPTE DES INVENTAIRES OFFICIELS ET DE LA RÉGLEMENTATION **16**

V.1 ZONAGES RÉGLEMENTAIRES DU PATRIMOINE NATUREL 16
V.2 ZONAGES D'INVENTAIRE DU PATRIMOINE NATUREL 16
V.3 PROTECTION DES ESPÈCES 19
V.4 STATUTS DE RARETÉ DES ESPÈCES 23

VI. ETAT INITIAL **26**

VI.1 HABITATS NATURELS 26
VI.2 FLORE 33
VI.3 INSECTES 39
VI.4 REPTILES 42
VI.6 OISEAUX 45
VI.7 CHIROPTÈRES 54
VI.8 ICHYTOFAUNE 62
VI.10 SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS ET DES POTENTIALITÉS 73

VII. SYNTHÈSE DES ENJEUX **74**

VIII. EVALUATION DES IMPACTS **76**

VIII.1 DÉTAILS DU PROJET 76
VIII.2 EFFETS PRÉVISIBLES DU PROJET 82
VIII.3 PROPOSITION DE MESURES D'ATTÉNUATION DES IMPACTS DU PROJET 89

IX. APPRÉCIATION DES IMPACTS RÉSIDUELS APRÈS MESURES D'ATTÉNUATION **93**

X. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT **95**

XI. CONCLUSIONS **99**

BIBLIOGRAPHIE **100**

Introduction

Dans le cadre de l'aménagement de l' « Ecoquartier Flaubert » sur le territoire de la commune de Rouen (Seine Maritime), la Communauté de Communes Rouen Elbeuf Austreberthe (CREA) a mandaté le bureau d'étude Biotope pour la réalisation des volets faune, flore et milieux naturels de l'étude d'impact.

L'étude d'impact faune-flore de ce projet traitera :

- de la biodiversité présente sur l'aire d'étude ;
- de sa sensibilité au projet ;
- des effets du projet en phase chantier et en phase exploitation sur les milieux naturels, la faune et la flore ;
- des différentes mesures d'atténuation des impacts, voire de compensation.

Ce rapport comprend le diagnostic écologique du site du projet basé sur les résultats des recherches bibliographiques et des expertises naturalistes menées en 2011. Celui-ci permet de faire ressortir les principaux enjeux du territoire au travers des espèces contactées sur le terrain et des potentialités ressenties. Il intègre également l'analyse des impacts ainsi que des propositions de mesures visant l'insertion écologique du projet.

I. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les objectifs de l'étude d'impact sont au nombre de cinq :

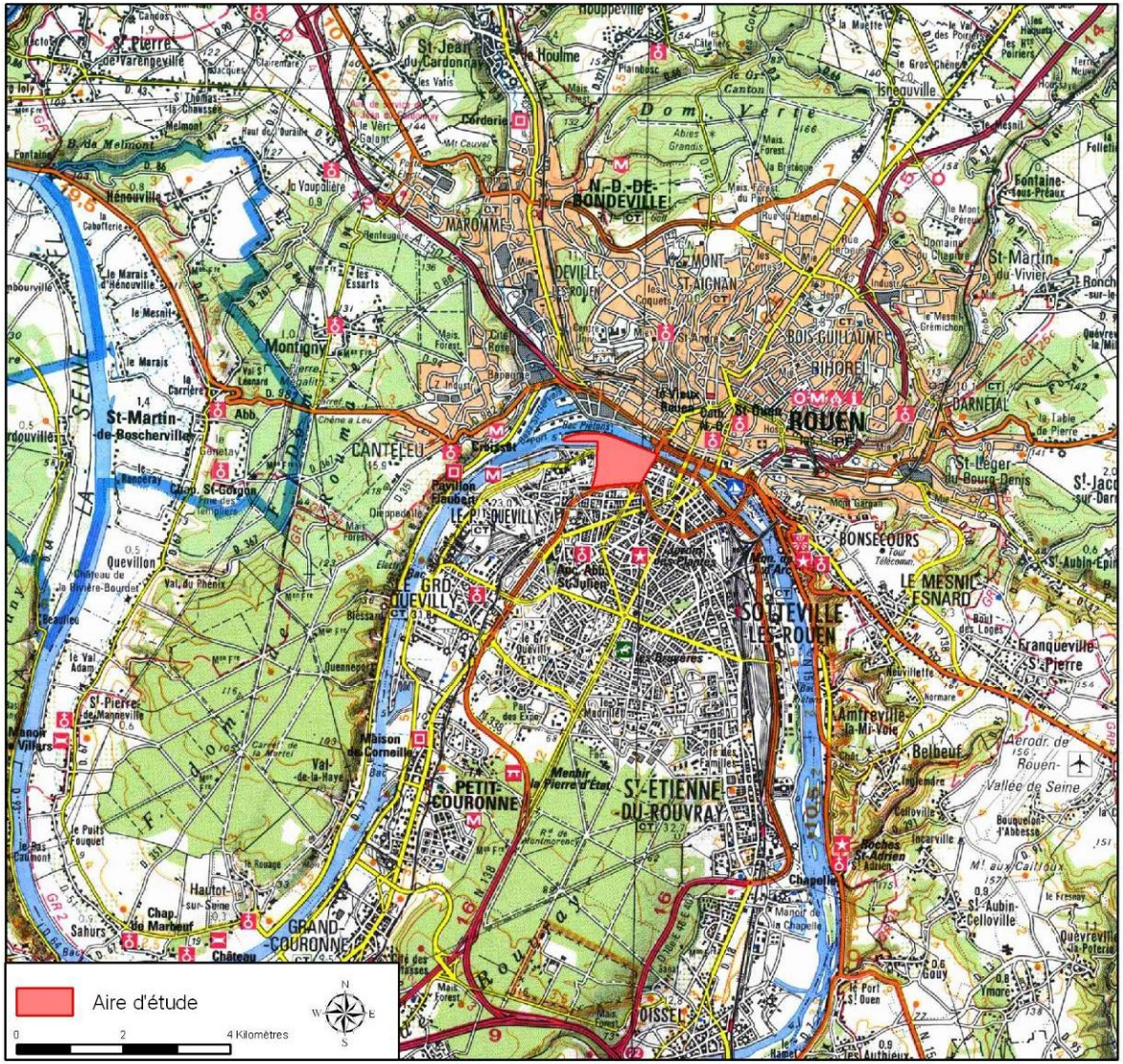
- Attester ou non de la présence d'une espèce ou d'un habitat naturel remarquable et/ou protégé sur l'aire d'étude et apprécier, le cas échéant, la répartition et l'importance de l'espèce ou de l'habitat ;
- Apprécier les potentialités d'accueil du site vis-à-vis d'une espèce ou d'un groupe biologique particulier ;
- Etablir la sensibilité écologique de l'aire d'étude par rapport au projet ;
- Apprécier les éventuels impacts sur le milieu naturel, la faune et la flore induits par le projet ;
- Définir les mesures d'atténuation d'impact à intégrer dans le projet :
    - mesures de suppression et réduction d'impacts ;
    - mesures de compensation d'impacts ;
    - autres mesures d'accompagnement du projet et de suivi écologique.

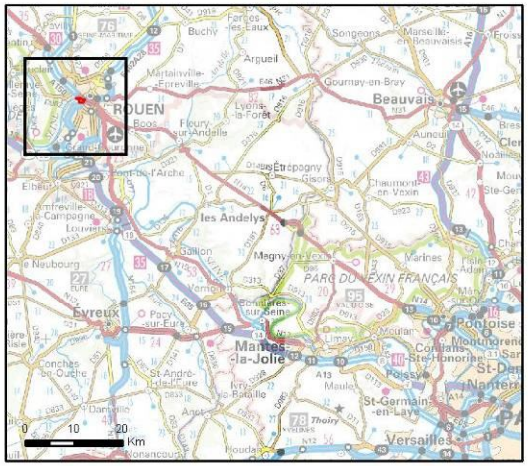
II. DESCRIPTION SOMMAIRE DU PROJET

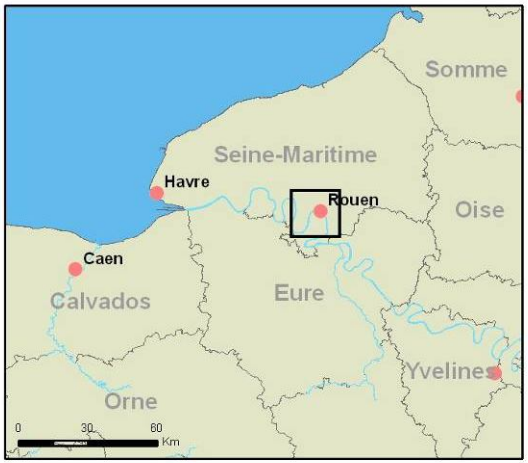
II.1 LOCALISATION

Le projet se situe dans le département de Seine Normandie, sur la commune de Rouen et concerne une surface d'environ 90 ha (cf. carte page suivante). Il est délimité au nord et à l'ouest par la Seine, au sud par un secteur industriel et logistique, à l'est par le Centre-ville.

Localisation de l'aire d'étude





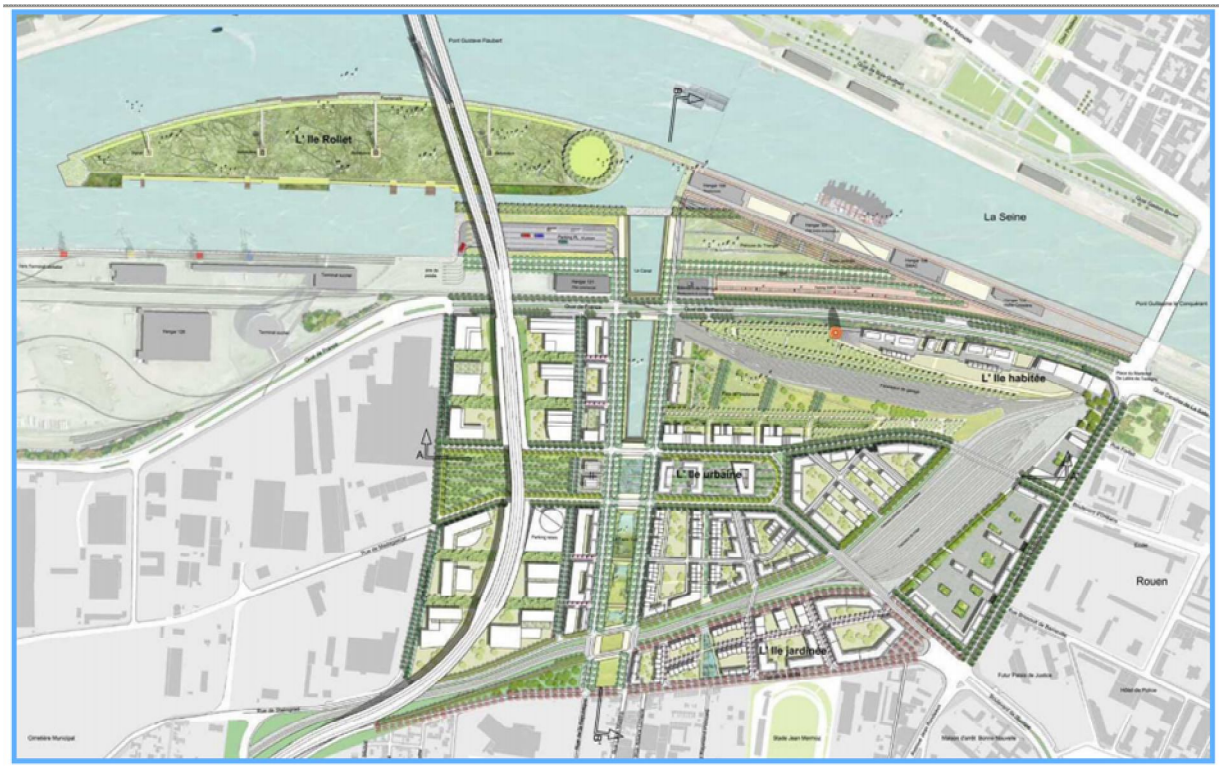


Sources des données :
- scan 100 et Scan 1000, IGN
- Réalisation : Biotope, septembre 2010

II.2 DESCRIPTION (REPRISE DES ÉLÉMENTS DE L'ÉTUDE D'IMPACT D'INGÉTEC)

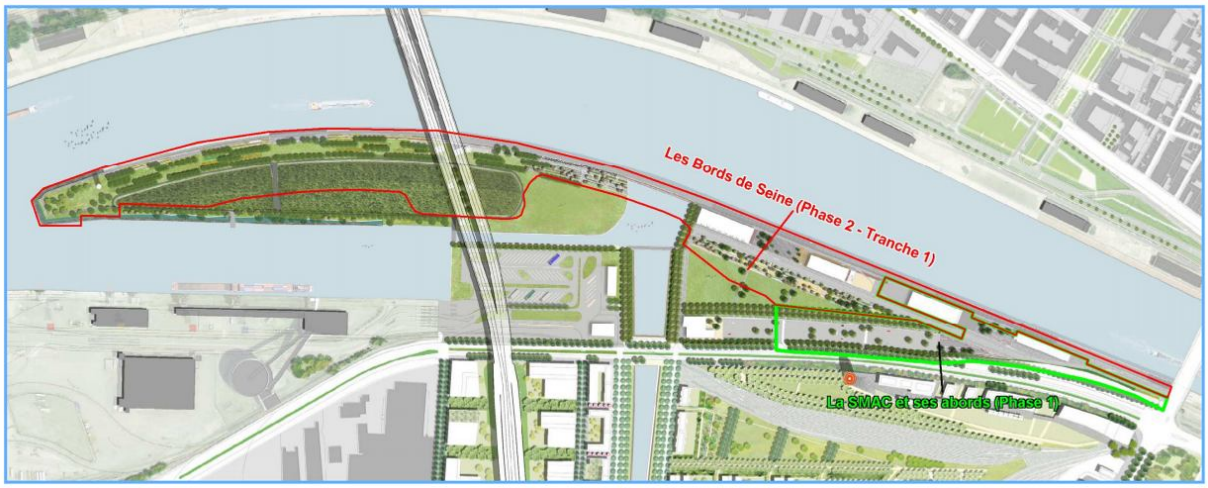
Même si les objectifs poursuivis sont nombreux pour cette opération d'urbanisme, deux stratégies majeures décidées par les élus de la CREA structurent la conduite de ce projet :

- La création d'un nouveau quartier de Centre-ville exemplaire en matière d'aménagement durable où seront accueillies des activités tertiaires et de l'habitat, ainsi que toutes les fonctions qui les accompagnent, et où les modes de transport seront articulés ;
- La valorisation de la proximité au fleuve, axe majeur du renouveau urbain, en aménageant les espaces des Bords de Seine en grand équipement d'agglomération, pour la promenade et les loisirs.



Esquisse d'aménagement de l'Ecoquartier Flaubert

(Esquisse produite pendant l'étude de définition)



Esquisse d'aménagement de l'Ecoquartier Flaubert (zoom sur le site de l'étude)

L'Ecoquartier Flaubert est donc un projet de réhabilitation des anciens sites industriels, portuaires et ferroviaires en un secteur urbain à forte composantes paysagères.

Le projet, tel qu'il a été défini par le groupement sur le marché 1 (aménagement de la Presqu'île Rollet et des bords de Seine), prévoit la réalisation des aménagements suivants:

- sur la presqu'île Rollet: mutation de la presqu'île en île «sauvage» et réalisation d'un laboratoire écologique avec accueil du public. Des mouvements de terres seront donc à prévoir pour aménager cette île;
- sur la zone remblayée en1994 : réalisation d'espaces verts et d'un pôle multiservices destiné aux activités portuaires, notamment l'accueil des poids lourds;
- sur les quais: réhabilitation des hangars en activités tertiaires et commerciales (création de la SMAC1 dans le hangar 106);
- dans la zone accueillant les bâtiments du G.P.M.R.2 et les anciennes voies ferrées : réalisation d'espaces verts et d'un parking pour la SMAC.

III. CONTEXTE DU SECTEUR D'ÉTUDE

III.1 OCCUPATION DU SOL

Partie déjà traitée dans l'étude d'impact générale en cours de rédaction.

Le projet s'inscrit dans un secteur très urbanisé qui accueille de nombreux commerces et activités. Le site est donc fortement imperméabilisé, laissant peu d'emprise aux espaces végétalisés.

Il est néanmoins important de noter la présence de friches, sur ou à proximité de l'aire d'étude. En contexte fortement urbanisé, celles-ci représentent souvent les derniers refuges pour la faune et la flore et sont susceptibles d'abriter des espèces à caractère patrimonial.

III.2 FONCTIONNALITÉ DU TERRITOIRE

La situation de l'aire d'étude, enclavée dans un tissu urbain dense, laisse peu de place à la présence de corridors écologiques importants. Les connections vers l'est ne semblent pas fonctionnelles, du fait de la présence des voies de chemin de fer et de nombreux espaces bâtis (habitats, activités commerciales et industrielles).

A une échelle plus fine, certaines connections peuvent néanmoins subsister pour des animaux de petite taille (insectes, petits, mammifères…). Certains îlots présentant une végétation en friche peuvent en effet servir de refuges à la faune et à la flore et être connectés à divers éléments inclus dans les trames urbaines (parcs, jardins).

L'aire d'étude se trouve dans un contexte d'enjeu faible à moyen, du fait d'importantes surfaces urbanisées et de la faible diversité d'habitats naturels de taille importante à proximité.

IV. ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

IV.1 AIRE D'ÉTUDE

Le projet est situé sur la commune de Rouen. Le périmètre désigné est bordé :

- au nord et à l'ouest par la Seine,
- au sud et à l'est par une zone d'activité industrialo-portuaire et ferroviaire.

Il couvre une superficie de 90 ha.

Les prospections ont principalement été réalisées sur le périmètre de réalisation de l'Eco-quartier. Cependant, afin de prendre en compte l'ensemble des potentialités présentes sur le site, des recherches bibliographiques ont été réalisées à une échelle plus vaste et couvrent ainsi des territoires situés à l'extérieur de l'emprise du projet (bordure des voies ferrés, Berges de Seine).

IV.2 EQUIPE DE TRAVAIL

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude :

L'EQUIPE	
Domaine d'intervention	**Agents de BIOTOPE**
Chef de projet, coordination de l'étude	Camille JOURDAIN
Botaniste	Sophie GOUEL
Fauniste, expertise insectes	Adrien BERIOL
Ornithologue	Christophe GOUJON
Ecologue pluridisciplinaire, expertise chiroptérologique	Marie-Lilith PATOU
Contrôle Qualité de l'étude	Sylvain LECKI

IV.3 LES PROSPECTIONS DE TERRAIN

Ce diagnostic est basé sur la réalisation de plusieurs visites sur le terrain réalisées depuis le mois de janvier 2011 jusqu'au mois d'août 2011. Les prospections de terrain sont détaillées dans le tableau ci-après.

PROSPECTIONS DE TERRAIN ET INFORMATIONS METEOROLOGIQUES		
Date	**Météorologie**	**Commentaires**
04 janvier 2011	5°C, temps couvert, vent léger, pas de pluie	Repérage de terrain Repérage des potentialités de zones humides
17 mars 2011	6°C, temps couvert, vent léger, pas de pluie	Repérage de terrain Inventaire des Amphibiens et des Reptiles
20 Avril 2011	Temps ensoleillé et vent léger S <20 km/h 14° C	Inventaires ornithologiques (nicheurs)
26 Avril 2011	Temps ensoleillé et vent léger Sud-Ouest <20 km/h 17° C	Inventaires ornithologiques (nicheurs)
7 Juin 2011	Eclaircies et vent léger Nord-Ouest <20 km/h 15° C	Inventaires ornithologiques (nicheurs)
28 juin 2011	25°C, ciel partiellement voilé, vent faible, pas de pluie	Inventaires des Amphibiens, des Insectes et des Reptiles
28 Juin 2011	Temps ensoleillé et vent léger S <20 km/h 24° C	Inventaires ornithologiques (nicheurs)
12 et 16 Juillet 2011	Temps sec, ensoleillé	Inventaire de la flore et des habitats
11 août 2011	22°C, ciel partiellement voilé, vent faible, pas de pluie	Inventaire des Insectes et des Reptiles
25 Août 2011	Ciel légèrement couvert en début de nuit puis pluie à partir de 0h30 18°C en début de nuit	Transect avec SM2 bat et écoute simultanée

IV.4 MÉTHODOLOGIE D'INVENTAIRES

Les observations de terrain réalisées dans le cadre du prédiagnostic du site en janvier 2011 ont consisté en une reconnaissance générale des caractéristiques écologiques de l'aire d'étude. Une attention particulière a été portée à l'identification des potentialités de présence de milieux humides, d'accueil pour la faune et la flore, ainsi qu'à la richesse écologique globale des différents milieux.

Au vu des résultats mis en évidence plusieurs groupes taxonomiques ont alors été diagnostiqués de façon détaillée au printemps et à l'été 2011.

IV.4.1 Flore et habitats naturels

Nomenclature

La nomenclature des plantes à fleurs et des fougères utilisée dans cette étude est celle de la Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France (BDNFF, consultable et actualisée en ligne sur le site www.tela-botanica.org).

Pour les habitats naturels et semi-naturels, la nomenclature utilisée est celle de CORINE BIOTOPE, référentiel de l'ensemble des habitats présents en France et en Europe. Dans ce document, un code et un nom sont attribués à chaque habitat décrit.

Méthodologie de terrain et de cartographie

Sur le terrain, la végétation (par son caractère intégrateur synthétisant les conditions de milieux et le fonctionnement de l'écosystème) est considérée comme le meilleur indicateur du type d'habitat naturel et permet donc de l'identifier.

Une reconnaissance floristique des structures de végétation homogènes a ainsi été menée sur l'ensemble de l'aire d'étude afin de les rattacher à la typologie CORINE BIOTOPE à l'aide des espèces végétales caractéristiques de chaque groupement végétal.

L'expertise de terrain a eu pour but de cartographier les habitats présents sur le site selon la typologie CORINE BIOTOPES. Les espèces végétales protégées et patrimoniales ont été prospectées dans le même temps que l'expertise des habitats naturels.

Pour réaliser la cartographie des habitats, il a été utilisé des fonds de carte IGN, des ortho-photographies aériennes , traités par le logiciel MapInfo™ .

La date des inventaires floristiques, située en période de floraison de nombreuses espèces végétales, est propice à une recherche efficace des plantes patrimoniales. Elle ne garantit toutefois pas que les espèces à développement plus précoce (fin de l'hiver –printemps) ou très tardif seront détectées.

IV.4.2 Insectes

Les insectes prospectés dans le cadre de cette étude sont les lépidoptères rhopalocères diurnes (papillons de jour), les odonates et les orthoptères. Les espèces protégées de ces groupes ont été recherchées en priorité. L'objectif principal de ces inventaires est de contacter les espèces rares ou protégées présentes sur l'aire d'étude. Les dates de prospections se situent en pleine période d'activité des adultes et se concentrent sur la période estivale.

Les **Lépidoptères diurnes** ont été recherchés sur l'ensemble des milieux favorables et identifiés à vue lorsque cela était possible. En cas d'identification délicate, les individus peuvent être temporairement capturés au filet pour être identifiés sur le terrain avant d'être relâchés. La nomenclature utilisée est celle de Lafranchis (2000).

Les recherches d'**odonates** se base sur une identification des habitats naturels propices au développement de ces espèces, des individus observés mais également sur tous les indices de présence relevés (exuvies). Certains individus ont pu être brièvement capturés au filet pour identification puis relâchés. La nomenclature suivie pour les odonates est celle de Grand & Boudot (2006).

La recherche et l'identification des différentes espèces d'**orthoptères** s'est faite à vue et par reconnaissance auditive de leurs stridulations.

Pour des besoins plus spécifiques concernant les espèces protégées (quantification des populations), un protocole particulier a été mis en place :

- La réalisation de transects.

Ce protocole est mis en place pour les espèces facilement repérables à vue et vivant au niveau du sol (Oedipode turquoise…). Les habitats favorables sont prospectés à pied le long de transects de longueur définie. L'ensemble des individus de l'espèce recherchée sont comptabilisés sur une largeur de 2m (1m de part et d'autre). La densité observée le long du transect est ensuite extrapolée à l'ensemble de la surface potentielle pour l'espèce. S'il est correctement exécuté (conditions météorologiques adéquates, choix des milieux, respect strict du protocole…), ce protocole présente peu de biais.

IV.4.1 Reptiles

La présence des reptiles sur un site est difficile à mettre en évidence. Concernant ce groupe, une attention particulière est portée sur les zones ensoleillées ainsi que sur les zones refuges (pierres, déchets, vieilles tôles…) sous lesquelles les individus peuvent s'abriter. Ces recherches se déroulent tout au long de la saison de terrain (mars à août 2011) afin de contacter un maximum d'espèces.

Les reptiles ont ainsi été recherchés dans leurs habitats de prédilection : murets, tas de pierres, souches… Cette recherche s'est faite le matin, lorsque les individus sont le plus susceptibles d'être observés en héliothermie, avant que la température ambiante ne soit trop élevée.

IV.4.2 Oiseaux

Seule l'avifaune nicheuse a été prospectée. L'objectif principal était de contacter les espèces remarquables présentes sur l'aire d'étude.

Afin d'évaluer le cortège des oiseaux nicheurs, des inventaires ponctuels basés sur la méthode des IPA (Indice Ponctuel d'Abondance), ont été réalisés sur l'ensemble de l'aire d'étude. Ils ont été réalisés de manière à échantillonner l'ensemble des types de milieux présents. Ces observations ont été complétées par une prospection complète de l'ensemble de l'aire d'étude.

Deux techniques de prospection complémentaires ont été utilisées au cours de ces inventaires :

- L'écoute des chants nuptiaux et cris des oiseaux à partir de parcours réalisés sur l'ensemble de l'aire d'étude, dans les différents milieux naturels présents. Cette méthode d'inventaire qualitatif est valable principalement pour les passereaux. L'observateur note également les différents contacts visuels qu'il peut effectuer.
- Pour les oiseaux ne se détectant pas par le chant, une prospection visuelle classique a été réalisée.

Les deux méthodes ont été appliquées aux premières heures après le lever du soleil pour correspondre à une période d'activité maximale de l'avifaune.

IV.4.3 Chiroptères

La zone d'étude a été parcourue à pied de la tombée de la nuit jusqu'au milieu de la nuit où la pluie est devenue trop importante. Elle a été parcourue avec un détecteur-enregistreur d'ultra-sons (SM2 bat, Wildlife acoustics). Cela permet d'enregistrer l'ensemble des ultra-sons en continu et de pratiquer de l'écoute active dans le même temps. Par ailleurs, l'observateur a la possibilité d'étudier le comportement des individus : action, direction de vol etc…

A posteriori, les enregistrements peuvent être analysés pour confirmer les indentifications spécifiques, surtout pour les cas les plus litigieux. Les sons sont ainsi analysés via le logiciel Batsound. Les identifications se font d'après la méthode publiée par M. Barataud et Muséum National d'Histoire Naturelle dans le cadre du Programme de suivi temporel des chauves-souris communes qui s'appuie sur la détermination des fréquences initiales et terminales, fréquence de maximum d'énergie, la durée du signal, sa fréquence etc…

Dans notre méthodologie, un contact correspond à une séquence d'une durée de 15 secondes durant laquelle ont été enregistrés des ultra-sons attribuables à une espèce. Si deux espèces émettent simultanément des ultra-sons lors de l'enregistrement d'une séquence, nous distinguerons bien 2 contacts (espèce A et espèce B).

En revanche, il faut souligner qu'à l'heure actuelle, il nous est impossible de distinguer deux individus entre eux sur la base de leurs ultra-sons. Il n'y a donc pas de corrélation directe entre le nombre de contacts et le nombre d'individus recensés. Il est par exemple possible d'enregistrer le même individu en activité pendant 1 minute autour d'un lampadaire, ce qui correspondra à 4 contacts.

IV.4.4 Ichtyofaune

Dans un premier temps, une phase de bibliographie et la consultation de différents organismes ont permis d'identifier les principaux enjeux du site.

Dans un second temps, une expertise de terrain a été réalisée pour compléter les informations récoltées auprès de ces structures. Cette expertise avait pour objectif :

- D'évaluer les potentialités d'accueil de l'ichtyofaune de l'aire d'étude ;
- De rechercher des frayères potentielles de bordure ;
- D'observer des espèces à vue.

Les prospections se sont concentrées sur les berges de la Seine et ses annexes, Des points d'observation ont été mis en place sur ces zones.

Limites méthodologiques de l'inventaire de l'ichtyofaune

La recherche des habitats favorables sur le secteur d'étude reste relative pour plusieurs raisons : turbidités des eaux sur certains secteurs et donc difficulté de définir un substrat, d'identifier des massifs d'herbiers aquatiques et d'observer la faune aquatique.

La prospection s'est déroulée par l'analyse de secteurs clefs (points d'observation) accessibles.

La définition des zones d'accueil, et notamment des zones de frayères, pour les différentes espèces présentes reste donc globale et est basée sur l'évaluation de la qualité écologique générale des milieux.

IV.5 BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie utilisée pour les expertises est listée en fin de rapport.

V. PRISE EN COMPTE DES INVENTAIRES OFFICIELS ET DE LA RÉGLEMENTATION

Partie traitée en détail dans l'étude d'impact globale en cours de rédaction.

Les éléments ci-dessous sont repris de ce document.

Dans le cadre de ce travail, un inventaire des différents zonages pouvant s'appliquer sur le territoire d'étude a été effectué auprès des services administratifs de l'Etat. Les données administratives concernant les milieux naturels, le patrimoine écologique, la faune et la flore sont de deux types :

- ✓ **Les zonages réglementaires** : zonage de sites au titre de la législation ou de la réglementation en vigueur dans lesquels les opérations d'aménagement peuvent être interdites ou contraintes. Il s'agit notamment des sites classés ou inscrits, des arrêtés préfectoraux de protection de biotope, des réserves naturelles, des sites du réseau NATURA 2000 (Sites d'Importance Communautaire (SIC) et Zones de Protection Spéciale (ZPS))…
- ✓ **Les zonages d'inventaires** : zonages qui n'ont pas de valeur d'opposabilité mais qui ont été élaborés à titre d'avertissement pour les aménageurs. Ce sont les Zones d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) à l'échelon national et certains zonages internationaux comme les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) à l'échelle européenne.

V.1 ZONAGES RÉGLEMENTAIRES DU PATRIMOINE NATUREL

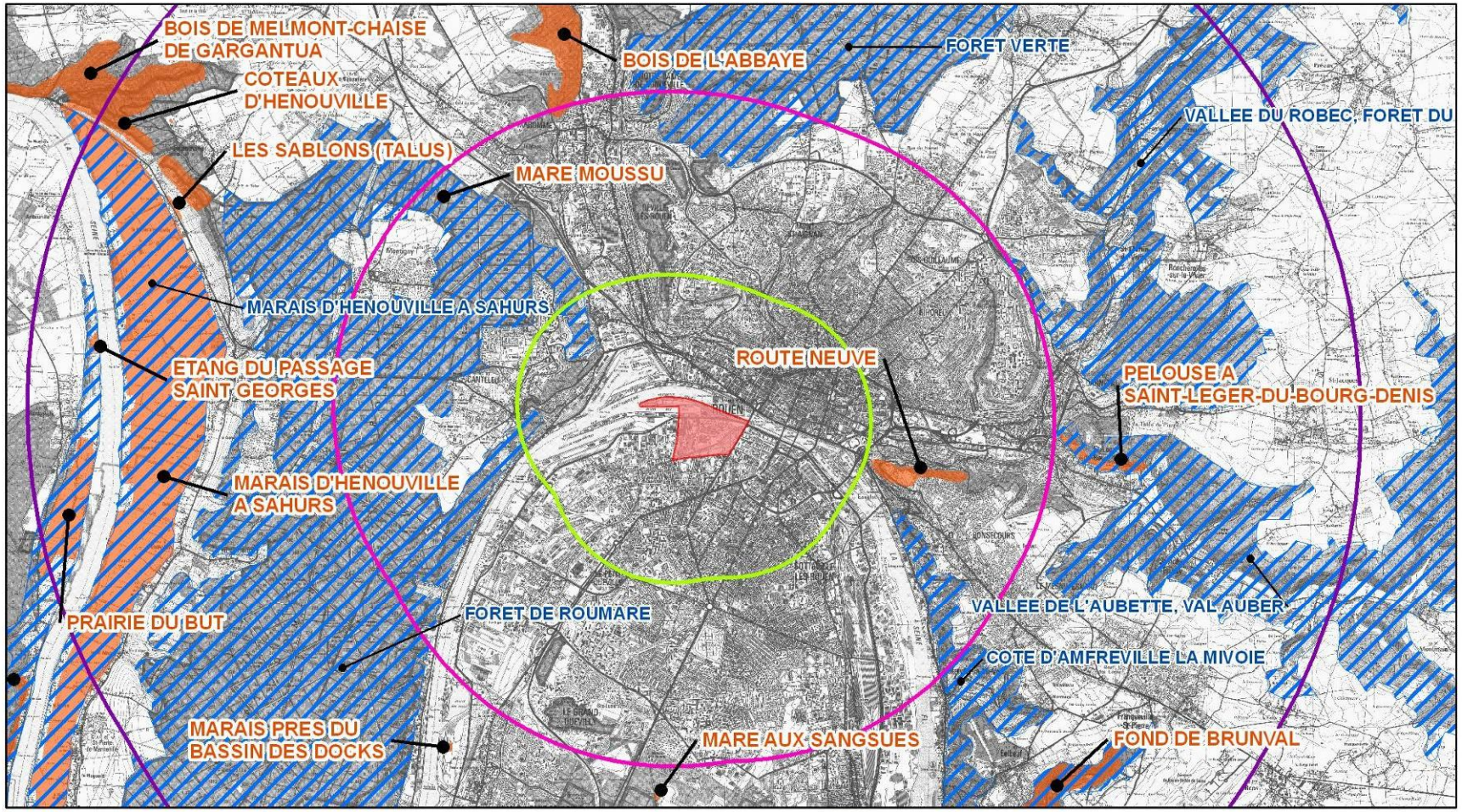
Aucun zonage de type réglementaire, en lien avec la préservation de la biodiversité, n'est recensé, ni sur l'aire d'étude, ni à une distance pouvant laisser présager une interaction avec le projet.

V.2 ZONAGES D'INVENTAIRE DU PATRIMOINE NATUREL

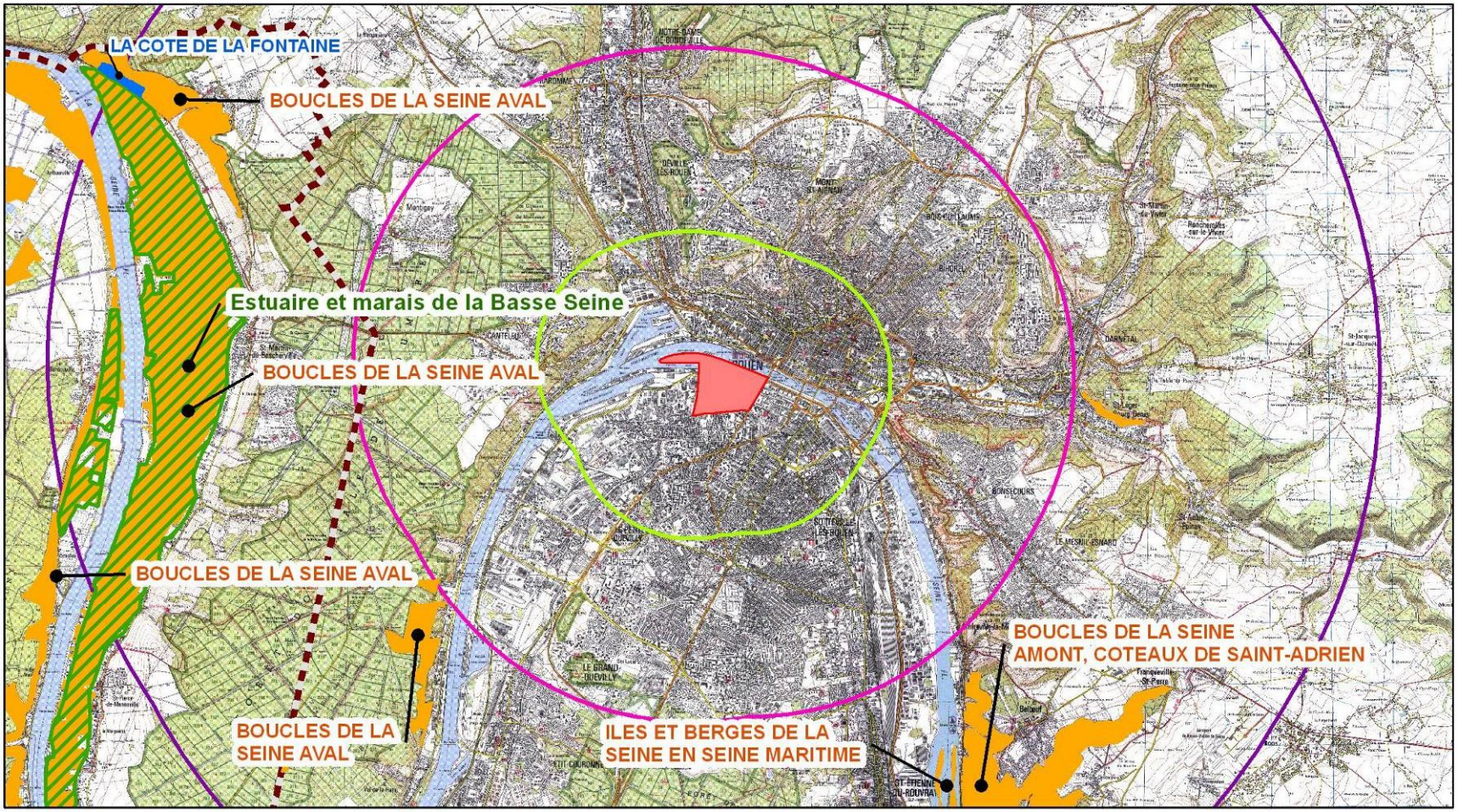
Le site est situé en zone d'inondation c'est-à-dire sous la zone des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC), ainsi qu'en zone de remontée de nappe en Haute-Normandie, c'est-à-dire en zone non saturée. Par conséquent, une attention particulière a été portée sur la potentialité de zone humide du site.

Aucun zonage de type inventaire, en lien avec la préservation de la biodiversité, n'est recensé, ni sur l'aire d'étude, ni à une distance pouvant laisser présager une interaction avec le projet.

Zonages d'inventaires du patrimoine naturel



Zonages de protection du patrimoine naturel



V.3 PROTECTION DES ESPÈCES

Une espèce protégée est une espèce pour laquelle s'applique une réglementation contraignante particulière.

L'étude d'impact se doit d'étudier la compatibilité entre le projet d'aménagement et la réglementation en matière de protection de la nature. Les contraintes réglementaires identifiées dans le cadre de cette étude s'appuient sur les textes en vigueur au moment où l'étude est rédigée.

Droit européen

En droit européen, la protection des espèces est régie par les articles 5 à 9 de la directive 79/409/CEE du 2 avril 1979, dite directive « Oiseaux », et par les articles 12 à 16 de la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore ».

L'Etat français a transposé les directives « Habitats » et « Oiseaux » par voie d'ordonnance (ordonnance n°2001-321 du 11 avril 2001).

Droit français

En droit français, la protection des espèces est régie par le code de l'Environnement :

« ***Art. L. 411-1****. Lorsqu'un intérêt scientifique particulier ou que les nécessités de la préservation du patrimoine biologique justifient la conservation d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées, sont interdits :*

1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;

2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;

3° La destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales ou végétales ;

[…]. »

Ces prescriptions générales sont ensuite précisées pour chaque groupe par un arrêté ministériel fixant la liste des espèces protégées, le territoire d'application de cette protection et les modalités précises de celle-ci (article R. 411-1 du CE - cf. tableau page suivante).

Il apparaît important de préciser un point particulier. La législation, concernant les espèces protégées d'oiseaux, a en effet récemment évolué.

L'arrêté ministériel précédemment en vigueur (Arrêté du 17 avril 1981 modifié) ne prévoyait en effet qu'une protection des individus (adultes, jeunes, nids). Seule l'interdiction de la destruction ou de l'enlèvement des œufs, des jeunes et des nids des espèces protégées était une contrainte réglementaire à prendre en compte.

La nouvelle réglementation prévoit désormais, et en complément, pour les espèces protégées, une interdiction de « la destruction, l'altération ou la dégradation des sites de reproduction et des aires de repos des animaux », à condition que celle-ci porte atteinte au cycle biologique de l'espèce.

SYNTHESE DES TEXTES DE PROTECTION FAUNE/FLORE APPLICABLES SUR L'AIRE D'ETUDE			
Groupe taxonomique	**Niveau européen**	**Niveau national**	**Niveau régional et/ou départemental**
Habitats naturels et semi-naturels	Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR 25 (Commission européenne, 2003)	Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire	Liste de milieux intrinsèquement déterminants de ZNIEFF en Haute-Normandie
Flore	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 20 janvier 1982 (modifié) relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire	Arrêté du 11 mars 1991 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Ile-de-France complétant la liste nationale
Insectes	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection	Arrêté du 22 juillet 1993 fixant la liste des insectes protégés en région Ile-de-France et complétant la liste nationale
Reptiles-Amphibiens	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 22 juillet 1993 (modifié) fixant la liste des amphibiens et reptiles protégés sur l'ensemble du territoire Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département	(néant)
Oiseaux	Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009, dite directive « Oiseaux » (anciennement 79/409/CEE du 2 avril 1979)	Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département	(néant)
Mammifères	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive « Habitats / Faune / Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département	(néant)

SYNTHESE DES TEXTES DE PROTECTION FAUNE/FLORE APPLICABLES SUR L'AIRE D'ETUDE			
Groupe taxonomique	**Niveau européen**	**Niveau national**	**Niveau régional et/ou départemental**
Poissons	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive Habitats : articles, annexe II, annexe IV	Décret du 25 mars 2008 relatif aux frayères et aux zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole, Arrêté du 20 décembre 2004 relatif à la protection nationale de l'esturgeon. Arrêté du 08 décembre 1988 fixant la liste des poissons protégés sur l'ensemble du territoire,	(néant)

Protection des espèces piscicoles

En droit européen comme en droit français, le statut de protection des poissons est très variable selon les espèces.

Certaines espèces comme l'Esturgeon (*Acipenser sturio*) et l'Apron (*Zingel asper*) bénéficient d'une protection stricte, incluant celle de leurs « sites de reproduction et aires de repos », au titre de la directive européenne 92/43/CEE du 21 mai 1992 (dite directive « Habitats / Faune / Flore »). Cette protection du « milieu particulier » est reprise en droit français pour les deux espèces citées (arrêté du 20 décembre 2004).

Certains autres poissons peuvent bénéficier, en droit français, de la protection de leurs « milieux particuliers, et notamment [de leurs] lieux de reproduction », ces derniers devant au préalable être désignés dans le cadre d'un arrêté préfectoral (arrêté du 8 décembre 1988). C'est le cas par exemple de certaines zones humides dites d'intérêt environnemental particulier, dont le régime de submersion permet la reproduction d'espèces piscicoles menacées telles que le brochet. Il est d'ailleurs à noter qu'à l'échelon national, les deux tiers des poissons consommés sont dépendants de ces milieux associés au réseau hydrographique pour leur reproduction ou leur développement (Commissariat Général du Plan, 1993).

La protection des habitats reste donc la priorité en matière de protection des espèces piscicoles et de leur devenir. Le décret du 25 mars 2008 relatif aux frayères et aux zones de croissance et d'alimentation de la faune piscicole fixe d'ailleurs que « le fait de détruire les frayères ou les zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole est puni de 20 000 euros d'amende, à moins qu'il ne résulte d'une autorisation ou d'une déclaration dont les prescriptions ont été respectées ou de travaux d'urgence exécutés en vue de prévenir un danger grave et imminent ».

Dans tous les cas, l'implication réglementaire peut être forte pour un projet d'aménagement.

V.4 STATUTS DE RARETÉ DES ESPÈCES

Les listes d'espèces protégées ne sont pas nécessairement indicatrices du caractère remarquable des espèces. Si pour la flore les protections légales sont assez bien corrélées à leur statut de conservation, aucune considération de rareté n'intervient par exemple dans la définition des listes d'oiseaux protégés.

Cette situation nous amène à utiliser d'autres outils de bioévaluation, établie par des spécialistes, pour évaluer la rareté des espèces présentes (voir tableau ci-après et bibliographie) : listes rouges, synthèses régionales ou départementales, littérature naturaliste... Ils rendent compte de l'état des populations d'espèces dans le secteur géographique auquel ils se réfèrent : l'Europe, le territoire national, une région, un département. Ces listes de référence n'ont pas de valeur juridique.

SYNTHESE DES OUTILS DE BIOEVALUATION FAUNE/FLORE UTILISES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE			
Groupe taxonomique	**Niveau européen**	**Niveau national**	**Niveau local**
Flore et habitats naturels	2004 Red List of threatened species – A global species assessment (UICN, 2004) Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne EUR 25 (Commission européenne, 2003)	Livre Rouge de la flore menacée de France. Tome I : espèces prioritaires (MNHN, CBNP, MEDD, 1995)	Statuts de rareté de la flore d'Ile-de-France (ARNAL, 1996, actualisé par BIOTOPE) Site web du CBNBP
Insectes	2004 Red List of threatened species – A global species assessment (UICN, 2004) European Red List of Dragonflies (UICN, 2010) European Red List of Butterflies (UICN, 2010) European Re d List of Saproxyilc Beetles (UICN, 2010)	Les Papillons de jour de France, Belgique, Luxembourg (LAFRANCHIS, 2000) Les Libellules de France, Belgique, Luxembourg (Duguet & Melki, 2006) Les orthoptères menacés en France (SARDET & DEFAUT [coord.], 2004) Document préparatoire à une liste rouge des Odonates de France métropolitaine (SFO, 2009) La nouvelle liste rouge française de l'UICN (Lepidoptera: Rhopalocera) (Manil, 20011)	Liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Haute-Normandie Liste Rouge des Odonates de Haute-Normandie. Nouveaux statuts de rareté. Liste des espèces déterminantes de ZNIEFF (DODELIN, 2011) Les Papillons de Normandie et des îles anglo-normandes (DARDENNE et al, 2008)
Amphibiens & Reptiles	2004 Red List of threatened species – A global species assessment (UICN, 2004) Atlas of amphibians and reptiles in Europe (GASC *et al*., 2004)	Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg (ACEMAV, 2003) UICN France, MNHN & SHF. 2008. La Liste rouge des espèces menacées en France, selon les catégories et critères de l'UICN. Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine.	Liste des espèces déterminantes de ZNIEFF en région Haute-Normandie – Amphibiens et Reptiles Observatoire Régional du Développement Durable de Haute-Normandie (http://www.orddhn.fr/)
Oiseaux	2004 Red List of threatened species – A global species assessment (UICN, 2004) Birds in Europe 2 (BirdLife International, 2004) Birds in the European Union – a status assessment (BirdLife, 2004)	Liste des espèces menacées en France, dans Oiseaux menacés et à surveiller en France, Liste rouge et priorité (YEATMAN-BERTHELOT D. & ROCCAMORA G. 1999) Rapaces nicheurs de France (THIOLLAY & BRETAGNOLLE, 2004)	Statuts des oiseaux d'Ile-de-France (CORIF d'après LE MARECHAL & LESAFFRE, 2000) ORGFH Ile-de-France (DIREN Ile-de-France, 2006)
Mammifères	2004 Red List of threatened species – A global species assessment (UICN, 2004) The atlas of european Mammals (MITCHELL-JONES A. J. & al. 1999)	Inventaire de la faune menacée en France (MNHN, 1994) SFEPM, CPEPESC (1999) – Plan de restauration des chiroptères.	Liste des espèces déterminantes d'Ile-de-France (CSRPN/DIREN Ile-de-France, 2002) ORGFH Ile-de-France (DIREN Ile-de-France, 2006)

SYNTHESE DES OUTILS DE BIOEVALUATION FAUNE/FLORE UTILISES DANS LE CADRE DE CETTE ETUDE			
Groupe taxonomique	**Niveau européen**	**Niveau national**	**Niveau local**
Poissons	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992, dite directive Habitats : articles, annexe II, annexe IV	MNHN, 1994 - Inventaire de la faune menacée en France, MNHN, 1997 - Statut de la faune de France métropolitaine, KEITH & ALLARDI, 2001 - . Atlas des poissons d'eau douce de France. KEITH & MARION, 2002 – Methodology for drawing up a Red list oh threatened freshwater fish in France.	Liste des espèces déterminantes de ZNIEFF (guide DIREN IDF 2002)

VI. ETAT INITIAL

VI.1 HABITATS NATURELS

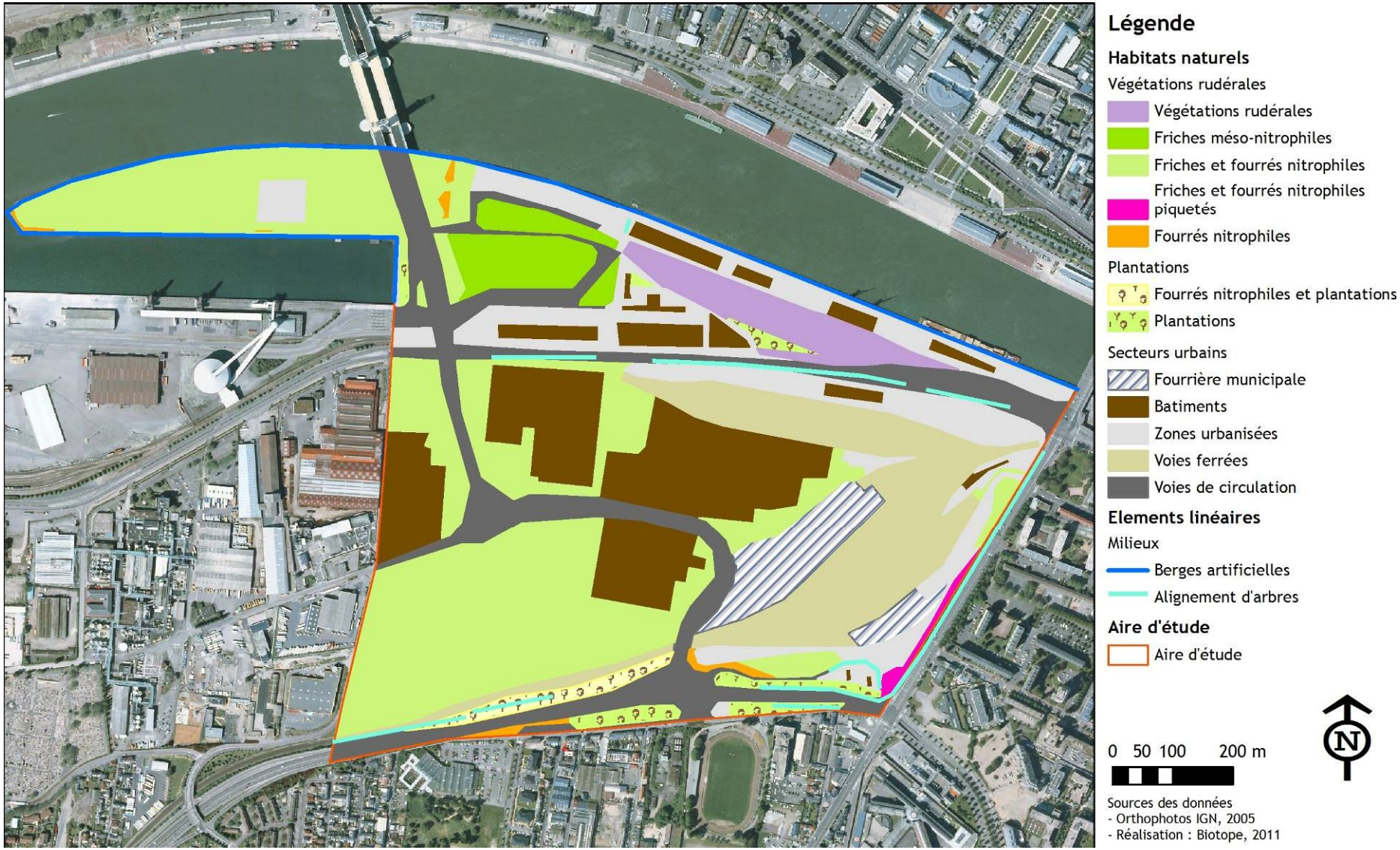
Carte page suivante : Cartographie des habitats naturels

Pour chaque habitat, un niveau d'enjeu écologique est attribué.
3 niveaux d'enjeux écologiques sont définis:

- Enjeu écologique faible ;
- Enjeu écologique modéré ;
- Enjeu écologique élevé.

Ces enjeux sont déterminés à dire d'expert, notamment en fonction de la rareté de l'habitat localement, du rattachement à un habitat Natura 2000, de l'état de conservation de l'habitat, des espèces observées au sein de cet habitat etc.

Cartographie des habitats naturels



Carte n°1.Cartographie des habitats naturels

VI.1.1 Description des habitats sur l'aire d'étude

Végétations des berges de la Seine

Code Corine : -
Code Natura 2000 : -

Les berges de la Seine sont artificialisées (moellons bitumineux, quai béton etc.). Ces berges bétonnées abritent des communautés nitrophiles des murs. Ces communautés végétales du *Parietario judaicae-Galion muralis* sont représentées par :

- la Pariétaire diffuse (*Parietaria judaica*)
- la Cymbalaire des murailles (*Cymbalaria muralis*)
- la Sabline à feuilles de serpolet (*Arenaria serpyllifolia)*
- la Doradille scolopendre (*Asplenium scolopendrium*)
- la Dryoptéride de la Chartreuse (*Dryopteris carthusiana)*
- le Polypode commun *(Polypodium vulgare)*
- l'Orpin âcre *(Sedum acre)*

Cymbalaire des murailles© Biotope

Pariétaire diffuse © Biotope

Une végétation rudérale s'y développe également avec la présence de nombreuses espèces pionnières de friche plus ou moins nitrophiles. On note ainsi la présence de l'Armoise commune (*Artemisia vulgaris*), du Mélilot blanc (*Melilotus albus*), de la Roquette bâtarde (*Hirschfeldia incana*), du Brome stérile (*Bromus sterilis*), de l'Ortie dioïque (*Urtica dioïca*), de la Laiture scariole (*Lactuca serriola*), du Tussilage (*Tussilago farfara*) etc.

Berges artificialisées © Biotope

Quelques espèces de mégaphorbiaies nitrophiles sont présentes :

- liseron des haies (*Calystegia sepium*)
- la Morelle douce-amère (*Solanum dulcamara)*
- le Lycope d'Europe *(Lycopus europaeus)*
- le Houblon (*Humulus lupulus*)
- la Salicaire commune (*Lythrum salicaria)*
- la Bardane à petits capitules (*Arctium minus)*

Ces berges abritent deux espèces patrimoniales :

- un pied d'Aristoloche clématite (*Aristolochia clematitis*), espèce rare en Haute Normandie
- quelques pied de Scutellaire toque (*Scutellaria galericulata*), espèce assez rare en Haute Normandie.

Ces habitats représentent un enjeu écologique **modéré**.

Végétations de friches nitrophiles

Code Corine : 87.1
Code Natura 2000 : -

Les végétations de friches industrielles sont présentes sur l'ensemble de l'aire d'étude. Ces friches prospèrent sur des sols drainés calcaires plus ou moins caillouteux et se développent préférentiellement au niveau des remblais et secteurs fortement remaniés. Ces groupements, très instables, sont principalement composés de plantes bisannuelles à floraison estivale ou automnale mêlées de quelques annuelles et de vivaces.

Les groupements végétaux y sont peu diversifiés avec des espèces comme :

- l'Armoise commune (*Artemisia vulgaris*)
- la Carotte sauvage (*Daucus carota*)
- la Tanaisie commune (*Tanacetum vulgare*)
- le Réséda gaude (*Reseda luteola*)
- le Réséda jaune (*Reseda lutea*)
- la Linaire commune (*Linaria vulgaris)*
- La luzerne cultivée (*Medicago sativa*)
- le Cirse des champs (*Cirsium vulgare*)
- la Vipérine commune (*Echium vulgare*)

Friche nitrophile colonisée par des fourrés (secteurs en dépollution) © Biotope

On note par endroit la présence de quelques graminées telles que le Fromental (*Arrhenatherum elatius*), le Brome stérile (*Bromus sterilis*), le Dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), le chiendent (*Elymus repens*) et le Ray grass anglais (*Lolium perenne*).

Ces végétations de hautes friches peuvent se trouver en mosaïque avec de petites tonsures sableuses riches en annuelles et petites vivaces dont la Vulpie queue d'écureuil (*Vulpia myuros*), l'Orge des rats (*Hordeum murinum*), le Bec de grue (*Eriodium cicutarium*), le Myosotis hérissé (*Myosotis ramosissima*), la Flouve odorante (*Anthoxanthum odoratum*), le Céraiste aggloméré (*Cerastium glomeratum*) etc.

On observe également d'autres espèces typiques de friches calcaires comme le Picride fausse vipérine (*Picris echioides*), l'Aigremoine eupatoire (*Agrimonia eupatoria*), le Millepertuit (*Hyperichum perforatum*) etc.

Ces végétations sont formées d'une flore banale peu diversifiée de friches nitrophiles. Elles sont propices à la présence de nombreuses espèces introduites dont certaines sont invasives.

Ces végétations représentent un enjeu écologique **faible**.

Les fourrés nitrophiles

Code Corine : 31.81
Code Natura 2000 : -

Les friches, si elles ne sont pas maintenues par intervention humaine, sont propices au développement d'espèces ligneuses pionnières. Les fourrés arbustifs sont les premiers stades de cette colonisation. Ces fourrés sont présents sur l'ensemble des friches de l'aire d'étude.

Ces végétations arbustives rudérales sont dominées par le Grand sureau (*Sambucus nigra*), l'Aubépine à un style (*Crataegus monogyna*), l'Orme champêtre (*Ulmus minor*), le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), le Troène commun (*Ligustrum vulgare)* ou le Prunellier (*Prunus spinosa*).

Fourrés nitrophiles piquetés d'arbres © biotope

De nombreux fourrés, dominés par le Buddléia de David (*Buddleja davidii*) (espèce à fort pouvoir invasif sur le site) colonisent également ces friches. Quelques petits arbres peuvent être également présents comme le Frêne commun (*Fraxinus excelsior*) ou l'Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus*).

Des fourrés de Saule blanc (*Salix alba*) se développent également le long des berges artificialisées de la Seine.

Ces habitats représentent un enjeu écologique **faible**.

Les végétations anthropiques

La majeure partie du site d'étude est occupée par un espace urbain. Les plantes les plus fréquemment rencontrées sont des espèces rudérales ou encore des variétés potagères et ornementales.

✶ *Les bâtiments*

Code Corine : 82.2
Code Natura 2000 : -

De nombreux bâtiments occupent l'aire d'étude. Une végétation nitrophile rudérale y est ponctuellement présente. Ces groupements rudéraux se caractérisent par la présence d'espèces pionnières comme le Grand plantain (*Plantago major*), l'Ortie dioïque (*Urtica dioïca*), la Cotonnière des fanges (*Gnaphalium uliginosum)* ou le Rumex à feuilles obtuses *(Rumex obtusifolius).*

Cette végétation rudérale est également présente sur une zone récemment remaniée aux abords du Hangar 106. Ce secteur présente notamment une station importante à Vergerette du Canada *(Conyza canadensis).* Cette espèce pionnière est invasive en Haute Normandie.

Ces végétations ne présentent pas d'intérêts floristiques particuliers et constituent un enjeu écologique **très faible**.

✶ *Les plantations et alignements d'arbres*

Code Corine : 83.3
Code Natura 2000 : -

Diverses plantations sont présentes sur l'aire d'études :

- Plantations à Peuplier d'Italie (*Populus nigra var. italica*)
- Plantations d'essences indigènes (Tilleuls, Aubours faux-ébénier, Viorne obier etc…)

Illustrations à Peuplier d'Italie © biotope

Notons la présence de plantations à Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), espèce invasive en Haute Normandie.

Ces végétations ne présentent pas d'intérêts floristiques particuliers et constituent un enjeu écologique **très faible**.

VI.1.2 Bioévaluation des habitats

Aucun habitat d'intérêt communautaire au titre de la Directive « habitat-faune-flore » ne fut rencontré sur l'aire d'étude.

VI.1.3 Zone humide

Par endroit, le sol meuble et perméable favorise la présence de plantes bisannuelles et de mousses. Ces substrats sont issus de l'action humaine exercée sur le site (exploitation, remblais…). La teneur en eau du sol est alors faible, suite à un assèchement rapide après les pluies.

En revanche, la formation de petites dépressions associées à un tassement du sol peut engendrer une humidité superficielle. Ce phénomène se traduit par l'apparition ponctuelle de Jonc (*Juncus inflexus*) et de Laîche (*Carex sp*.).

Cependant le site ne peut être qualifié de zone humide d'un point de vue phytosociologique.

VI.2 FLORE

VI.2.1 Flore protégée

Aucune espèce protégée ne fut rencontrée sur l'aire d'étude. La contrainte réglementaire est donc **nulle.**

VI.2.2 Bioévaluation de la flore

Flore indigène patrimoniale

Carte page suivante : Cartographie de la flore remarquable

Trois espèces patrimoniales ont été rencontrées au nord de l'aire d'études à proximité des berges de la Seine. Aucune de ces trois espèces n'est inscrite à la liste rouge régionale.

Ces espèces constituent une contrainte écologique **modérée** pour le projet.

Flore patrimoniale						
Nom commun	Taxon	Rar. HN	Men. HN	Patrim. HN	Espèce déterminante ZNIEFF	L. rouges
Aristoloche clématite	*Aristolochia clematitis* L.	R	NT	oui	oui	-
Acinos des champs	*Acinos arvensis* (Lam.) Dandy	R	NT	oui	oui	-
Scutellaire toque	*Scutellaria galericulata* L.	AR	NT	oui	-	-

Légende :

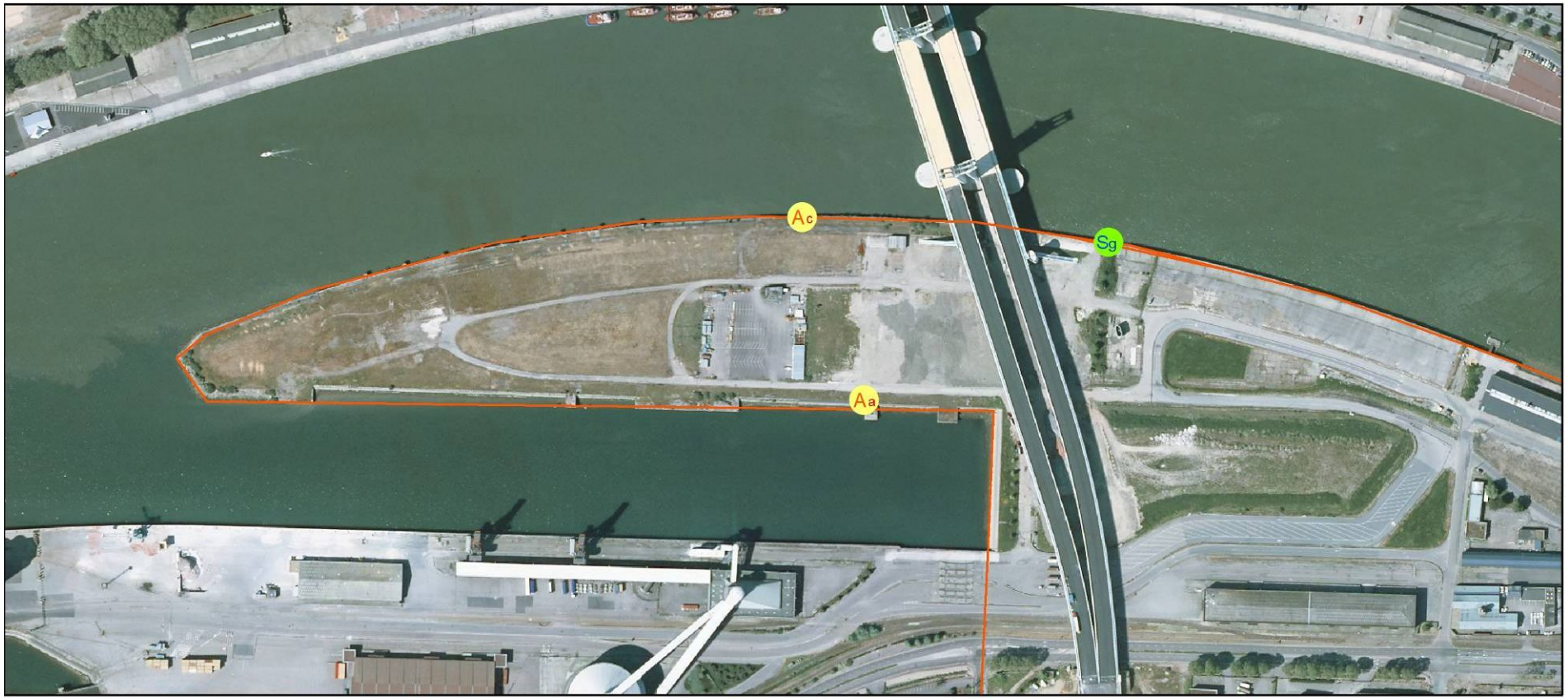
Rar. HN (Rareté régionale)
- AR = Assez rare
- R = Taxon rare

L. rouge (Liste rouge régionale) :
R = Inscrit à la liste rouge régionale

Men HN (Menace régionale)
NT = Taxon quasi-menacé

Patrim. HN (Intérêt patrimonial au niveau régional)
oui = Plante d'intérêt patrimonial

Localisation des espèces végétales patrimoniales



Sources des données : Orthophotos IGN, 2005/ Réalisation : Biotope, 2011

Légende

Espèces patrimoniales

- Aa Acinos des champs *(Acinos arvensis)* [R, NT] *
- Ac Aristoloche clématite *(Aristolochia clematitis)* [R, NT] *
- Sg Scutellaire toque *(Scutellaria galericulata)* [AR, NT]

Aire d'étude

- Aire d'étude

Légende :
Abréviations :
* Espèce determinante ZNIEFF
AR : Espèce assez rare
R : Espèce rare
NT : statut de menace "quasi menacé"

0 50 100 200 m

N

Acinos des champs (*Acinos arvensis)*

Acinos des champs (hors site) © Franck Le Driant / FloreAlpes.com

Localisation sur l'aire d'étude : Tonsure rudérale de la presqu'île Rollet

Description : Plante annuelle ou bisannuelle herbacée. Les feuilles assez petites, ovales ou lancéolées. Les fleurs sont purpurines ou blanches, petites et disposées en verticilles axillaires sur des pédoncules simples et courts.

Etat des populations sur le site: 1 petite station sur la presqu'île Rollet

Statut en Haute Normandie : Espèce rare en Haute Normandie

Menace : Taxon quasi menacé d'extinction en Haute-Normandie.

Aristoloche clématite (*Aristolochia clematitis*)

Aristoloche clématite © Biotope

Localisation sur l'aire d'étude : Berges artificialisées de la presqu'île Rollet

Description : Plante vivace à odeur fétide. La souche est profonde et longuement rampante. Les feuilles sont grandes profondément en cœur et à sinus largement ouvert à la base. Les fleurs sont jaunâtres et courtement pédicellées.

Etat des populations sur le site: 1 pied

Statut en Haute Normandie : Espèce rare en Haute Normandie

Menace : Taxon quasi menacé d'extinction en Haute-Normandie.

Scutellaire toque *(Scutellaria galericulata*)

Scutellaire toque (hors site) © Biotope

Localisation sur l'aire d'étude : Berges artificialisées de la presqu'île Rollet

Description : Plante annuelle ou bisannuelle herbacée. Les feuilles assez petites, ovales ou lancéolées. Les fleurs sont purpurines ou blanches, petites et disposées en verticilles axillaires sur des pédoncules simples et courts.

Etat des populations sur le site: 1 station de quelques pieds situés sur les berges artificialisées

Statut en Haute Normandie : Espèce assez rare en Haute Normandie

Menace : Taxon quasi menacé d'extinction en Haute-Normandie

VI.2.3 Flore invasive

Carte p38: Cartographie des espèces invasives

Plusieurs espèces invasives ont été recensées sur le site. Ces espèces se substituent à la flore spontanée et présentent un caractère envahissant. Le tableau ci-dessous récapitule les principales d'entre elles. Cinq espèces végétales invasives ont été rencontrées. Deux espèces, potentiellement invasives furent localisées sur les berges sud de la presqu'île Rollet. Trois de ces espèces sont présentes sur l'ensemble de l'aire d'étude. Seuls les secteurs principaux ont été cartographiés dans la carte p.40.

Flore invasive			
Nom commun	**Nom scientifique**	**Statut**	**Localisation**
Buddléia de David (arbre à papillons)	*Buddleja davidii Franch.*	Invasive avérée	Ensemble de l'aire d'étude
Vergerette du Canada	*Conyza canadensis (L.) Cronquist*	Invasive avérée	Ensemble de l'aire d'étude
Séneçon du Cap	*Senecio inaequidens DC.*	Invasive avérée	Ensemble de l'aire d'étude
Renouée du Japon	*Fallopia japonica (Houtt.) Ronse Decraene*	Invasive avérée	Quelques secteurs localisés
Robinier faux-acacia	*Robinia pseudoacacia L.*	Invasive avérée	Quelques secteurs localisés
Bidents à fruits noirs	*Bidens frondosa L.*	Invasive potentielle	Berges sud de la presqu'ile Rollet
Aster gp. à feuille de saule	*Aster gp. salignus*	Invasive potentielle	Quelques pieds sur les quais de la Seine

Certaines de ces espèces ont un pouvoir envahissant fort et forment déjà de grandes populations. Il apparaît très important de prendre ces éléments en compte dans le cadre du projet. En effet, le terrassement de terrains envahis par des végétaux indésirables peut favoriser leur propagation (dispersion de graines ou de rhizomes...) et accentuer les problèmes posés par ces espèces : remplacement d'espèces locales, modification des milieux, transmission de pathogènes... Leur élimination ou contention est donc à prendre en compte avant les travaux.

Ces espèces constituent une contrainte écologique **moyenne** pour le projet, du fait du fort pouvoir de dispersion de certaines d'entre elles.

Friche à Séneçon du cap et Buddléia de David (presqu'île Rollet) © Biotope

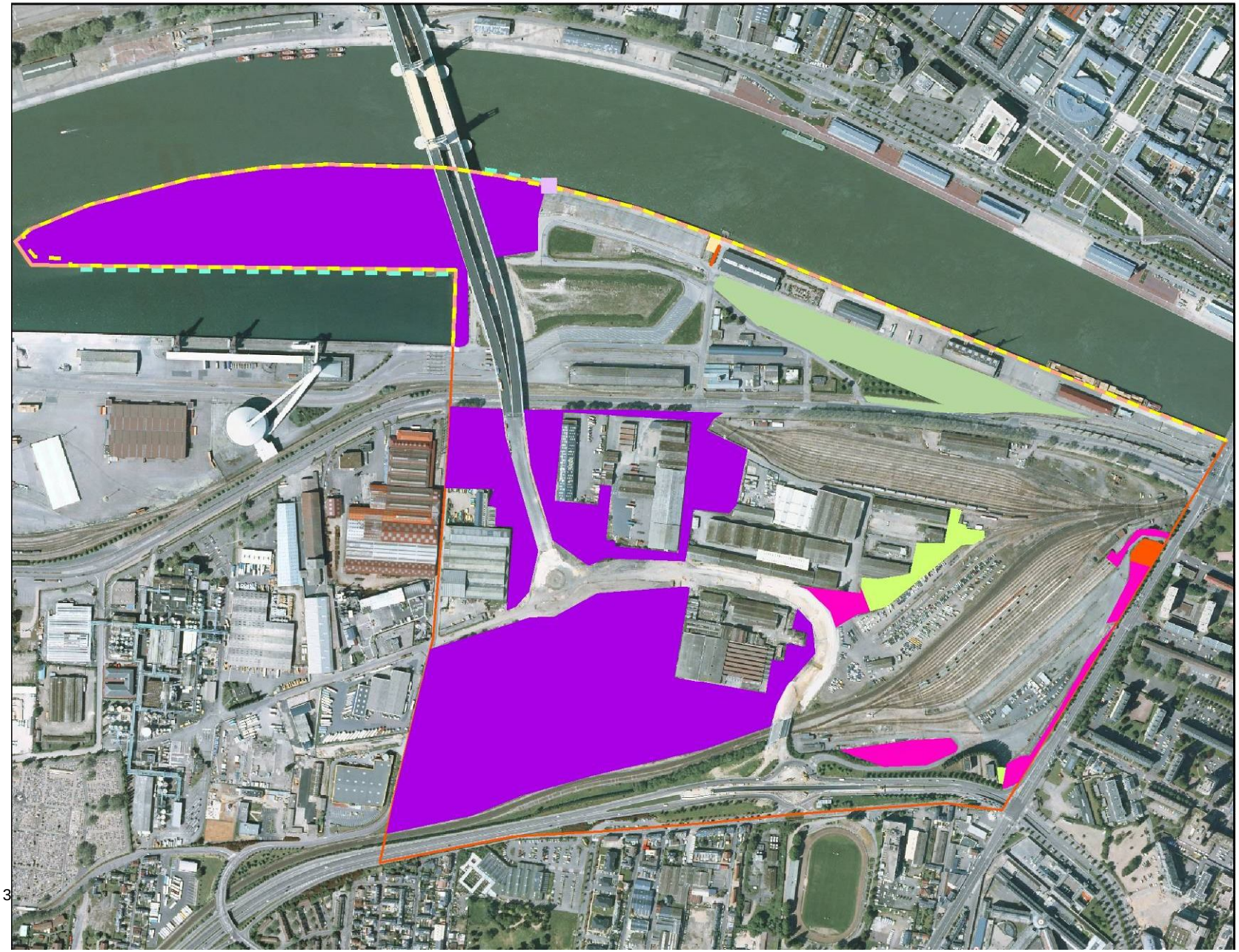
Robinier faux acacia © Biotope

Renouée du Japon (photo hors site) © Biotope

Groupements à Bident à fruits noir, Vergerette du Canada et Séneçon du Cap (berges sud de la presqu'île Rollet) © Biotope

Vergerette du Canada © Biotope

Localisation des principaux secteurs à espèces végétales invasives



Légende

Elements surfaciques

Invasives avérées

- Buddléia de David, Séneçon du Cap, Vergerette du Canada
- Buddléia de David
- Vergerette du Canada
- Séneçon du Cap
- Renouée du Japon
- Robinier faux-acacia

invasives potentielles

- Aster gp. à feuilles de saule

Elements linéaires

Invasives avérées

- Séneçon du Cap
- Vergerette du Canada
- Robinier faux-acacia

Invasives potentielles

- Bident à fruits noirs

Aire d'étude

- Aire d'étude

0 50 100 200 m

N

Sources des données
- Orthophotos IGN, 2005
- Réalisation : Biotope, 2011

VI.3 INSECTES

Cf.carte p. 45 : Insectes et reptiles remarquables

VI.3.1 Espèces protégées

Aucun insecte protégé n'a été observé au cours des prospections.

Au vu des milieux rencontrés, aucune espèce protégée ne nous parait potentielle dans le périmètre de l'étude. Toutefois, ce fait est à pondérer par la rareté desdites espèces en région Haute-Normandie.

Rappel réglementaire : L'arrêté ministériel du 23 avril 2007 interdit notamment la destruction des individus sous leurs différentes formes biologiques (œufs, chenilles…), le transport ou encore l'utilisation des espèces listées à l'article 3. Par ailleurs, les espèces listées à l'article 2 font l'objet des mêmes dispositions, ainsi que d'une protection légale de leurs sites de reproduction et de leurs aires de repos.

Le fait qu'aucune espèce protégée ne soit présente sur le site représente une **contrainte réglementaire faible** pour le projet.

VI.3.2 Espèces à caractère patrimonial non protégées

Les prospections réalisées au cours de cette saison ont mis à jour la présence d'une espèce considérée comme patrimoniale en région Haute-Normandie : l'Oedipode turquoise (*Oedipoda caerulescens*).

L'Oedipode turquoise est une espèce très répandue en France. A l'échelle régionale, elle l'est beaucoup moins : on ne le rencontre guère que dans les vallées de la Seine et de l'Eure. L'espèce se rencontre notamment sur les secteurs de friches et de pelouses rases bien exposés, à la végétation peu développée.

Sur l'aire d'étude, plusieurs individus ont pu être observés en 2011, sur les portions écorchées au Nord de l'aire d'étude, sur les pelouses de la presqu'île Rollet particulièrement bien exposées. Ailleurs, elle est plus ponctuelle, comme sur les terrains de la SNCF. Il est probable que l'activité humaine, bien que limitée, lui soit défavorable dans ce secteur.

Oedipode turquoise. Photographie prise sur site

© A. Beriol, BIOTOPE

Insectes remarquables sur le site		
Espèce	***Statut régional***	***Secteur concerné***
Oedipode turquoise *Oedipoda caerulescens*	Assez rare Déterminante ZNIEFF	Presqu'île Rollet. Secteurs de pelouse rase et/ou écorchée.

D'une manière générale, les milieux rencontrés sont généralement peu propices à l'entomofaune, du fait de leur degré de dégradation et/ou de la forte fréquentation. Ceci explique ainsi la faible diversité rencontrée (8 espèces).

Les prospections réalisées en 2011 sur l'aire d'étude ont permis de mettre à jour la présence d'une seule espèce remarquable. Celles-ci ne constituent pas de contrainte réglementaire vis-à-vis du projet. En revanche, leurs statuts de rareté à l'échelle régionale en font une **contrainte écologique moyenne** à ne pas négliger dans la constitution du présent dossier.

VI.3.3 Cortèges d'espèces

Papillons de jour

Quatre espèces de papillons de jour ont été observées au sein de l'aire d'étude, ce qui représente une très faible diversité. A ces quatre espèces, nous ajoutons une espèce de papillon « de nuit » (Hétérocère) mais présentant des mœurs diurnes.
Le cortège observé correspond principalement à des espèces ubiquistes. Une espèce caractéristique des lisières boisées a également été observée. Cette espèce n'est pas du tout pertinente dans le périmètre (habitats non favorables, plante hôte absente), et nous estimons donc que sa présence est probablement de l'erratisme. Par ailleurs, la forte présence de Buddléia aurait également pu attirer cette espèce.

Espèces de lépidoptères identifiées sur l'aire d'étude				
Cortège	***Nom scientifique***	***Nom français***	***Rareté régionale***	***Déterminante ZNIEFF***
Lisières forestières	*Argynnis aglaja*	Grand Nacré	AC	
Ubiquistes	*Pieris rapae*	Piéride de la rave	TC	
	Vanessa atalanta	Vulcain	TC	
	Aglais urticae	Petite Tortue	AC	
	Macroglossum stellatarum	Moro-sphinx	AC	

Légende du tableau : Rareté régionale
TC : Très Commun, C : Commun, AC : Assez Commun

Odonates

Aucun point d'eau susceptible d'accueillir une population pérenne d'Odonates n'a été observé au sein de l'aire d'étude. Pour cette raison, aucune espèce de Libellule n'était particulièrement attendue sur le site. Nos observations ont confirmé nos attentes.

Orthoptères

Trois espèces d'orthoptères ont pu être recensées sur l'aire d'étude, ce qui représente une très faible diversité.

Une espèce observée est typique des milieux ouverts, à végétation rase : l'Oedipode turquoise. Les deux autres espèces sont ubiquistes et peuvent donc être rencontrées dans différents milieux.

Espèces d'Orthoptères identifiées sur l'aire d'étude				
	Nom scientifique	***Nom français***	***Rareté régionale***	***Déterminante ZNIEFF***
Pelouses rases	*Oedipoda caerulescens*	Oedipode turquoise	AR	X
Ubiquistes	*Chorthippus biguttulus*	Criquet mélodieux	TC	
	Chorthippus brunneus	Criquet duettiste	TC	

Légende du tableau : Rareté régionale
TC : Très Commun, AR : Assez Rare

VI.4 REPTILES

Cf carte p.31 : Insectes et reptiles remarquables

VI.4.1 Espèces protégées

Rappel réglementaire : Les Reptiles font l'objet des mêmes textes de protection que les Amphibiens (cf. partie *« Amphibiens protégés »*).

Au cours de nos prospections, une seule espèce de reptile fut observée : le Lézard des murailles. Le détail des statuts relatifs à cette espèce sont rappelés dans le tableau ci-dessous.

Le Lézard des murailles est listée à l'article 2 de l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007. Ceci implique que pour cette espèce, la destruction, l'enlèvement, la mutilation, la capture ou la perturbation intentionnelle des individus sont strictement interdits. Cette protection s'applique également aux sites de reproduction et aux aires de repos avérés.
Par ailleurs, il est important de préciser que cette espèce présente des mœurs commensales. Sa présence peut souvent être due à une activité humaine, actuelle ou récente (cf. photo ci-contre).
Au sein de l'aire d'étude, le Lézard des murailles fut observé régulièrement sur les terrains SNCF. Ces terrains comportent de nombreuses anfractuosités, gravats, tas de bois, dalles… cette mosaïque d'habitats, bien qu'artificielle, est particulièrement appréciée par le Lézard des murailles.

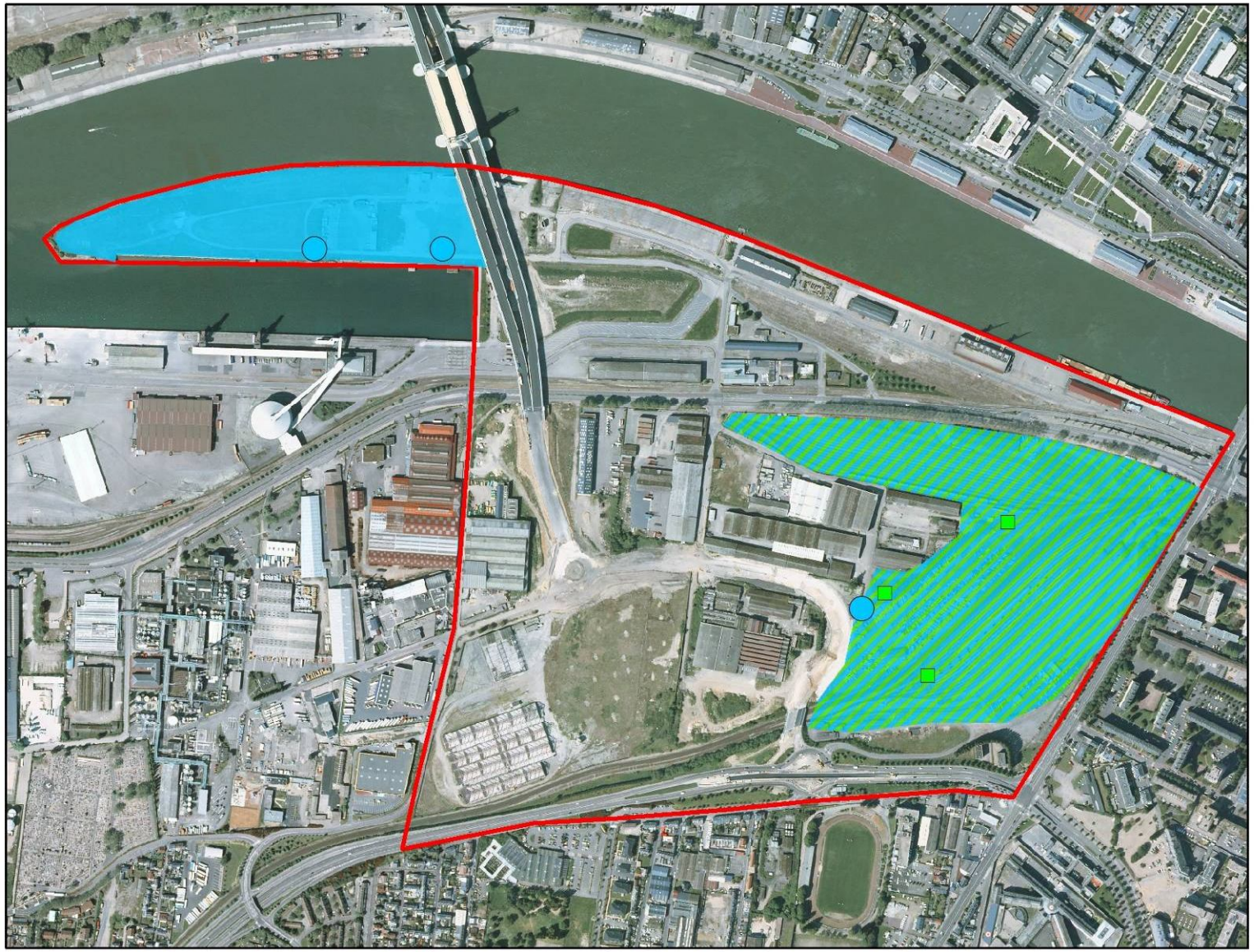
Lézard des murailles. Photographie prise sur site

© A. Beriol BIOTOPE 2011

Reptiles observés sur le site				
Ordre	***Espèce***	***Statut de protection***	***Rareté régionale***	***Observations Biotope***
Lacertiliens	Lézard des murailles *Podarcis muralis*	PN2	AR	Présence avérée sur les terrains SNCF. Habitats favorables sur ces derniers, ponctuellement ailleurs.

La présence d'une espèce protégée à l'échelle nationale au sein de l'aire d'étude représente une contrainte réglementaire forte. Par ailleurs, sa rareté à l'échelle régionale en fait une **contrainte écologique moyenne**.

Insectes & Reptiles remarquables



Légende

- Lézard des murailles
- Oedipode turquoise

Habitats potentiels

- Oedipode turquoise
- Oedipode turquoise & Lézard des murailles

0 100 200 Mètres

Sources :
Fonds : Virtual Earth
Cartographie : Biotope 2011

VI.5 Amphibiens

Rappel réglementaire : L'arrêté ministériel du 19 novembre 2007 interdit notamment la destruction des individus sous leurs différentes formes biologiques (œufs, adultes…), le transport ou encore l'utilisation des espèces listées à l'article 3. Par ailleurs, les espèces listées à l'article 2 font l'objet des mêmes dispositions, ainsi que d'une protection légale de leurs sites de reproduction et de leurs aires de repos. Finalement, l'article 5 fixe des modalités particulières, interdisant des actes de mutilation pour des espèces non menacées mais faisant l'objet de pratiques ancestrales (alimentation principalement).

Aucune espèce d'Amphibiens n'a fait l'objet d'observation au cours des prospections menées en 2011.
D'une manière générale, aucun habitat potentiel n'a été détecté.

En l'absence d'observations et/ou de potentialités au sein de l'aire d'étude, le groupe des Amphibiens représente une contrainte réglementaire nulle, ainsi qu'une contrainte écologique **nulle**.

VI.6 OISEAUX

Cf.carte: Observations et habitats d'espèces d'oiseaux
Cf. annexe 2 : Liste des espèces d'oiseaux observées sur l'aire d'étude.

VI.6.1 Espèces protégées

La majorité des espèces observées sur l'aire d'étude en 2010 et 2011 est protégée. Cette protection concerne, d'une part, les individus, et d'autre part, leurs habitats, si le projet est susceptible de remettre en cause le bon accomplissement des cycles biologiques de l'espèce.

Sur l'ensemble des espèces observées (41), 30 sont protégées en France. Les autres sont considérées comme chassables ou pouvant faire l'objet de prélèvement ou de destruction au regard de la législation française.

VI.6.2 Bioévaluation de l'avifaune en période de nidification

Six espèces patrimoniales ont été recensées au sein de l'aire immédiate durant les investigations de 2011.

La patrimonialité des espèces est évaluée suivant les listes rouges régionales et nationales ainsi qu'avec les tendances d'évolution des populations au niveau européen. La rareté chorologique et numérique de l'avifaune est prise en compte dans l'élaboration des listes rouges.

Le tableau page 49 énonce les différentes espèces patrimoniales observées sur le site :

- La colonne « Directive Oiseaux Annexe I » (DO AI) indique l'inscription ou non de l'espèce à l'annexe I de la directive européenne 79/409/CEE.
- La colonne « Statut européen » indique le statut de conservation de ces oiseaux à l'échelle du continent paneuropéen, échelle de travail privilégiée pour la bioévaluation des oiseaux migrateurs. Ce statut est défini par les catégories SPEC (Species of European Conservation Concern, Tucker & Heath, 1994 et Birds in the European Union, a status assessment, Birdlife, 2004). Ces catégories se définissent comme suit :
    - SPEC1 : espèce menacée à l'échelle planétaire ;
    - SPEC2 : espèce à statut européen défavorable dont la majorité de la population mondiale se trouve en Europe ;
    - SPEC3 : espèce à statut européen défavorable dont la majorité de la population mondiale se trouve hors d'Europe ;
    - SPEC4 : espèce à statut européen non défavorable dont la majorité de la population mondiale se trouve en Europe ;
    - Non-SPEC : espèce à statut européen non défavorable dont la majorité de la population mondiale se trouve hors d'Europe.

Ce statut européen est complété par le statut de menace relatif à chaque espèce au sein de l'Europe des 25 (rare, en danger, vulnérable, en déclin, en effectif réduit par rapport au niveau normal de population (depleted) ou non-défavorable). Ces différents statuts sont valables aussi pour l'avifaune migratrice et l'avifaune hivernante.

-La colonne « statut des nicheurs en France » indique le statut des nicheurs à l'échelle nationale. Ces statuts sont tirés du livre « Inventaire des Oiseaux de France » d'aprés DUBOIS, Ph-J., LE MARÉCHAL, P., OLIOSO, G. & YÉSOU, P., 2000.

-La colonne « Statut de menace en France » indique le statut de conservation à l'échelle nationale. Les statuts sont tirés de la Liste rouge nationale des oiseaux nicheurs d'après le Muséum National d'Histoire Naturelle et l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, 2008.

Ces statuts sont définis selon différents gradients; pour les espèces les plus menacées:

CR: Espèce en danger critique d'extinction

EN: Espèce en danger

VU: Espèce vulnérable

NT: Espèce quasi menacée

LC: Espèce à préoccupation mineure

- La colonne « information sur l'espèce en région Haute-Normandie » indique le statut nicheur à l'échelle de la région Haute-Normandie.
- La colonne « détail de l'observation » précise les informations relatives aux espèces dans l'aire d'étude.

Seules les espèces inscrites en DO AI et inscrites aux catégories SPEC 1 à 3 ont été retenues.

Bioévaluation des espèces observées sur l'aire d'étude					
Nom français	DOAI	Statut de menace européen (Birdlife, 2004)	Statut des nicheurs en France (DUBOIS, Ph-J., LE MARÉCHAL, P., OLIOSO, G. & YÉSOU, P., 2000) Statut de menace en France (MNHN, UICN 2008)	Informations en Région Haute-Normandie	Détails de l'observation
Faucon crécerelle		En déclin SPEC 3	Nicheur commun LC	Nicheur peu commun En déclin	1 mâle est observé posé sur un lampadaire de la presqu'ile Rollet, 1 femelle est observée en chasse sur les terrains de la Grande Paroisse
Faucon pèlerin	X	Non SPEC	Nicheur peu commun LC	Nicheur très rare En recolonisation Liste Rouge des oiseaux nicheurs de Haute-Normandie	1 mâle est observé en chasse au niveau de la presqu'ile Rollet
Etourneau sansonnet		En déclin SPEC 3	Nicheur très commun LC	Nicheur très commun	Plusieurs familles sont observées en nourrissage dans les friches herbeuses et au moins 10 couples nichent dans les bâtiments
Fauvette grisette			Nicheur très commun NT	Nicheur commun	1-2 chanteurs contactés en amont du Pont Gustave Flaubert
Linotte mélodieuse		En déclin SPEC 2	Nicheur commun VU	Nicheur commun En déclin	Au moins 3 couples sont présents à l'extrémité de la presqu'ile Rollet, une colonie lâche de 5 couples est présent dans la friche près de l'entreprise SAGATRANS et 2 couples dans les terrains de la Grande Paroisse
Moineau domestique		En déclin SPEC 3	Nicheur très commun LC	Nicheur très commun	De nombreux groupes sont présents (abondance due à la présence de silos à grains), entre 10 et 15 couples nicheurs sont notés

Observation de l'avifaune patrimoniale

VI.6.3 Cortèges d'espèces

L'étude de l'avifaune nicheuse a mis en évidence plusieurs espèces d'oiseaux qui fréquentent l'aire d'étude pour la nidification, pour la recherche de nourriture ou en survol. Plusieurs cortèges différents apparaissent :

- Les oiseaux des milieux humides : étangs, roselières, prairies humides et cours d'eau,
- Les oiseaux des milieux semi-ouverts : bocage, friches,
- Les oiseaux des milieux anthropiques : habitations et infrastructures.

Les oiseaux des milieux humides :

Le tableau suivant donne la liste des oiseaux des milieux humides :

Oiseaux des milieux humides observés	
Nom scientifique	Nom français
Larus argentatus	Goéland argenté
Larus fuscus	Goéland brun
Choirocephalus ridibundus	Mouette rieuse
Vanellus vanellus	Vanneau huppé
Cygnus olor	Cygne tuberculé
Acrocephalus scirpaceus	Rousserolle effarvatte
Larus michahellis	Goéland leucophée
Larus marinus	Goéland marin
Actitis hypoleucos	Chevalier guignette
Anas platyrhynchos	Canard colvert
Phalacrocorax carbo	Grand cormoran
11 espèces observées	

Les laridés (goélands et mouettes) sont essentiellement observés en déplacement local le long de l'axe Seine à la recherche de nourriture.
Les limicoles observés (vanneau huppé et chevalier guignette) étaient en halte migratoire. Ces espèces ont été contactées à l'unité.
Le Canard colvert et le Cygne tuberculé sont présents dans le bassin des Bois se nourrissant dans les zones de déchets flottants. Aucune nidification n'a été constatée pour ces 2 espèces.
Le Grand cormoran utilise les différents appontements après ses séances de pêche.
La Rousserolle effarvatte (oiseau des roselières) a été contactée en halte migratoire au sein d'un massif d'orties (*Urtica sp*).

Les oiseaux des milieux semi-ouverts :

Le tableau suivant donne la liste des oiseaux des milieux semi-ouverts :

Oiseaux des milieux semi-ouverts observés	
Nom scientifique	Nom français
Prunella modularis	Accenteur mouchet
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire
Falco tinnunculus	**Faucon crécerelle**
Turdus philomelos	Grive musicienne
Carduelis cannabina	**Linotte mélodieuse**
Cyanistes caeruleus	Mésange bleue
Serinus serinus	Serin cini
Troglodytes troglodytes	Troglodyte mignon
Parus major	Mésange charbonnière
Anthus pratensis	Pipit farlouse
Luscinia megarhynchos	Rossignol philomèle
Sturnus vulgaris	**Etourneau sansonnet**
Sylvia communis	**Fauvette grisette**
Falco peregrinus	**Faucon pèlerin**
Hippolais polyglotta	Hypolaïs polyglotte
Turdus merula	Merle noir
Aegithalos caudatus	Mésange à longue queue
Fringilla coelebs	Pinson des arbres
Columba palumbus	Pigeon ramier
Erithacus rubecula	Rougegorge familier
Oenanthe oenanthe	Traquet motteux
Carduelis chloris	Verdier d'Europe
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant
23 espèces observées	

★ ***Le Faucon crécerelle***

Forte de 240 000 à 350 000 couples, ce rapace est en déclin sur le territoire européen (Birdlife 2004). En France, entre 70 000 et 100 000 sont dénombrés avec un déclin marqué dans certaines

régions. En Haute-Normandie, cette espèce est en déclin et reste peu commune avec 2200 couples estimés.
Dans l'aire d'étude, l'espèce n'est pas nicheuse mais le couple nicheur au niveau des silos (2 juvéniles observés) utilisent la presqu'ile Rollet et les terrains de la Grande Paroisse comme territoire de chasse.
1 mâle a été observé sur un lampadaire de la presqu'ile Rollet et une femelle en transport de proie sur les terrains de la Grande Paroisse.

★ ***Le Faucon pèlerin***

La population européenne compte entre 7 400 et 8 800 couples et connait une expansion importante (Birdlife 2004). En France, 1 200 à 1 500 couples sont dénombrés avec une nette progression pour cette espèce qui fut au bord de l'extinction dans les années 70. En Haute-Normandie, l'espèce est de retour depuis l'an 2000 et compte désormais près de 20 couples.
Dans l'aire d'étude, l'espèce n'est pas nicheuse mais l'observation d'un mâle en chasse au niveau de la presqu'ile Rollet puis se posant sur le silo du terminal céréalier pour y déposer une proie (pigeon biset féral) est à signaler. Ce comportement démontre une nidification proche.

★ ***La Fauvette grisette***

En Europe, la population nicheuse est comprise entre 5,6 et 10 millions de couples et cette population est stable (Birdlife 2004). En France, entre 1 et 2 millions de couples sont dénombrés avec une tendance variable selon les régions. En Haute-Normandie, la population nicheuse est estimée à 20 000 couples et connait un déclin marqué depuis les années 80.
Dans l'aire d'étude, 1-2 chanteurs sont découverts dans la friche arbustive juste en amont du pont Gustave Flaubert. Cette espèce est un nicheur probable dans l'aire d'étude.

★ ***La Linotte mélodieuse***

La population européenne est forte de 5 à 13 millions de couples avec un déclin marqué depuis les années 1990 (Birdlife 2004). En France, entre 500 000 et 1 million de couples dans les années 2000° avec cette même tendance à la diminution d'effectifs. En Haute-Normandie, cette espèce est en déclin avec 20 000 couples estimés.
Dans l'aire d'étude, cette espèce est présente dans trois secteurs distincts :

- La presqu'ile Rollet avec 3 couples,
- Les terrains de la Grande Paroisse avec 2 couples,
- Les terrains proches de l'entreprise SAGATRANS avec 5 couples.

Sur ces sites, l'espèce niche en colonie lâche essentiellement dans les massifs d'arbre à papillons (*Buddleia davidii).*

★ ***L'Etourneau sansonnet***

La population européenne est constituée de 11 à 27 millions de couples avec des effectifs en déclin (Birdlife 2004). En France, cette espèce compte entre 2 et 4 millions de couples avec des effectifs fluctuants. En Haute-Normandie, avec 100 000 couples, cette espèce est un nicheur commun.
Dans l'aire d'étude, de nombreux groupes sont détectés à la recherche de nourriture essentiellement sur la partie herbeuse de la presqu'ile Rollet. Plus de 60 individus sont observés entre cette zone et les différentes zones de nidification proches.
Entre 8 et 10 couples nichent dans les bâtiments (le long de la Seine, près de la fourrière et au bâtiment outillage du Port Autonome de Rouen).

Les différents espaces arbustifs sont propices aux espèces granivores : Serin cini, Verdier d'Europe et Chardonneret élégant et aux insectivores : Fauvette à tête noire notamment.
Les arbres d'ornement et les alignements attirent quelques espèces plus forestières : Pinson des

arbres, Pigeon ramier, Grive musicienne, Mésanges bleue, charbonnière et à longue queue.
Les abords des zones habitées profitent à des espèces plus ubiquistes : Accenteur mouchet, Rouge-gorge familier et Merle noir.
L'Hypolaïs polyglotte est inféodé aux massifs d'arbre à papillons (*Buddleia davidii*). La friche plus fraiche des terrains de la Grande Paroisse est la seule de l'aire d'étude à accueillir le Rossignol philomèle.
Le Pipit farlouse et le Traquet motteux ont été observés à l'unité en halte migratoire sur les pelouses rases de la presqu-ile Rollet.

Les oiseaux des milieux anthropiques :

Oiseaux des milieux anthropiques observés	
Nom scientifique	Nom français
Motacilla alba	Bergeronnette grise
Apus apus	Martinet noir
Pica pica	Pie bavarde
Passer domesticus	**Moineau domestique**
Columba livia	Pigeon biset féral
Phoenicurus ochruros	Rougequeue noir
Streptopelia decaocto	Tourterelle turque

★ ***Le Moineau domestique***

En Europe, la population nicheuse est estimée entre 32 et 69 millions de couples (Birdlife 2004) et en déclin. En France, entre 4 et 8 millions de couples sont dénombrés avec une tendance à la baisse d'effectifs. En Haute-Normandie, la population est estimée à 100 000 couples.
Dans l'aire d'étude, de nombreux groupes (familiaux ou non) ont été observés le long des voies de circulation à la recherche de nourriture (grains de blé tombés des camions). Un total de près 150 individus a pu être noté. Par contre, le nombre d'individus nicheurs est relativement faible alors que les capacités d'accueil sont importantes : présence de bâtiments abandonnés, nourriture abondante. Entre 10 et 15 couples ont été recensés majoritairement au niveau des bâtiments de l'outillage du Port Autonome de Rouen.

Les diverses constructions (utilisées ou non) sont favorables au Rougequeue noir : au moins 5 couples nicheurs ont été détectés lors des prospections.
La proximité des silos de céréales attirent des groupes importants de pigeon biset féral.
Les alignements d'arbres et l'abondance de nourriture favorisent la Tourterelle turque : de nombreux couples sont notés le long des axes de circulation.
Le Martinet noir utilise l'espace aérien pour la recherche de nourriture. Aucun nid de cette espèce n'a été découvert.
La présence de bâtiments à proximité de l'eau attire la Bergeronnette grise

VI.6.4 Synthèse

- 41 espèces ont été observées sur l'ensemble de l'aire d'étude au cours des prospections d'avril et juin 2011, représentant une diversité importante au vu de la situation urbaine et de la faible diversité des habitats présents dans l'aire d'étude.
- Parmi les 6 espèces patrimoniales observées dans l'aire d'étude ou à proximité immédiate, une seule est classée au titre de la Directive Oiseaux, c'est le Faucon pèlerin qui fréquente plus largement la vallée de Seine.
- Plusieurs espèces patrimoniales sont nicheuses sur le site. Les principales sont : le Moineau domestique, l'Etourneau sansonnet et la Linotte mélodieuse.
- La **Fauvette grisette** est quasi menacée au niveau national, elle présente un enjeu modéré.
- **La Linotte mélodieuse** est vulnérable au niveau national, elle présente un enjeu moyen.
- Le Faucon crécerelle est en préoccupation mineure au niveau national, elle présente un enjeu faible.

Compte tenu de la diversité observée et de l'occupation du site par des espèces menacées, l'avifaune constitue un enjeu écologique **moyen** pour le projet.

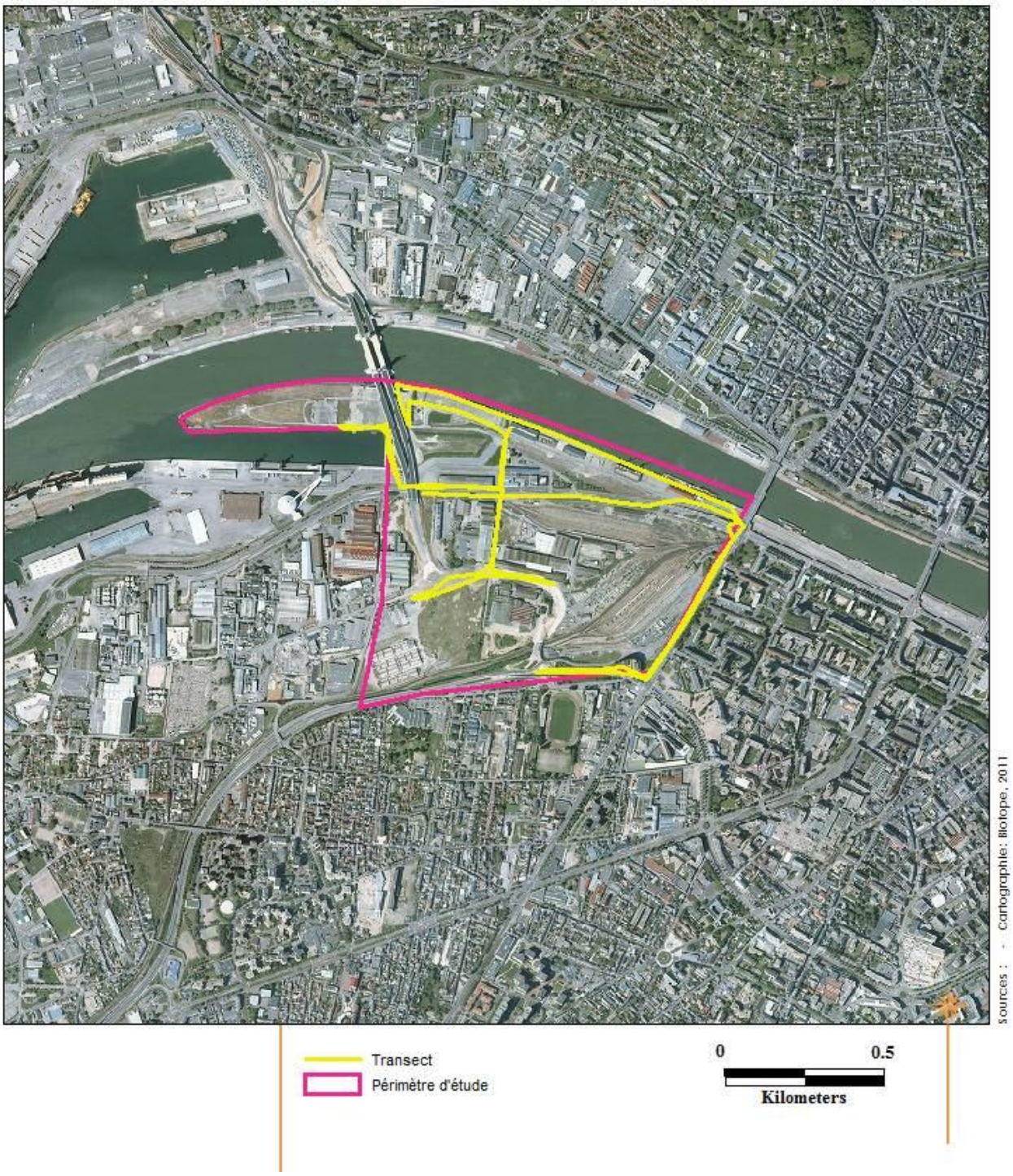
VI.7 CHIROPTÈRES

VI.7.1 Espèces protégées sur l'aire d'étude immédiate et rapprochée

Toutes les espèces de chauves-souris sont protégées nationalement, au titre de l'Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection.

VI.7.2 Résultats du transect d'écoute nocturne

Le transect d'écoute réalisé durant la période d'activité des Chiroptères a permis de recenser 3 espèces en chasse ou en déplacement, sur les 21 espèces connues en région Normandie (Groupe Mammalogique Normand). La description du transect est présentée page suivante.



Description du transect (en jaune) effectué pour l'inventaire des Chiroptères sur la zone d'étude du futur Eco-Quartier Flaubert (en rose).

L'ensemble des 3 espèces sont des Pipistrelles (par ordre de fréquence de contacts) :

- Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*)
- Pipistrelle de Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*)
- Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)

NOMBRE DE CONTACTS PAR ESPECE DE CHAUVES-SOURIS ET PAR TRANCHE HORAIRE				
Tranche horaire	Pipistrelle de Kuhl	Pipistrellus de Nathusius	Pipistrelle commune	Total
20-21			1	**1**
21-22	1		64	**65**
22-23	1	3	233	**237**
23-00	5	2	104	**111**
00-00:30	3		32	**35**
Total (nb contacts/nuit)	**10**	**5**	**434**	**449**
Moyenne (nb contacts/heure)	**1,8**	**0,9**	**78,9**	**81,6**

Répartition du nombre de contacts par espèce de chauves-souris et par tranche horaire.

Le détail des observations réalisées pour les espèces contactées sur l'aire d'étude est présenté ci-dessous. Le temps de l'inventaire seul n'étant pas suffisant, le tableau se poursuit par une analyse des potentialités pour les espèces de Chiroptères qui n'ont pas été contactées lors de l'inventaire. Il regroupe ainsi :

1) Les espèces inscrites aux Annexes 2 et 4 de la Directive Habitats et qui sont recensées à proximité du site via le réseau de sites Natura 2000 (Site d'Intérêt Communautaire SIC),

2) Les espèces susceptibles d'être présentes sur le site au regard de ce qui est connu pour la zone autour de la zone d'étude.

Cette analyse a été réalisée à partir de la synthèse des données issues de :

- Atlas des mammifères sauvages de Normandie : statut et répartition (GMN) ;
- Les Chiroptères : Plan interrégional d'actions 2009-2012 Haute et Basse-Normandie (GMN) ;
- FSD des sites Natura 2000 à proximité immédiate du site d'étude ;
- Base de données de Biotope.

Les recherches portent sur les communes présentes au sein du périmètre d'étude rapprochée. Les informations recueillies concernent des prospections hivernales et estivales de bâtiments publics (mairies, églises, carrières, ...) et des prospections nocturnes au détecteur.

Espèces de chiroptères observées sur l'aire d'étude immédiate					
Nom scientifique	***Nom français***	***Statut européen***	***Liste rouge nationale 2009***	***Statut régional 2004***	***Détails de l'observation***
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	Annexe IV	Préoccupation mineure	Commune	L'espèce est de très loin l'espèce la plus fréquente (96% des contacts). Elle a été contactée sur l'ensemble du site d'étude, que ce soit sur les bords de Seine, comme dans la zone urbaine ou dans la zone industrielle. Plusieurs individus en chasse notamment autour des lampadaires et sur les bords de Seine au-dessus de l'eau ont été contactés. PRESENCE AVEREE.
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	Annexe IV	Préoccupation mineure	Peu commune	L'espèce a été contactée sur les bords de la Seine mais également un contact dans la zone au sud-ouest de la voie ferrée (friches). Elle prospecte les zones humides et affectionne les parcs et les jardins ainsi que les éclairages publics. PRESENCE AVEREE.
Pipistrellus nathusii	Pipistrelle de Nathusius	Annexe IV	Quasi menacée	Peu commune/Rare	L'espèce a été contactée sur les bords de Seine. Cette espèce chasse beaucoup au-dessus des rivières, marécages, lacs etc… PRESENCE AVEREE.
Evaluation des potentialités de présence sur l'aire d'étude pour les espèces de Chiroptères présentes à proximité de l'aire d'étude					
Nom scientifique	***Nom français***	***Statut européen***	***Liste rouge nationale 2009***	***Statut régional 2004***	***Détails de l'écologie de l'espèce***
Myotis bechsteinii	Murin de Bechstein	Annexes II et IV	Quasi menacée	Peu commune	L'espèce est présente sur le site N2000 FR2300123 « Boucles de la Seine Aval » qui commence à 5km à l'ouest du site d'étude. Cependant cette une espèce typiquement forestière que ce soit pour l'établissement de son gîte et pour son territoire de chasse. PRESENCE NON POTENTIELLE.

Myotis emarginatus	Murin à oreilles échancrées	Annexes II et IV	Préoccupation mineure	Peu commune	L'espèce est présente sur le site N2000 FR2300123 « Boucles de la Seine Aval » qui commence à 5km à l'ouest du site d'étude. L'espèce est capable de chasser dans des petits ilots de végétation (tels que parcs et jardins). Elle pourrait donc être occasionnellement présente sur la zone (notamment zone de friche au sud voire sur la Presqu'île Rollet). Cependant, la présence de milieux beaucoup plus favorables sur la rive droite de la Seine (ouest du site) rend sa PRESENCE FAIBLEMENT POTENTIELLE / PRESENCE OCCASIONNELLE POSSIBLE.
Myotis myotis	Grand murin	Annexes II et IV	Préoccupation mineure	Commune	L'espèce est présente sur le site N2000 FR2300123 « Boucles de la Seine Aval » qui commence à 5km à l'ouest du site d'étude. Cependant cette une espèce typiquement forestière pour ce qui est de son territoire de chasse. PRESENCE NON POTENTIELLE.
Rhinolophus ferrumequinum	Grand rhinolophe	Annexes II et IV	Quasi menacée	Rare	L'espèce est présente sur le site N2000 FR2300123 « Boucles de la Seine Aval » qui commence à 5km à l'ouest du site d'étude. Cependant, les individus ont un rayon d'action très faible autour de leur gîte (maximum 4km). Cette espèce affectionne les mosaïques de milieux mixtes, les vergers, les parcs et jardins. Si sa présence peut être occasionnelle sur certaines zones du site (friche au sud-ouest ou Presqu'île Rollet), la présence de milieux beaucoup plus favorables sur la rive droite de la Seine rend sa PRESENCE FAIBLEMENT POTENTIELLE / PRESENCE OCCASIONNELLE POSSIBLE.
Rhinolophus hipposideros	Petit rhinolophe	Annexes II et IV	Préoccupation mineure	Rare	L'espèce est présente sur le site N2000 FR2300123 « Boucles de la Seine Aval » qui commence à 5km à l'ouest du site d'étude. Cependant, les individus ont un rayon d'action très faible autour de leur gîte (~2,5km). Par ailleurs, ils affectionnent les structures paysagères telles que les forêts traversées de rivières ou les bocages. Ces configurations sont retrouvées à l'ouest sur la rive droite de la Seine, contrairement au site d'étude. PRESENCE NON POTENTIELLE.
Eptesicus serotinus	Sérotine commune	Annexe IV	Préoccupation mineure	Commune	L'espèce est relativement commune sur l'ensemble du territoire et a été contactée à d'autres endroits sur les bords de Seine à Rouen. Elle est par ailleurs peu sélective concernant ses territoires de chasse et peut chasser au-dessus des parcs, jardins et éclairages urbains et peuvent utiliser les rivières comme axe de déplacement. Elle gîte aussi très souvent dans du bâti. Elle n'a pas été contactée sur le site lors de la prospection mais sur le site sa PRESENCE RESTE POTENTIELLE.
Myotis daubentonii	Murin de Daubenton	Annexe IV	Préoccupation mineure	Commune	Cette espèce est fortement inféodée à l'eau. Elle chasse au-dessus des eaux calmes, étangs, lacs, rivières et fleuves bordés de végétation où elle fait des incursions régulières. La Seine est donc un territoire de chasse favorable à cette espèce mais le site d'étude ne présente pas de végétation boisée sur le bord de Seine. On ne peut malgré tout écarter sa présence sur le site, sa PRESENCE RESTE POTENTIELLE.

Nyctalus leislerii	Noctule de Leisler	Annexe IV	Quasi menacée	Rare	L'espèce est peu commune en Haute-Normandie. L'espèce affectionne les zones forestières mais également les rivières, fleuves et lacs. Elle peut utiliser les éclairages publics qui concentrent les insectes comme territoire de chasse. La présence de l'espèce sur les bords de Seine est fortement suspectée. Si le site d'étude ne présente a priori pas un territoire de chasse majeur, sa PRESENCE RESTE POTENTIELLE.
Nyctalus noctula	Noctule commune	Annexe IV	Quasi menacée	Peu commune	L'espèce est peu commune en Haute-Normandie. C'est une espèce capable d'exploiter un grand nombre de territoires (dont les villes et villages) mais qu'elle survole à haute altitude. Si on ne peut écarter son utilisation de l'espace aérien au-dessus du site, l'exploitation du site en lui-même reste peu probable. Par conséquent sa PRESENCE RESTE FAIBLEMENT POTENTIELLE / PRESENCE OCCASIONNELLE POSSIBLE.
Plecotus auritus	Oreillard roux	Annexe IV	Préoccupation mineure	Commune	L'espèce est assez commune en Haute-Normandie. Si l'espèce est capable d'exploiter les zones telles que les parcs et jardins, elle reste une espèce plutôt forestière avec un rayon d'action moyen d'environ 3km autour de son gîte. La présence de zones forestières beaucoup plus favorables sur la rive droite de la Seine (à l'ouest du site d'étude) rend l'utilisation du site d'étude moins intéressante. Par conséquent sa PRESENCE RESTE FAIBLEMENT POTENTIELLE / PRESENCE OCCASIONNELLE POSSIBLE.
Plecotus austriacus	Oreillard gris	Annexe IV	Préoccupation mineure	Peu commune	L'espèce est assez commune en Haute-Normandie. C'est une espèce anthropophile que ce soit pour l'établissement de son gîte comme pour ses territoires de chasse. Il prospecte régulièrement les jardins, parcs, lisières et éclairages publics. Bien que l'espèce n'ait pas été contactée, la configuration du site fait que sa PRESENCE RESTE POTENTIELLE.

Tableau :

1ère partie du tableau : Liste des espèces contactées lors de la prospection de terrain.

2ème partie du tableau : Liste des espèces non contactées potentielles sur le site d'étude ou à proximité immédiate. Dans un 1er temps les espèces inscrites aux Annexes 2 et 4 de la Directive Habitats et présentes dans les sites Natura 2000 à proximité de la zone d'étude, et dans un 2ème temps les espèces potentielles à proximité de la zone et sur le site d'étude. Statut européen = inscription aux annexes de la Directive Habitats (92/43/CEE) – Liste Rouge Nationale 2009 = statut de menace sur la Liste Rouge Française publiée par l'IUCN en 2009 – Statut régional = Fréquence d'observation de l'espèce à l'échelle de la Région Haute-Normandie (Arthur & Lemaire, 2009 ; GMN, 2004).

VI.7.3 Définition de l'intérêt chiroptérologique des milieux de l'aire d'étude

La définition de l'intérêt chiroptérologique de l'aire d'étude immédiate repose sur trois éléments distincts que sont :

- les gîtes (et zones de rassemblement automnaux) ;
- les zones de chasse ;
- les axes de transits.

Les gîtes estivaux sont représentés par un point central autour duquel évoluent les chauves-souris sur un territoire de chasse dont la surface est variable suivant les espèces et la richesse du milieu environnant.

Sur le site, on notera une allée de platanes qui peuvent servir de gîte à certaines espèces. Le transect qui a commencé à la tombée de la nuit dans cette zone n'a pas montré d'évènements majeurs de sortie de gîte. Par ailleurs, les deux ponts présents sur le site (Guillaume le Conquérant à l'est et Gustave Flaubert à l'ouest) peuvent constituer des sites favorables pour l'établissement de gîte à Chiroptères. La prospection sur le site n'a pas montré d'activité particulière sous les ponts (pas d'enregistrements de cris sociaux par exemple) ni d'indices de présence (guano). Cependant, étant donnée la taille des édifices, on ne peut écarter leur rôle de gîte potentiel. Enfin, les bâtiments industriels abandonnés et qui présentent des ouvertures peuvent constituer des gîtes potentiels. Cependant, dans le cadre de cette étude ils n'ont pas été prospectés (sites fermés).

Concernant les zones de chasse, les milieux identifiés comme les plus favorables et présentant une activité de chasse importante sont :

- en premier lieu la Seine où un nombre important d'individus ont été observés en chasse sur les bords du fleuve,
- viennent ensuite les zones éclairées le long de la Seine,
- enfin les quelques zones de végétation que sont la friche industrielle et les abords de la Presqu'île de Rollet.

Concernant les axes de transit, la Seine constitue un corridor écologique évident en plus de constituer un territoire de chasse privilégié. Nous n'avons pas identifié d'autres corridors majeurs de déplacement pour les Chiroptères. Encore une fois, soulignons que cet axe de transit ne sera pas impacté par les travaux prévus pour le futur Eco-quartier Flaubert.

Ces habitats d'espèces représentent un enjeu écologique **faible**.

VI.7.4 Espèces patrimoniales sur les aires d'étude immédiate et rapprochée

A l'issue de cette analyse, il apparaît que l'aire d'étude présente peu de potentiel pour accueillir des espèces patrimoniales. En effet, il s'agit d'un site assez urbanisé présentant peu de végétation

si l'on excepte les allées de platanes, la friche située au sud-ouest du site et enfin la Presqu'île de Rollet.

Cette conclusion reste à être confirmer par une étude plus complète pour les Chiroptères incluant une prospection des bâtis les plus favorables. En fonction des ces résultats, des aménagements du calendrier des travaux pourrait être proposées afin de limiter les incidences sur ces espèces. Par ailleurs, la répétition d'une nuit d'écoute peut permettre de confirmer les résultats concernant les espèces fréquentant la zone.

A l'issue de l'analyse, il apparaît que l'aire d'étude rapprochée abrite plusieurs espèces inscrites à l'annexe II de la Directive « Habitats / Faune / Flore » (92/43/CEE) : Murin de Bechstein, Grand murin, Murin à oreilles échancrées, Petit et Grand Rhinolophe. Cependant, **celles-ci sont peu susceptibles de fréquenter le site** d'étude et site d'installation du futur Eco-quartier Flaubert.

Ces espèces représentent un enjeu écologique **modéré**.

VI.7.5 Evaluation et synthèse des enjeux écologiques

Le niveau d'enjeu régional est issu du croisement des informations suivantes : statut de présence en Haute-Normandie (Commun, Peu commun, Rare) et niveau de vulnérabilité des populations de Haute-Normandie (Faible, Vulnérable, En danger).

Espèces de chiroptères observées sur l'aire d'étude immédiate				
Nom scientifique	***Nom français***	***Déterminant ZNIEFF Haute-Normandie***	***Enjeu régional***	***Enjeu sur le site d'étude***
Pipistrellus pipistrellus	Pipistrelle commune	NON	FAIBLE	FAIBLE
Pipistrellus kuhlii	Pipistrelle de Kuhl	OUI	MODERE	FAIBLE
Pipistrellus nathusii	Pipistrelle de Nathusius	NON	FAIBLE	FAIBLE

Au regard de cette analyse, les Chiroptères représentent un enjeu écologique **faible**.

VI.8 ICHYTOFAUNE

VI.8.1 Généralités concernant l'estuaire de la Seine

Le secteur d'étude se situe dans l'estuaire de la Seine.

Les estuaires ont un rôle clé dans le bon déroulement des cycles biologiques d'une grande partie de la ressource halieutique et plus particulièrement l'ichtyofaune. Sont ainsi associées aux systèmes estuariens, un certain nombre de fonctions écologiques :

- Participation au renouvellement des stocks de poissons ;
- Lieux de passage obligés pour les poissons amphihalins au cours de leur cycle de vie ;
- Zones de frayère et de refuge contre la prédation pour de nombreuses espèces ;
- Secteurs présentant des conditions de nutrition et de croissance favorables pour les juvéniles.

Outre ces fonctions écologiques, l'estuaire de la Seine remplit de multiples fonctions d'un point de vue économique et social. En effet, il accueille une population humaine très importante et concentre de nombreuses activités (industrielles, agricoles, portuaires…). Cette forte pression anthropique a entraîné de profonds remaniements dans l'estuaire (barrages, zones portuaires, digues…), remaniements qui ont eu, et ont encore aujourd'hui, de nombreuses répercussions, particulièrement sur les populations de faune piscicole qu'abrite l'estuaire.

VI.8.2 Contexte piscicole de la zone d'étude

L'aire d'étude, située en plein centre de Rouen, prend en compte les berges de Seine. Ce secteur est situé dans l'« estuaire amont » de la Seine qui subit la marée dynamique (variation du niveau d'eau) mais pas la marée saline (eaux douces).

D'après les travaux réalisés par le Groupement d'Intérêt Publique (GIP) Seine Aval et la Cellule de Suivi du Littoral Haut Normand :

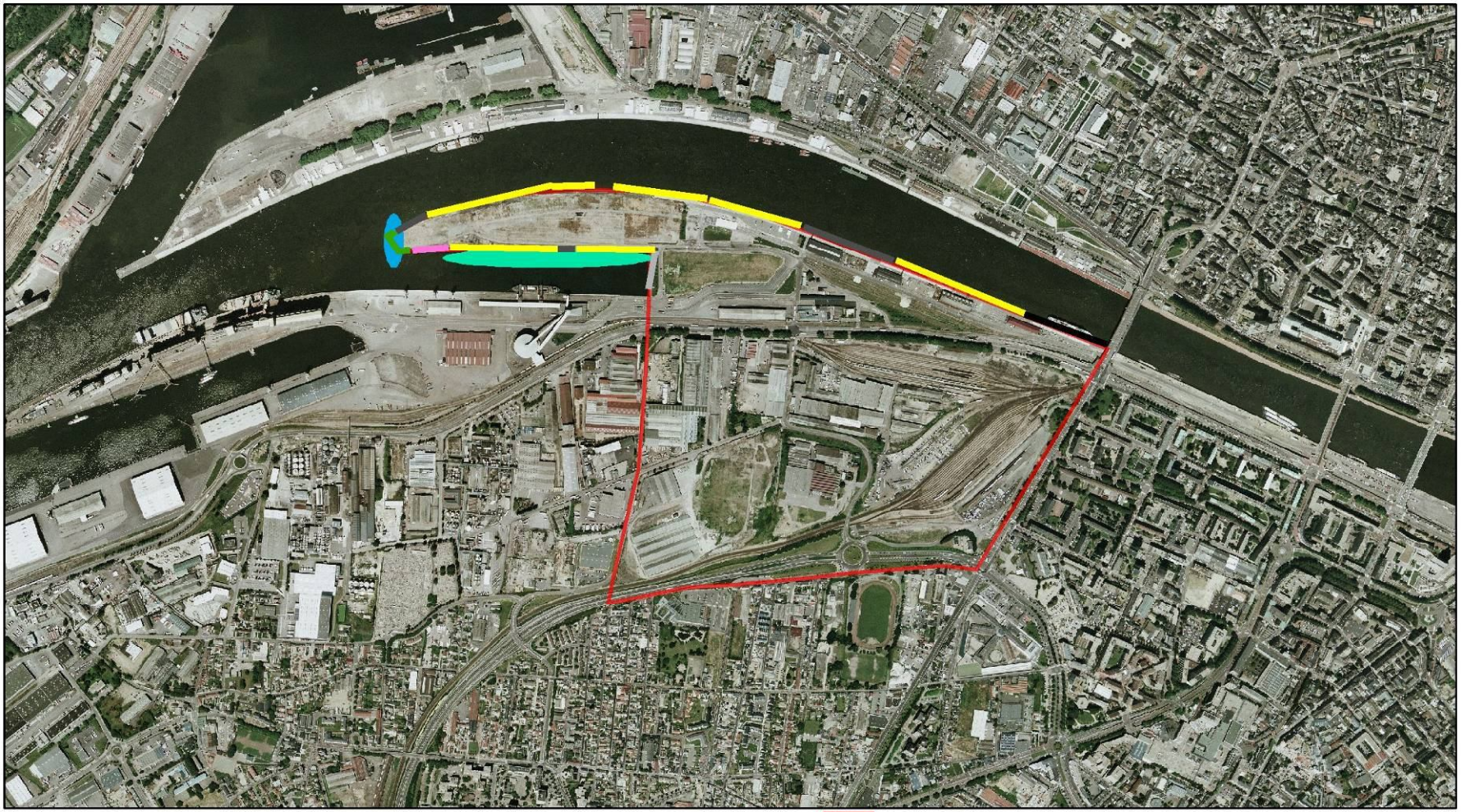
- Le cortège de l'estuaire amont est largement dominé par les poissons dulcicoles (26 espèces) ;
- Les amphihalins sont relativement bien représentés (neuf espèces) ;
- Les poissons marins sont marginaux (trois espèces).

Ces travaux ont mis en évidence trois zones au sein de l'estuaire amont :

- Le secteur aval de Rouen ;
- Le secteur rouennais qui occupe une position intermédiaire amont/aval de par les valeurs de courant de marée, mais aussi en raison de la présence conjuguée de berges totalement artificielles (quais) et de bassins portuaires.
- Le secteur amont de Rouen est caractérisé par une section du chenal principal réduite et des dragages relativement rares par rapport à l'aval, ainsi que par la présence d'îles et de bras secondaires.

La zone d'étude est située dans le secteur Rouennais

Typologie des zones d'accueil potentielles de l'ichtyofaune



VI.8.3 Espèces potentiellement présentes sur l'aire d'étude

En complément de l'analyse des travaux du GIP Seine Aval, les données issues du Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP) ont été utilisées pour caractériser le peuplement piscicole de la Seine.

Les stations suivantes ont été considérées :

- La Seine à Poses (aval du barrage), station n° 03270052, 14 opérations y ont été réalisées de 1995 à 2004. Station située à environ 20 Km à l'amont de la zone d'étude ;
- La Seine à Val-de-la-Haye, station n° 03760101, 12 opérations y ont été réalisées entre 1996 et 2004. Station située à 18 Km à l'aval de la zone d'étude.

D'après les résultats des travaux du GIP et les résultats des pêches électriques réalisées par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), 31 espèces sont potentiellement présentes au niveau de la Seine sur l'aire d'étude. Le tableau ci-dessous présente ces espèces.

Espèces de poissons potentiellement présentes sur l'aire d'étude	
Nom français	***Nom scientifique***
Ablette	*Alburnus alburnus*
Anguille*	*Anguilla anguilla*
Bar commun**	*Dicentrarchus labrax*
Barbeau fluviatile	*Barbus barbus*
Bouvière	*Rhodeus amarus*
Brème	*Abramis brama*
Brème bordelière	*Blicca bjoerkna*
Brochet	*Esox lucius*
Carassin	*Carassius carassius*
Carpe commune / Carpe miroir	*Cyprinus carpio spp*
Chabot	*Cottus gobio*
Chevesne	*Leuciscus cephalus*
Epinoche	*Gasterosteus aculeatus*
Esturgeon*	*Acipenser sturio*
Flet*	*Platichthys flesus*
Gardon	*Rutilus rutilus*
Gobie sp.	*Pomatoschistus sp.*
Goujon	*Gobio gobio*
Hotu	*Chondrostoma nasus*

Espèces de poissons potentiellement présentes sur l'aire d'étude	
Nom français	***Nom scientifique***
Ide mélanotte	*Leuciscus idus*
Lamproie fluviatile*	*Lampetra fluviatilis*
Mulet à grosses lèvres*	*Chelon labrosus*
Mulet porc*	*Liza ramada*
Perche	*Perca fluviatilis*
Perche soleil	*Lepomis gibbosus*
Rotengle	*Scardinius erythrophthalmus*
Sandre	*Stizostedion lucioperca*
Tanche	*Tinca tinca*
Truite de rivière / Truite de mer*	*Salmo trutta*
Vairon	*Phoxinus phoxinus*
Vandoise	*Leuciscus leuciscus*
31 espèces potentiellement présentes	
* : *Espèces amphihalines* ** : *Espèces marines* *Les autres espèces sont dulcicoles*	

D'un point de vue quantitatif, les pêches effectuées par l'ONEMA entre 1996 et 2004 ont été utilisées, elles permettent d'évaluer la représentativité de chaque espèce entre elles et ainsi de fournir une information de l'abondance de chacune :

Remarque importante :

Ces données sont à relativiser puisqu'issues de pêches réalisées en dehors de la zone d'étude (en zones amont et zone aval de la zone d'étude) et relativement anciennes (2004). Nous supposons donc, par extrapolation des données, que le peuplement de la zone d'étude s'en rapproche. D'autre part, étant en eau courante, il faut prendre en compte le fait que les données ne sont pas exhaustives et sont susceptibles de varier suivant les mouvements de population. Néanmoins, les données fournissent un point de vue sur la qualité moyenne de la Seine sur le secteur d'étude.

Espèces de poissons potentiellement présentes sur l'aire d'étude	
Nom français	***Indice d'abondance***
Ablette	Moyen
Anguille*	Fort
Bar commun**	Très faible
Barbeau fluviatile	Très faible
Brème	Faible

Espèces de poissons potentiellement présentes sur l'aire d'étude	
Nom français	***Indice d'abondance***
Brème bordelière	Très faible
Brochet	Très faible
Carassin	Très faible
Carpe commune / Carpe miroir	Très faible
Chevesne	Moyen
Epinoche	Moyen
Flet*	Moyen
Gardon	Fort
Gobie sp.	Faible
Goujon	Très faible
Hotu	Très faible
Ide mélanotte	Très faible
Mulet à grosses lèvres*	Très faible
Mulet porc*	Moyen
Perche	Moyen
Perche soleil	Très faible
Rotengle	Très faible
Sandre	Moyen
Tanche	Très faible
Truite de rivière / Truite de mer*	Très faible
Vairon	Très faible
Vandoise	Faible
* : Espèces amphihalines ** : Espèces marines Les autres espèces sont dulcicoles	
LEGENDE (page suivante)	
	0% à 1%
	de 1% à 2%
	de 2% à 10%
	de 10% à 50%
	de 50% à 100%

NOTA : Deux pêcheurs rencontrés sur place nous ont indiqué quelques espèces présentes, à savoir : brème, gardon, perche, brochet, sandre, tanche, carpe, silure, mulet, truite de mer.

VI.8.4 Caractéristiques du peuplement piscicole

Les résultats des pêches de l'ONEMA montrent que près de la moitié des espèces recensées sont dulcicoles, résultat courant pour les grands cours d'eau. L'autre moitié est représentée par des espèces amphihalines, l'Anguille étant la principale représentante. Les familles rencontrées sont les suivantes :

Remarque importante

Il faut noter qu'il y a 50 ans, il ne restait plus que quatre à cinq espèces de poissons dans la Seine. Aujourd'hui, on en recense une vingtaine largement représentées et une dizaine plus rares, ceci en lien avec les efforts croissants d'amélioration de la qualité des eaux.

- ***Les Anguillidés***

Cette famille, représentée par l'Anguille, est, proportionnellement, la famille la plus abondante sur le secteur considéré (38% des individus pêchés). L'Anguille est carnivore et possède un large spectre alimentaire avec une tendance piscivore. Figurant sur la liste des espèces en déclin, elle fait l'objet de mesures de protection au niveau européen afin de reconstituer les stocks. On considère que sa densité est fonction de la diversité d'habitats disponibles (enrochements, branchages, racines…).

Anguille [photo prise en dehors du site]
© Biotope

- ***Les Cyprinidés***

Il s'agit de la deuxième famille la plus représentée, avec 35 % des individus pêchés. Toutes les espèces de cette famille sont omnivores et adoptent des stratégies d'alimentation, comme le fouissage pour la Carpe et le Goujon, ou le gobage pour les espèces de surfaces comme l'Ablette. Les petits cyprinidés ont un rôle primordial dans la chaîne trophique puisqu'ils constituent l'essentiel de l'alimentation des carnassiers (poissons « fourrage »).

- ***Les Mugilidés***

Le Mulet porc et le Mulet à grosses lèvres ont été recensés uniquement sur la station de Val-de-la-Haye. Ces mulets fréquentent, dès le printemps, les estuaires et remontent jusque dans les ports où

ils trouvent leur nourriture. Ils supportent très bien la pollution, une eau peu riche en oxygène et peu saline.

Ces deux espèces sont zooplanctophages durant leur première année, puis elles deviennent benthophages - le Mulet porc devient également limnivore.

✶ *Les Percidés et Esocidés*

Les Percidés sont représentés par le Sandre et la Perche commune et les Esocidés par le Brochet.

Ces trois espèces sont piscivores. Elles sont au sommet de la chaîne alimentaire, ce qui en fait de bons éléments bio-indicateurs. Soulignons que le Sandre est une espèce introduite en France depuis la fin du XIXème siècle.

Brochet [photo prise en dehors du site]
© Biotope

✶ *Les Gastérostéidés*

Selon la forme considérée, l'Epinoche peut vivre en mer, dans les lagunes et les estuaires, dans des étangs, des lacs ou encore en rivière. Elle se rencontre surtout en plaine et est absente des zones montagneuses. Le régime alimentaire de l'Epinoche est constitué d'invertébrés, de crustacés, de mollusques et de chironomides.

✶ *Les Pleuronectidés*

Famille représentée par le Flet, poisson plat largement répandu en Atlantique nord-est et en Méditerranée. Le Flet vit sur les fonds sableux, sablo-vaseux et vaseux des eaux marines. Il se reproduit en pleine mer, de février à mai, et remonte en été dans les eaux douces. Son régime alimentaire est composé essentiellement de proies benthiques (bivalves, polychètes) et suprabenthiques (crevettes, mysidacés). Les jeunes se nourrissent de plancton, notamment de copépodes.

✶ *Les autres familles (< 2% des effectifs totaux)*

- Les Gobiidés :

Des individus de Gobie ont été recensés uniquement à la station de Val-de-la-Haye Les résultats de pêche de l'ONEMA ne précisent pas s'il s'agit du Gobie buhotte ou du Gobie tacheté. D'une manière

générale, les Gobies occupent les franges intertidales, les eaux saumâtres des estuaires et des lagunes sur fonds sableux à sablo-vaseux à couvert végétal.

- Les Centrarchidés :

Originaire d'Amérique du Nord, la Perche soleil a été introduite en France au XIXème siècle. Cette espèce est considérée comme nuisible en France.

Vivant dans les eaux peu profondes, peu turbides et envahies par la végétation, elle présente un régime alimentaire très diversifié (vers, crustacés, insectes, alevins et parfois petits poissons et autres vertébrés, ainsi que les œufs de poisson).

Perche soleil [photo prise en dehors du site]
© Biotope

- Les Salmonidés :

Représentée par la Truite fario. Cette espèce est un bio-indicateur de la qualité des écosystèmes aquatiques et du fonctionnement des bassins versants. Sur le secteur d'étude, sont présentent les formes « Truite fario » et « Truite de mer ».

- Les Serranidés :

Deux Bars ont été recensés à la station de Val-de-la-Haye. Le Bar est un prédateur occupant les eaux côtières (secteur de plaines eaux, estuaires). Il se nourrit de petits poissons et de crustacés occupants des secteurs sableux et rocheux.

VI.8.5 Bioévaluation de la faune piscicole

Huit espèces de poissons patrimoniales ont été recensées dans la Seine à proximité de l'aire d'étude. Parmi les espèces inventoriées, six espèces sont protégées au niveau national et quatre sont inscrites sur la liste rouge nationale. Trois espèces sont par ailleurs citées en annexe II de la Directive Habitats-Faune-Flore (voir tableau page suivante).

Espèces piscicoles patrimoniales recensées dans la Seine au niveau de l'aire d'étude				
Nom commun	***Nom scientifique***	***Protection nationale***	***Annexe II Directive « Habitats / Faune / Flore »***	***Liste Rouge nationale***
Anguille européenne	*Anguilla anguilla*			En danger critique d'extinction
Brochet	*Esox lucius*	oui		Vulnérable
Chabot	*Cottus gobio*		oui	*Données insuffisantes*
Lamproie de planer*	*Lampetra planeri*	oui	oui	Vulnérable
Lamproie marine	*Petromyzon marinus*	oui	oui	Quasi-menacée
Truite fario	*Salmo trutta*	oui		Préoccupation mineure
Vandoise	*Leuciscus leuciscus*	oui		*Données insuffisantes*
Ide mélanotte	*Leuciscus idus*	oui		*Données insuffisantes*

VI.8.6 Description des potentialités écologiques du site

L'aire d'étude prend en compte différents milieux favorables à l'ichtyofaune :

- Les berges de Seine le long de la presqu'ile Rollet;
- Le Bassin aux bois;

Les berges de Seine

Dans le but de permettre la navigation et le transport fluvial de marchandises, la Seine a subi d'importantes modifications de la morphologie de son lit mineur (surcreusement, dragages…) et de ses berges (quais, enrochements…).

D'une manière générale, cette artificialisation a tendance à entraîner une banalisation du milieu et une diminution des potentialités d'accueil pour la faune piscicole.

Sur le secteur étudié, les berges de Seine sont toutes artificielles à l'exception d'une zone érodée sur la pointe Aval de la presqu'ile.

Les protections de berges sont de différents types : mur en briques, perré en béton, moellons bitumineux avec une sous-berge en palplanches.

Cependant, les niveaux d'eau de ce tronçon de Seine varient sous l'influence des marées dynamiques. Les habitats de berges peuvent alors être découverts lors des marées basses. Ainsi, les potentialités de présence de zones de frai sur ces secteurs de berges sont faibles à nulles. D'autre part, la zone est également impactée par le batillage lié au passage des péniches.

Elle présente très peu de végétation amphibie ou aquatique en bord de rive. En effet, seules quelques plantes (salicaire, rumex, lycope, jonc) ou arbustes (frênes, aulnes) parviennent à s'installer dans les interstices.

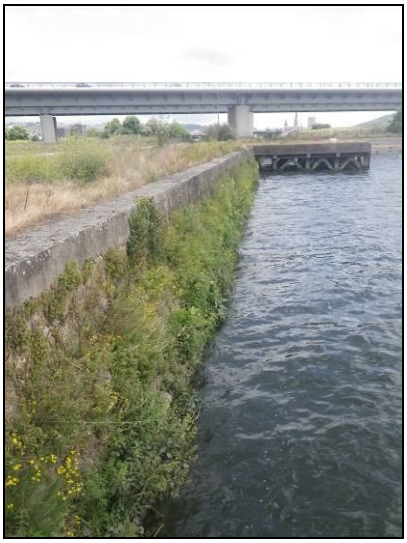
Berges en moellons bitumineux

LE BASSIN AUX BOIS

Le Bassin aux Bois situé dans la partie Aval de l'aire d'étude ne se différencie guère de la Seine en termes de capacités d'accueil pour l'ichtyofaune. En effet, l'absence de ripisylve, de berges naturelles et l'importance des macro-déchets flottants ou déposés sont des facteurs défavorables à l'installation du peuplement piscicole.

Seuls les anciens appontements et la pointe Aval de la darse jouent un rôle d'ombrage et de cache.

La pointe érodée de la darse est le seul secteur « naturel » de l'aire d'étude. L'effondrement de la protection de berge a permis la remise en pente douce de la berge. Celle-ci a été recolonisée par les saules (*Salix alba* et *salix caprea*).



Ponton et berge en briques

Pointe Aval végétalisée

Les berges de la Seine et le Bassin aux bois présentent des caractéristiques physiques peu favorables à l'ichtyofaune : absence de ripisylve, abris peu nombreux, berges verticales, peu de zones ombragées.

Le bassin constitue néanmoins une zone-refuge de l'axe Seine (à l'abri du batillage), zone de quiétude et de nourrissage de l'ichtyofaune.

Cependant, ces zones, régulièrement exondées (influence des marées), sont des zones d'accueil temporaires et ne peuvent pas, dans ces conditions, servir de zones de frai.

Compte-tenu de ces contraintes, les berges de Seine sur le secteur étudié présentent globalement un intérêt faible pour l'ichtyofaune, et la darse un intérêt moyen.

VI.9 SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS ET DES POTENTIALITÉS

L'aire d'étude est en grande partie occupée par une friche herbacée clairsemée, abritant une flore banale et peu attractive pour la macrofaune.

Les **habitats naturels** de berges de seine sont les plus intéressants du site. Ila d'ailleurs subit une pression urbaine puis les problématiques liées au manque d'entretien. Aucune flore protégée n'a été repérée sur le site cependant 3 espèces remarquables y sont présentes. Au regard de leur statut de rareté en Haute Normandie, l'enjeu écologique pour les **espèces floristiques** est néanmoins modéré.

Il est à noter la forte sensibilité du site face aux problématiques de plantes invasives. Ainsi le site présente une potentialité intéressante d'accueil d'espèces et d'habitat en fonction des aménagements et de la gestion qui y sera faite.

L'**avifaune** est constituée d'espèces relativement banales, communes en contexte urbain. Il est à noter la présence du Faucon pèlerin qui fréquente la Seine et ses berges. Plusieurs espèces, en déclin à l'échelle nationale sont également présentes (Fauvette grisette et Linotte mélodieuse). Elles restent néanmoins relativement communes. La majorité des espèces d'oiseaux présente sur l'aire d'étude bénéficiant d'un statut de protection à l'échelle nationale, elles constituent une contrainte réglementaire.

Les potentialités pour les **amphibiens** s'avèrent nulles à très faibles et ne concernent que d'éventuelles zones d'hivernage pour le crapaud commun. Aucune observation n'a néanmoins été réalisée.

Parmi les **reptiles**, seule une espèce a pu être mise en évidence sur l'aire d'étude : le Lézard des murailles. Celle-ci trouve, dans cet espace rudéral, un certain nombre d'habitats favorables. Très commune à l'échelle de la Haute Normandie, elle est néanmoins protégée à l'échelle nationale.

Le principal enjeu identifié sur l'aire d'étude est porté par le groupe des **insectes**. Une espèce d'Oedipode (criquets) a en effet été notée sur le site. L'Oedipode turquoise est une espèce très commune mais protégée en Haute-Normandie.

Concernant les **chiroptères**, les inventaires de terrain ont mis en évidence la présence et l'utilisation du site par 3 espèces de chauve-souris anthropophiles (utilisant fréquemment ce type de milieux). Même si le site présente de nombreux atouts potentiellement attractifs, l'enjeu écologique est globalement faible.

Concernant **l'ichtyofaune**, le site présente un intérêt faible en tant que secteur peu attractif pour la réalisation des cycles biologiques (alimentation, reproduction, …). Huit espèces sont recensées dont 6 sont protégées.

Les enjeux du site se concentrent notamment sur la presqu'île Rollet, avec des habitats attractifs pour la faune : friches herbacées, rudéralisés (friches industrielles très peu végétalisées), mais en régression au sein de l'emprise du projet.

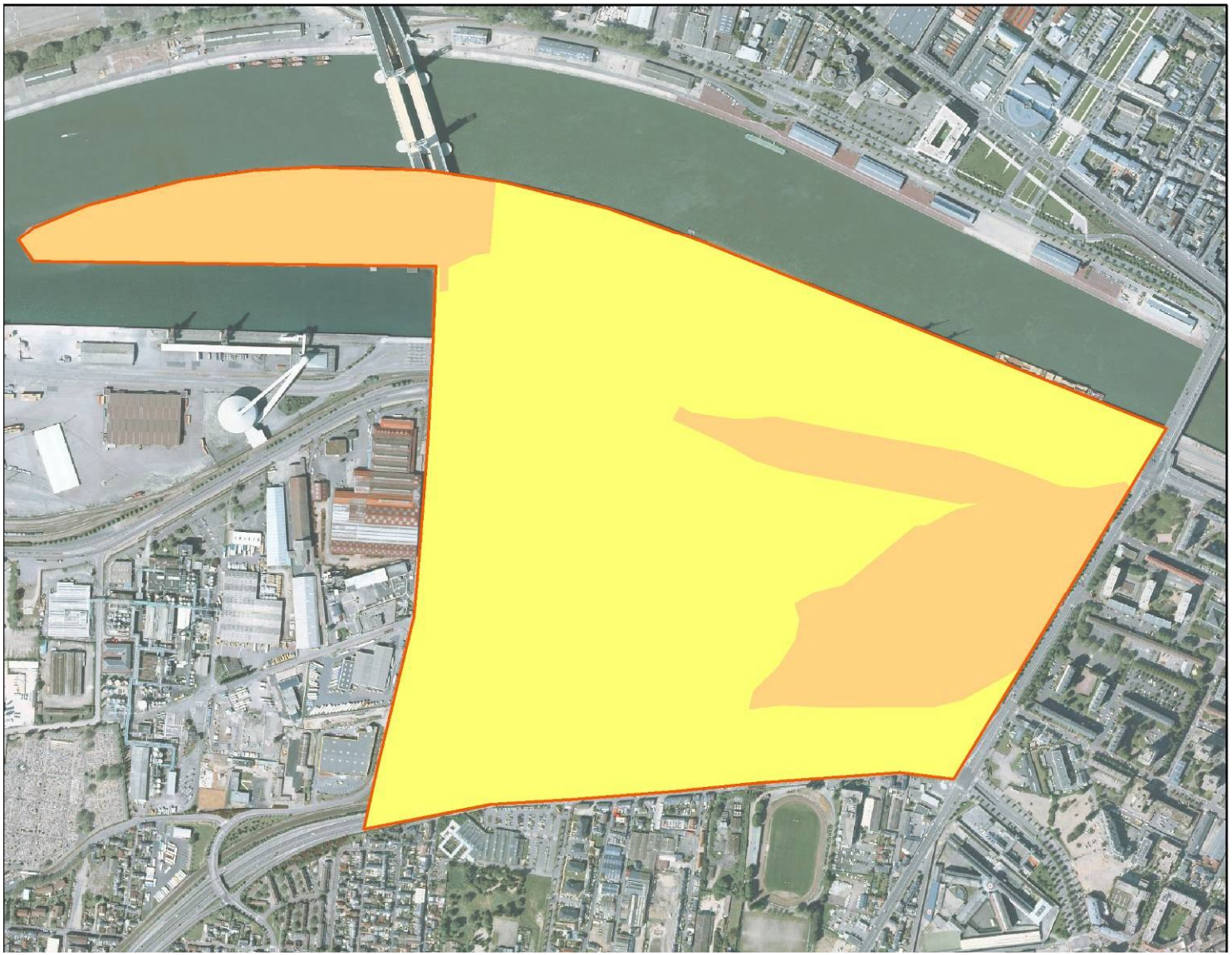
VII. SYNTHÈSE DES ENJEUX

Au vu des premiers éléments recueillis, il est possible de synthétiser les enjeux pressentis sur le site. On parlera d'enjeux faibles, modérés, moyens ou forts.

SYNTHESE DES ENJEUX PAR GROUPE TAXONOMIQUE				
Groupe taxonomique	**Eléments remarquables**	**Localisation**	**Contrainte réglementaire**	**Niveau de contrainte écologique**
Flore	Aristoloche clématite Acinos des champs Scutellaire toque	Berges de Seine	Nulle	**Modéré**
Habitats naturels	Végétations nitrophile	Berges de Seine	Nulle	**Faible**
Insectes	Oedipode turquoise	Secteurs à végétation clairsemé (moitié Nord de la Zone) Presqu'ile Rollet	**Oui**	**Moyenne**
Amphibiens	-	-	Nulle	**Nulle**
Reptiles	Lézard des murailles	Secteur ouest du site	**Oui**	**Moyenne**
Chiroptères	3 espèces de pipistrelle	Allées de platanes Friche située au sud-ouest du site Presqu'île Rollet	Oui	**Modéré à Faible**
Oiseaux	<u>Espèces nicheuses</u> Moineau domestique, l'Etourneau sansonnet et la Linotte mélodieuse <u>Espèce présente</u> Faucon pèlerin	Presqu'île Rollet Berges	**Oui**	**Moyenne**
Poissons	Chabot, lamproie de Planer, lamproie Marine Anguille européenne, brochet, truite de rivière, vandoise, ide mélanotte	Pointe aval de la presqu'île Rollet	**Oui**	**Faible**

Cette évaluation permet également d'établir une cartographie des secteurs à enjeux, tous groupes confondus.

Carte des enjeux écologiques



Légende

Enjeux écologiques

- Faible
- Modéré

Aire d'étude

- Aire d'étude

0 50 100 200 m

N

Sources des données
- Orthophotos IGN, 2005
- Réalisation : Biotope, 2011

VIII. EVALUATION DES IMPACTS

VIII.1 DÉTAILS DU PROJET

Eléments issus de l'Etude d'Impact INGETC 840 4/1 – version 8 du 30 juin 2011

Le projet, tel qu'il a été défini par le groupement sur le marché 1 (aménagement de la Presqu'île Rollet et des bords de Seine), prévoit la réalisation des aménagements suivants (cf. figures pages suivantes) :

- sur la presqu'île Rollet : mutation de la presqu'île en île « sauvage » et réalisation d'un laboratoire écologique avec accueil du public (chemin de promenade sur le tour de la presqu'île). Des mouvements de terres seront donc à prévoir pour aménager cette île ;
- sur la zone remblayée en 1994 : réalisation d'espaces verts et d'un pôle multiservices destiné aux activités portuaires, notamment l'accueil des poids lourds ;
- sur les quais : réhabilitation des hangars en activités tertiaires et commerciales (création notamment de la SMAC dans le hangar 106) ;
- dans la zone accueillant les bâtiments du G.P.M.R. (Grand Port Maritime de Rouen) et les anciennes voies ferrées : réalisation d'espaces verts et d'un parking pour la SMAC.

Il est à noter que le projet voit la création d'espaces verts et la réduction d'espaces imperméabilisés.

VIII.1.1 Les quais de Seine

Les berges de Seine vont faire l'objet d'un remaniement plus typologique que structurel. Mis à part des gabions à la pointe de la presqu'ile, le reste des quais sera aménagé en promenade publique longeant les jardins impressionnistes.

Les quais de Seine offrent une continuité sur la partie Nord du futur Ecoquartier et se partagent en trois bandes (voir schéma page suivante):

• Le front de Seine constitué d'une large bande de 15 m (distance entre les hangars et la pierre de bord à quai) ;

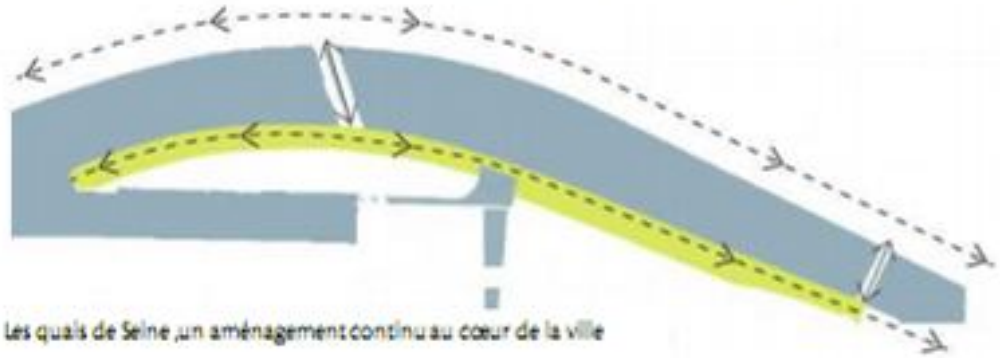
• L'entre-deux, constitué d'espaces aménagés entre les hangars ;

• L'arrière des quais organisé en deux espaces :

▫ La promenade arrière des hangars, sur la partie plus urbaine à l'Est, est un espace de transition entre les quais de Seine et le Jardin des Rails ;

▫ Les jardins impressionnistes, vastes tapis de fleurs, à l'Ouest, au niveau de l'île Rollet, viennent s'adosser à la butte forestière.

Schéma 90 : Schéma de principe de l'aménagement des quais



Les quais de Seine ,un aménagement continu au cœur de la ville

Le front de Seine, unepromenade de 15 m de large

Les jardins dans l'épaisseur des quais

L'espace des hangars

Au droit du hangar 108 une partie du quai est aujourd'hui effondrée. Le projet propose sa reconstruction afin de retrouver une continuité de largeur constante du quai des hangars.

Les schémas pages suivantes présentent le projet concernant les berges. Le parti pris de la CREA est de rendre à cette zone une fonction écologique et pédagogique, en offrant aux usagers un site au cadre de vie attractif par la mise en valeur du patrimoine local.

VIII.1.2 Aménagement végétal de la Presqu'ile Rollet

Une butte forestière sera créée en utilisant les terres locales du site. Elle prendra place au sud de la presqu'ile Rollet (voir schéma pages suivantes)

Cette butte va être boisée selon la technique en futaie équienne qui permet la plantation d'arbres en tenant compte de la nature du sol forestier qui sera mis en place et du dispositif de stockage des terres impactées par les polluants. Ainsi, le choix des essences permet de composer un boisement diversifié, arbres de haut-jet (exploitables à terme, les chênes par exemple), arbres de deuxième et troisième grandeur (merisier, frêne…), fourré et lisière. Le boisement sera protégé du public durant les 15 premières années par une clôture forestière.

Il n'y aura pas d'éclairage public nocturne sur cette zone.

VIII.1.3 Les jardins impressionnistes

Les jardins impressionnistes constituent un espace naturel d'exception permettant l'évasion du promeneur à travers des ambiances variées favorables à la biodiversité locale. Ainsi, ces jardins comportent une mosaïque végétale composée d'une alternance entre prairies fleuries (jardins impressionnistes) et parcelles de taillis. Chaque ilot présente une association d'espèces et un intérêt écologique qui est expliqué au public par le biais de la mise en place de panneaux pédagogiques.

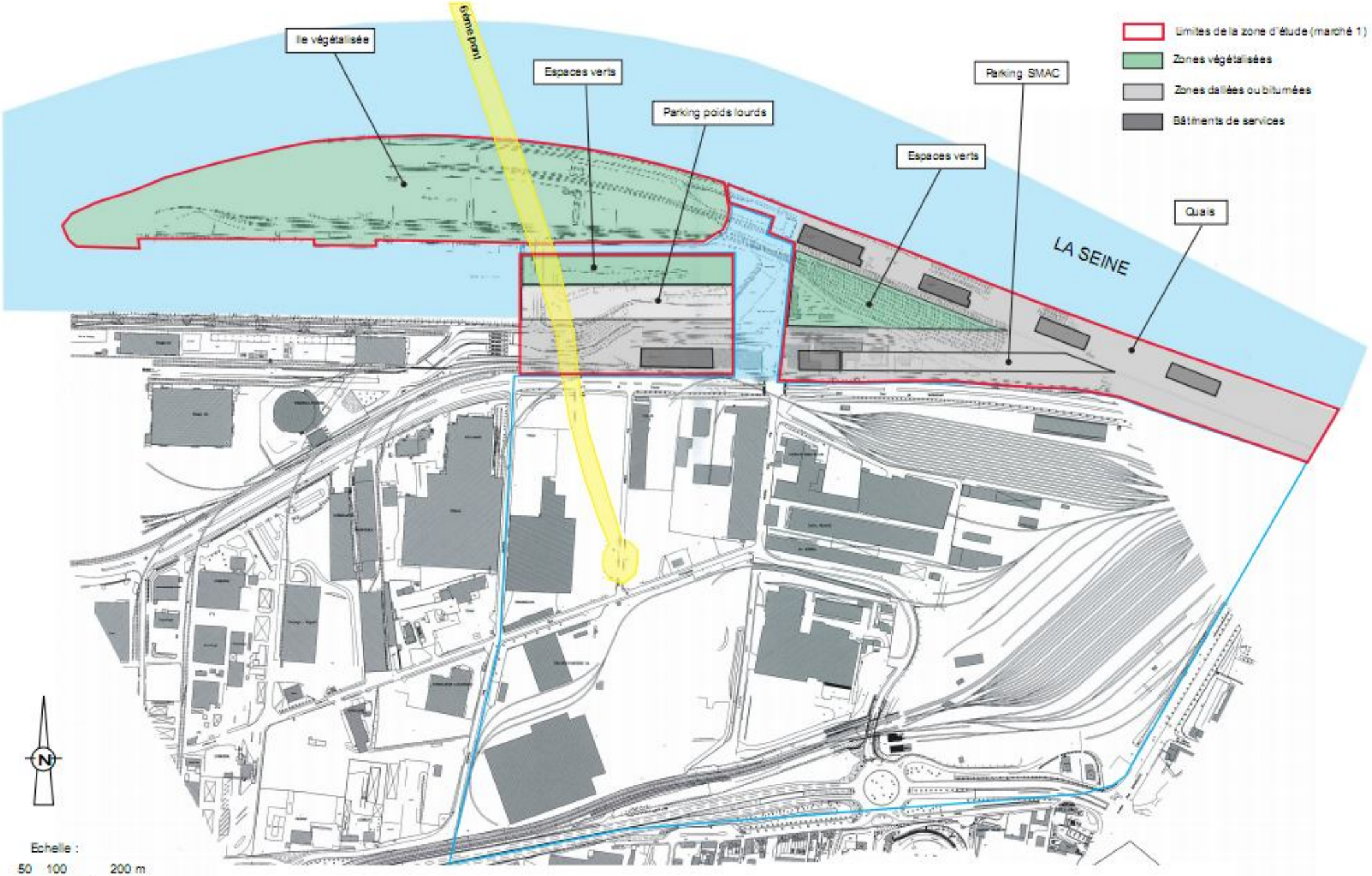
VIII.1.4 Secteur d'aménagement du triangle Bethencourt

Le Jardin des rails est la composante Nord du secteur d'aménagement dénommé « triangle Béthencourt ».

Ce jardin à vocation d'accueil du public offrira des activités ludiques et pédagogiques. Les cheminements sont bordés de rails de récupération ou IPN et composés alternativement de béton et de pavés granit. On y retrouve de grandes surfaces de ballast ponctuées de graminées ou de vivaces plantées en masse.

Des noues végétalisées de collecte des eaux pluviales du jardin et de la voirie sont prévues sur les faces nord et sud de cette zone.

Le niveau d'éclairage sera adapté selon les secteurs et leur fréquentation.



AGGLOMERATION DE ROUEN Norwich House 14 bis avenue Pasteur 76006 ROUEN Cedex1 Tél: 02 32 7644 22	Atelier Jacqueline OSTY& associés,77 rue de Charonne 75011 PARIS Tél: 01 43 48 83 84 ATTICA urbanisme et paysage,10 bd Batignolles 75017 PARIS Tél: 01 45 22 69 71 IOSIS Centre Ouest,10 rue Paulin 76130 MONT SAINT AIGNAN Tél: 02 35 12 45 10 BURGEAP,51 rue de la République 76250 DEVILLE LES ROUEN Tél: 02 3576 47 27	A18129 ORnZ090383 RRn00151	ECO-QUARTIER FLAUBERT : Aménagements des bords de Seine Marché 1 PLAN DES FUTURS AMENAGEMENTS	BGP BDS DIA POL PLN0001 04/08/2009	DIA Fig. 4

Schéma 94 : Evolution de l'aménagement des quais de Seine sur la presqu'île Rollet

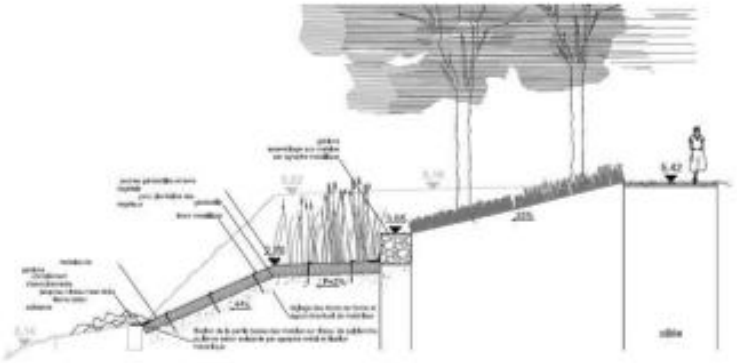
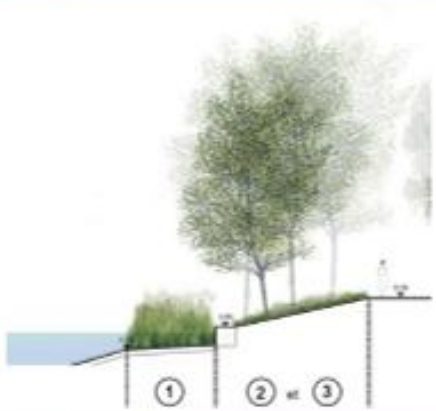
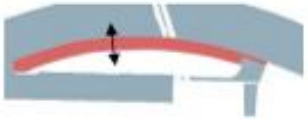
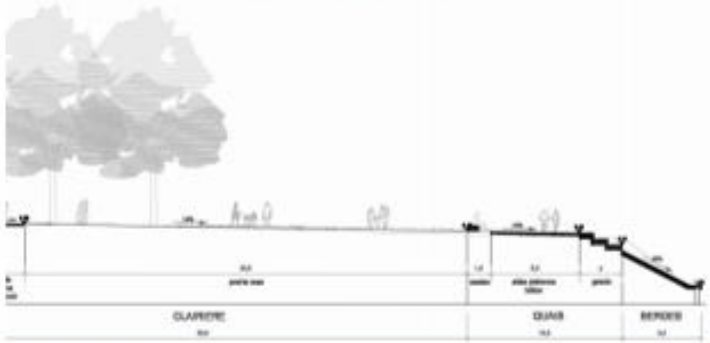
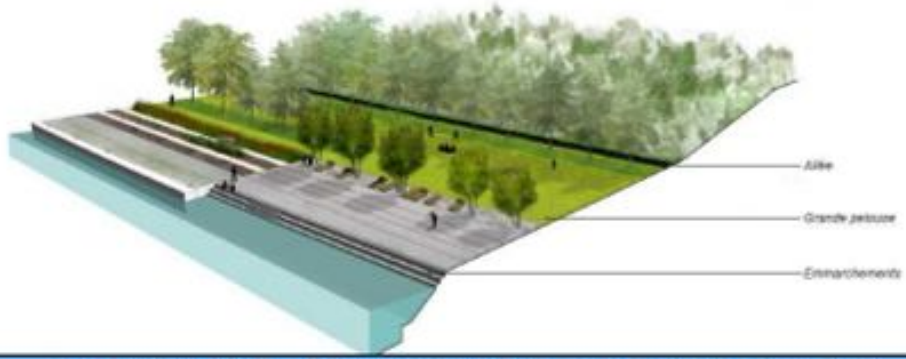
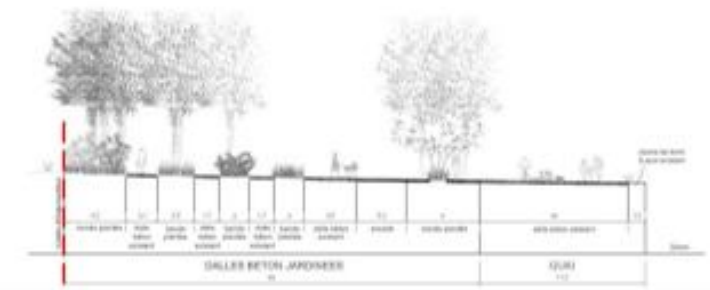
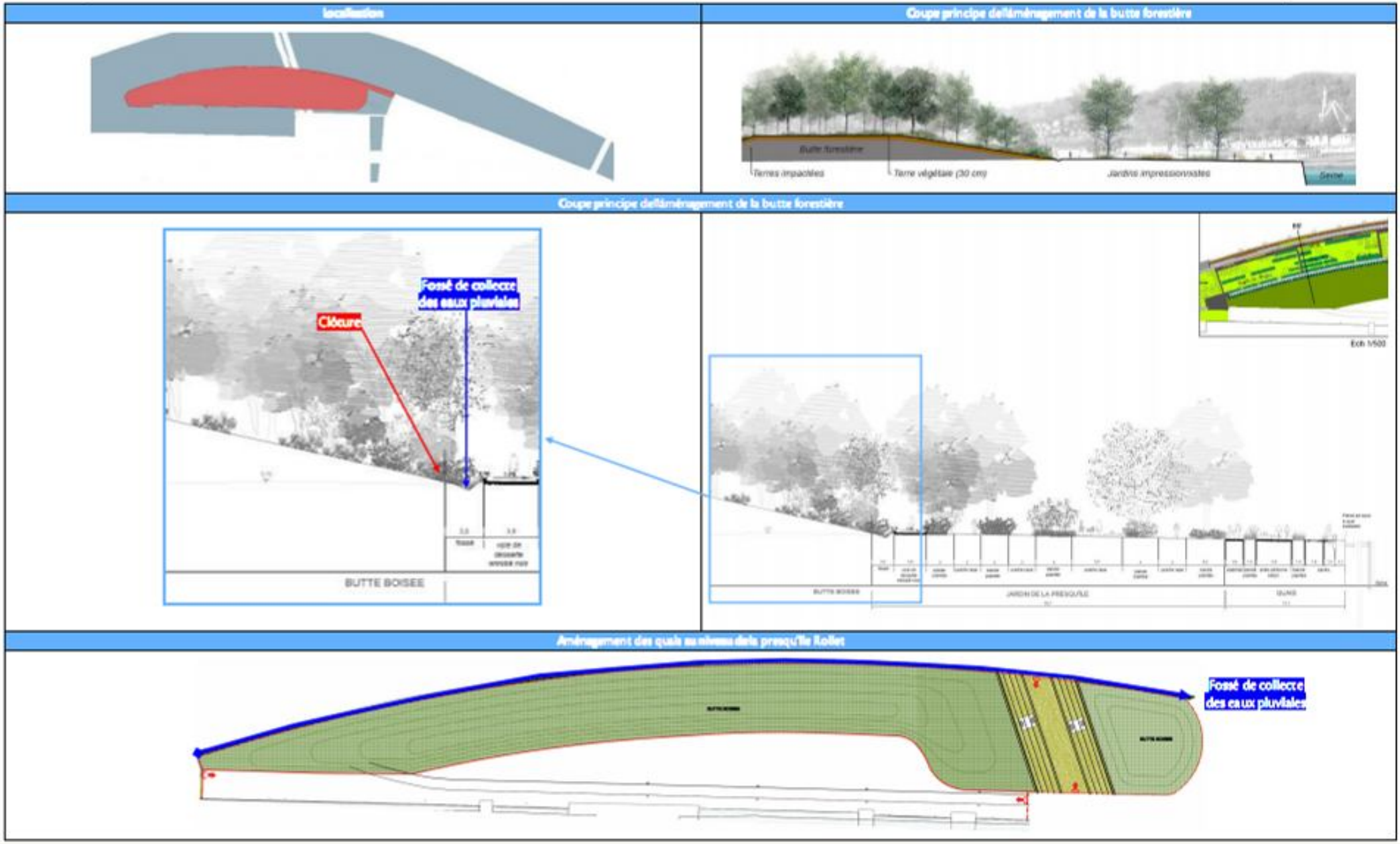
Localisation	Coupe type de l'aménagement	Illustration de la végétation
Aménagement végétale des quais au niveau de la pointe de la presqu'île Rollet		Les plantations des berges sont réparties en 3 strates : La strate submersible lors des marées hautes (01) est plantée de végétaux de milieu humide, installés dans des matelas de gabions afin de résister à l'étiage. La strate arbustive intermédiaire (02), est composée de saules aux bois colorés La strate haute (03) est plantée d'arbres de bord d'eau, type frenes, aulnes et constitue un alignement qui accompagne l'allée piétonne. 
Localisation	**Coupe type de l'aménagement**	**Axonométrie de principe de l'aménagement de l'emmarchement**
 Aménagement minéral des quais au niveau de l'emmarchement, séquence d'aménagement liée à l'eau Zone de promenade bordée au Sud par les jardins impressionnistes		
Localisation	**Coupe type de l'aménagement**	**Les quais au niveau du jardin au fil de l'eau seront dans un état similaire à celui qui est observé actuellement**
Aménagement minéral des quais au niveau du jardin des friches Zone de transition entre les composantes minérales (hangars) et végétales (presqu'île) de l'aménagement		

Schéma 97 : Le merlon Nord de la butte de la presqu'île Rollet et sa plantation forestière



VIII.2 EFFETS PRÉVISIBLES DU PROJET

Le croisement des connaissances sur la faune et la flore locale et de la définition du projet permettent d'identifier un certain nombre d'effets prévisibles de l'aménagement.

EFFETS PREVISIBLES DE L'AMENAGEMENT DE LA ZAC	
Types d'impacts	**Groupes biologiques potentiellement concernés sur l'aire d'étude**
En phase chantier	
Impact par destruction/dégradation des milieux en phase travaux Impact direct, permanent Il s'agit d'un impact : - par propagation d'espèces végétales invasives ; - par destruction/dégradation des habitats naturels, de la faune associée et des habitats d'espèces de faune associés (zones de reproduction, territoires de chasse, zones de transit).	Flore et habitats naturels Faune : reptiles, insectes, avifaune
Impact par destruction d'individus en phase travaux Impact direct, permanent (durée des travaux)	Flore Tous groupes de faune (notamment insectes, reptiles, avifaune nicheuse)
Impact par dérangement en phase travaux (bruit, poussière) Impact direct, temporaire (durée des travaux)	Faune vertébrée essentiellement (reptiles, avifaune)
En phase d'exploitation	
Impact par destruction/dégradation des milieux en phase exploitation Impact indirect, permanent - par destruction d'individus lors de l'entretien des dépendances vertes	Flore et habitats naturels Tous groupes de faune (notamment oiseaux, reptiles et insectes)
Impact par dérangement en phase d'exploitation lié à la fréquentation humaine Impact direct, temporaire	Faune (Oiseaux nicheurs notamment)

VIII.2.1 Evaluation des niveaux d'impact

La quantification de l'impact potentiel du projet sur une espèce ou un groupe d'espèces est obtenue par le croisement de plusieurs ensembles d'informations (lorsque celles-ci sont disponibles) :

- La sensibilité générale de l'espèce (ou du groupe d'espèces) au type d'aménagement en question, définie au moyen de l'expérience de terrain des experts de BIOTOPE et des informations issues de la bibliographie ;
- Les éléments propres au site (abondance locale de l'espèce sur site, localisation, utilisation des milieux…) et au projet (mesures de réduction d'impact) pouvant avoir une influence sur le risque de destruction ou de dégradation ;
- La valeur patrimoniale des espèces.

Si l'espèce ou le groupe d'espèce est concerné par l'impact considéré, celui-ci peut alors être de niveau faible, modéré, moyen, fort voire très fort en fonction des critères énoncés précédemment.

Les niveaux d'impacts sont indiqués au vu des connaissances actuelles sur le site.

VIII.2.2 Impacts en phase chantier

Impacts sur la flore et les habitats naturels

Plusieurs types d'impacts sur la flore et la végétation ont pu être identifiés.

❖ **Impact par destruction d'habitat naturel**

La majeure partie de l'espace est amenée à être remaniée.

Les habitats notés sur le site présentent un intérêt relativement faible. Le projet ambitionne la création d'espaces végétalisés adaptés (prairie rase sous le pont Flaubert, butte boisées, jardins fleuris, …). L'impact sur les habitats naturels est jugé **faible.**

❖ **Impact par destruction de stations d'espèces remarquables**

Trois espèces végétales remarquables ont été mises en évidence sur le territoire de l'aire d'étude. Au vu des habitats présents, l'impact sur la flore remarquable est jugé **modéré**.

❖ **Impact par propagation d'espèces invasives**

Deux espèces invasives ont pu être mises en évidence sur l'aire d'étude : le Buddleia du père David (*Buddleja davidii*) par exemple. Le Buddleia colonise une part importante des espaces récemment remaniés du site. Sa diffusion est susceptible d'être favorisée par les travaux entrepris. Au vu des milieux présents sur le territoire du site, l'impact par diffusion de cette espèce invasive sur le site est néanmoins jugé **faible**. Néanmoins, une attention particulière devra être portée à l'utilisation des terres exportées lors des travaux. Il conviendra en effet de ne pas favoriser la diffusion de l'espèce en dehors du site.

Impacts sur les espèces d'insectes

Une espèce d'insecte protégée a été mise en évidence sur le site : l'Oedipode turquoise. Celle-ci est représentée par une population localisée sur les espaces les moins végétalisés des friches.

❖ **Impacts par destruction d'individus et d'habitats d'espèces en phase travaux**

L'oedipode turquoise présente sur le site affectionne les terrains perturbés à végétation rase. Celle-ci colonise donc les milieux fortement remaniés comme ceux créés sur le site suite au remaniement des espaces. Suite à l'aménagement du site, l'espèce devrait retrouver des habitats favorables (prairie rase sous le pont Flaubert, jardins impressionnistes, …). La presqu'Ile Rollet, en tant que site destiné à une emprise du végétal fera l'objet d'un traitement paysager adapté à l'espèce.

Pour l'Oedipode turquoise, espèce assez rare en Haute Normandie, différentes surfaces de report existent à proximité (l'espèce s'accommodant de terrains perturbés comme les voies ferrées). L'impact par destruction d'habitat d'espèce en période de travaux est donc jugé **faible** à nul.

La réalisation de travaux en période sensible (stades œufs ou larves) est susceptible de porter atteinte à la population, l'espèce déposant ses œufs en terre. Dans ce cas, l'impact par destruction d'individus est jugé **modéré**, l'ensemble de la population locale pouvant être touchée, mais l'espèce demeurant commune.

Impacts sur les espèces d'amphibiens

Aucun site de reproduction (milieux aquatiques et humides) favorable aux amphibiens n'est concerné par le projet. De ce fait, l'impact est jugé **nul**.

Impacts sur les espèces de reptiles

Une seule espèce de reptiles a été identifiée sur le projet : le Lézard des murailles. Deux petites populations sont présentes sur l'aire d'étude.

- **Impacts par destruction d'individus et d'habitats d'espèces en phase travaux**

Un Lézard des murailles a pu être observé lors des prospections.

Deux aspects sont à prendre en compte : la destruction des individus et la destruction de l'habitat d'espèce.

Au vu des capacités de déplacements des individus adultes, l'impact par destruction des individus peut être jugé **faible**. L'espèce est peut néanmoins apparaître sensible en période de reproduction et d'hibernation (faibles capacités de déplacement des très jeunes individus et des individus en léthargie). En période sensible, l'impact reste **faible** (espèce très commune), mais la **destruction d'individus** s'avère **interdite** par la **réglementation**.

Les travaux programmés incluent également la destruction de certains habitats favorables à l'espèce. L'espèce, présentant de bonnes capacités de recolonisation, est néanmoins susceptible de se réimplanter sur des milieux proches (secteur des voies ferrées au Nord). La conservation des rails et leur végétalisation connexe dans le « jardin des rails » permettra le maintien d'habitats favorables à l'espèce. L'impact par destruction d'habitat d'espèce est donc jugé **faible à nul**.

Impacts sur les espèces d'oiseaux

- **Impacts par destruction d'individus en phase travaux**

Plusieurs espèces d'oiseaux communs (Moineau domestique, mésanges…) ou présentant un statut de patrimonialité plus élevé (Fauvette grisette, Linotte mélodieuse) nichent sur le site, notamment sur les friches arbustives et des bosquets de l'aire d'étude. La période de nidification s'avère être une période critique pour les œufs et les nichées, car ils sont particulièrement exposés. Une bonne partie des espèces présentes sur l'aire d'étude étant protégée, il est notamment interdit de détruire les individus, nids et couvées.

L'impact sur les oiseaux par destruction d'individus en phase travaux est considéré comme **faible.**

- **Impact par destruction d'habitats d'espèce en phase travaux**

Au vu de la taille du site, de la relative banalité des milieux et de leurs faibles capacités d'accueil, l'impact par destruction d'habitats d'espèces est jugé **faible**. L'aménagement, notamment via la recréation d'espaces végétalisés (butte forestière, jardins, …) améliorera, à terme, les capacités d'accueil du site pour plusieurs espèces.

- **Impact par dérangement en phase travaux**

Au vu du contexte local fortement urbanisé, les dérangements pour les espèces d'oiseaux sont déjà existants.

L'impact sur l'avifaune par dérangement en phase travaux peut-être considéré comme **faible**.

Impacts sur les espèces de chauve-souris

Dans le cadre de ce projet, aucun impact n'est à prévoir sur la Seine et donc sur les territoires de chasse des Chiroptères. Pour le reste, l'intérêt des zones lumineuses est à relativiser au regard des autres sources lumineuses qui se trouvent le long de la Seine. Par ailleurs, ces éclairages ne font que concentrer les insectes en un point de l'espace. Enfin, les deux zones de végétation identifiées vont être développées par le projet, augmentant potentiellement l'intérêt de ces zones pour les Chiroptères.

❖ **Impacts par destruction d'individus en phase travaux**

Le projet ne prévoit pas de destruction d'habitat.

L'impact sur les chauves-souris par destruction d'individus en phase travaux est considéré comme **faible.**

❖ **Impact par destruction d'habitats d'espèce en phase travaux**

Au vu de la taille du site, de la relative banalité des milieux et de leurs faibles capacités d'accueil, l'impact par destruction d'habitats d'espèces est jugé **faible**.

❖ **Impact par dérangement en phase travaux**

Au vu du contexte local fortement urbanisé, et des espaces disponibles pour les chauves-souris autour du site, les individus pourront reporter leur activité.

L'impact sur les chiroptères par dérangement en phase travaux peut-être considéré comme **faible**.

Impacts sur les espèces de poissons

❖ **Impacts par destruction d'individus en phase travaux**

Au vu du contexte de la Seine et des capacités de dispersion des individus, les espèces présentes trouveront d'autres sites d'accueil lors de la période de travaux à proximité du site.

L'impact sur les poissons par destruction d'individus en phase travaux est considéré comme **nul.**

❖ **Impact par destruction d'habitats d'espèce en phase travaux**

La mise en œuvre de gabions à la pointe de la presqu'ile Rollet entrainera la destruction du seul site favorable aux espèces piscicoles. Cependant, au vu de la taille du site, de la relative banalité des milieux et de leurs faibles capacités d'accueil, l'impact par destruction d'habitats d'espèces est jugé **faible**.

❖ **Impact par dérangement en phase travaux**

Au vu du contexte local fortement urbanisé, les dérangements pour les espèces de poissons sont déjà existants. L'impact sur les poissons par dérangement en phase travaux peut être considéré comme **faible**.

VIII.2.3 Impacts en phase d'exploitation

Impacts sur la flore et les habitats naturels

En phase d'exploitation, la flore et les habitats naturels créés suite aux travaux peuvent subir des dégradations si aucune précaution n'est prise lors de l'entretien des espaces verts (parcs publics notamment) en raison de la présence des espèces invasives. En outre le choix des espèces n'est pas favorable à une communauté floristique et faunistique endémique.

L'aménagement végétal des quais au niveau de la pointe de la presqu'ile Rollet présente un atout pour la création d'habitats naturels. Cependant cette potentialité reste soumise au choix des espèces végétales choisies et à leur persistance dans des conditions aquatiques contraignantes.

Au vu de la sensibilité des milieux, l'impact lors de l'entretien en phase d'exploitation est jugé **faible**.

Impacts sur la faune

La création d'espace public et la mise en place de nouvelles voies de circulations sont susceptibles de conduire à une augmentation notable de la fréquentation des milieux conservés. Une augmentation du dérangement est donc à prévoir, susceptible notamment de toucher les oiseaux en période de nidification. Cependant, la clôture forestière de la butte boisée constituera un espace d'accueil favorable évitant la pression par dérangement. De la même façon l'absence de pollution lumineuse sur la presqu'ile Rollet limitera la pression sur les espèces. Au vu des cortèges d'espèce susceptibles de fréquenter l'aire d'étude, largement implantée en contexte urbain, cet impact est jugé **nul à positif**.

Les diverses espèces faunistiques inféodées aux milieux présents sont également susceptibles d'être impactées par la gestion conduite sur leurs habitats en phase d'exploitation. C'est notamment le cas des insectes (Oedipode turquoise notamment) qui sont susceptibles d'être touchés par une gestion trop intensive (tonte notamment) des espaces ouverts, mais également des oiseaux qui peuvent être impactés par la gestion des dépendances vertes (haies, secteurs arbustifs) en période de nidification. Cet impact est néanmoins jugé **faible**.

L'aménagement végétalisé des quais au niveau de la pointe de la presqu'ile Rollet pourrait représenter un atout pour l'accueil de la faune (poissons et oiseaux notamment).

Au vu du projet présenté, les aménagements prévus vont dans le sens d'une amélioration de l'attractivité de la zone pour un plus grand nombre d'espèces (autre que les espèces ubiquistes), un développement du potentiel d'accueil en termes de gîtes et une meilleure connectivité de la zone en son sein, potentiellement avec les zones boisées en rive droite (au sud-ouest du site).

VIII.2.4 Conclusion sur les impacts négatifs du projet

Pour chaque élément considéré, le tableau ci-dessous reprend l'ensemble des risques identifiés et le niveau d'impact négatif associé.

SYNTHESE DES IMPACTS NEGATIFS IDENTIFIES					
Groupe	**Elément considéré**	**Niveau de contrainte écologique**	**Contrainte réglementaire**	**Impacts potentiels**	**Niveau d'impact**
En phase travaux					
Flore et habitats naturels	Végétations nitrophile	Modérée	Non	Impact par destruction d'habitats naturels et par propagation d'espèces invasives	**Faible**
	Aristoloche clématite Acinos des champs Scutellaire toque	Modérée	Non	Impact par destruction de stations d'espèces remarquables	**Modéré**
Insectes	Oedipode turquoise	Faible	**Oui**	Impact par destruction d'individus	**Modéré**
				Impact par destruction d'habitat d'espèce	**Faible**
Amphibiens	Aucun élément remarquable	-	Non	Aucun	**Nul**
Reptiles	Lézard des murailles	Faible	**Oui**	Impact par destruction d'individus	**Faible**
				Impact par destruction d'habitat d'espèce	**Faible**
Mammifères	Chiroptères	Faible	**Oui**	Impact par destruction d'individus	**Faible**
			Non	Impact par destruction d'habitat d'espèce	**Nul**
			Non	Impact par dérangement	**Faible**
Oiseaux	Oiseaux communs ou modérément patrimoniaux (Linotte mélodieuse, Fauvette grisette)	Modérée	**Oui**	Impact par destruction d'individus	**Faible**
				Impact par destruction d'habitat d'espèce	**Faible**
				Impact par dérangement	**Faible**
Poissons	Chabot, lamproie de Planer, lamproie marine Anguille européenne, brochet, truite fario, vandoise, ide mélanotte	Faible	Non	Impact par destruction d'individus	**Nul**
				Impact par destruction d'habitat d'espèce	**Faible**
				Impact par dérangement	**Faible**

SYNTHESE DES IMPACTS NEGATIFS IDENTIFIES					
Groupe	**Elément considéré**	**Niveau de contrainte écologique**	**Contrainte réglementaire**	**Impacts potentiels**	**Niveau d'impact**
En phase d'exploitation					
Oiseaux	Oiseaux communs ou modérément patrimoniaux (Linotte mélodieuse, Fauvette grisette)	Modérée	-	Impact par dérangement **Impact par création de nouveaux milieux favorables clos**	**Nul**
Mammifères	Chiroptères	Faible	-	**Impact par création de nouveaux milieux favorables**	**Nul**
Insectes	Oedipode turquoise	Faible	oui	Impact par destruction / dérangement dû à une gestion inadaptée **Impact par création de nouveaux milieux favorables**	**Faible**
Amphibiens	Aucun élément remarquable	/	Non	Aucun **Impact par création de nouveaux milieux favorables**	**Nul**
Reptiles	Lézard des murailles	Faible	**Oui**	Impact par dérangement	**Faible**
Impact par création de nouveaux milieux favorables : impact positif					

Au vu de ces éléments, les impacts du projet sur la faune, la flore et les milieux apparaissent réduits. Néanmoins, quelques contraintes réglementaires subsistent, du fait de la présence d'espèces protégées sur le territoire du projet. De ce fait, des mesures de réduction d'impacts doivent être proposées. Quelques mesures ayant pour but d'améliorer les capacités d'accueil à l'intérieur du futur site de l'Ile « Sauvage » et de son laboratoire écologique pour la biodiversité peuvent également être proposées.

VIII.3 PROPOSITION DE MESURES D'ATTÉNUATION DES IMPACTS DU PROJET

Les mesures d'atténuation sont de deux types : mesures de suppression d'impacts et mesures de réduction d'impacts. Intégrées dans la phase de conception du projet, elles permettent de garantir un impact minimal de l'aménagement.

Les mesures proposées sont les suivantes (MS : mesure de suppression, MR : mesure de réduction) :

Mesures de suppression d'impact

- **MS01 : Adaptation de la périodicité des travaux**

La période des travaux sera ajustée afin de ne pas perturber la reproduction des oiseaux. Rappelons que la majeure partie des oiseaux sont protégés par l'arrêté du 29 octobre 2009 qui stipule que les individus, les œufs et les nids sont strictement protégés. Les mois critiques à éviter sont situés entre mars et début juillet (ils correspondent à la période de nidification). Nous préconisons ainsi de ne pas réaliser de travaux de défrichement et de terrassement sur les secteurs arbustifs et arborés entre les mois de mars et juillet.

Les effets attendus de cette mesure sont d'éviter tout risque de destruction des nids et des œufs des espèces protégées nichant sur la zone impactée directement par l'emprise du projet.

La période de réalisation des travaux, notamment des terrassements, apparaît également importante à prendre en compte pour les insectes (Oedipode turquoise). Les œufs et les jeunes larves étant non mobiles, ces phases sont exposées lors des travaux du sol. Afin de limiter l'impact sur cette espèce, il semble important de réaliser les travaux de terrassement du sol lorsqu'un maximum d'individus sont volants (phase adultes) et que les pontes n'ont pas encore eu lieu. L'intervention, au niveau des habitats favorables à l'oedipode turquoise, devra donc préférentiellement avoir lieu dans le courant du mois de juillet.

Mesures de réduction d'impact

- **MR01 : Contrôle des espèces invasives**

Il sera nécessaire d'éviter l'éventuelle dispersion des espèces végétales invasives en phase chantier (notamment lors de l'exportation des gravats et de la terre). Pour cela il est préférable d'éviter au maximum l'export de terre et de gravats. Si celui-ci doit être réalisé, la terre doit être contenue dans des systèmes clos (camions bâchés) et subir un traitement permettant la destruction de l'ensemble des propagules.

Les surfaces mises à nu seront à surveiller pour éviter une expansion des espèces végétales invasives. Les repousses seront contenues, dans la mesure du possible, par l'entretien de la zone identifiée.

- **MR02 Ajustement temporel de la destruction des habitats du Lézard des murailles**

La présence d'une population de Lézards des murailles a été détectée sur l'aire d'étude. Afin d'éviter la destruction d'individus en phase travaux. Il peut être envisagé de procéder à une destruction des sites de présence de l'espèce en fin d'été (période d'activité des animaux mais reproduction terminée). Cette mesure permettrait à la population de se répartir sur les espaces favorables alentours sans impacter les individus en phase sensible (œufs, jeunes, individus en léthargie). Elle sera combinée à la mesure d'accompagnement A05, permettant de recréer des conditions favorables pour le maintien de l'espèce (recréation d'habitats).

- **MR 03 : Réduction de la destruction d'individus de Lézard des murailles**

Dans le cas où l'ajustement temporel des travaux de destruction des habitats du Lézard ne pourrait être mis en place, et afin de limiter le risque de destruction d'individus au cours du chantier, une opération de capture-déplacement pourrait être réalisée avant le démarrage du chantier. Cette mesure sera précisée en cas de nécessité par la définition d'un cahier des charges précis.

- **MR 04 : Produits utilisés lors du chantier et contrôle des polluants**

Tous les produits nécessaires pour les travaux (huiles, boues, solvants…) seront biodégradables.

Les substances non naturelles et polluantes ne seront pas rejetées dans le milieu naturel et seront retraitées par des filières appropriées. Dans ce but, il pourra être mis en place une filière de récupération des produits/matériaux usagers. Les terres souillées seront aussi évacuées/retraitées et des analyses seront réalisées pour vérifier la non pollution des sols.

- **MR 05 : Prévention des risques de pollution accidentelle**

Les zones de stockage des lubrifiants et hydrocarbures utilisés par les engins de chantier seront étanches et confinées (plate-forme étanche avec rebord ou container permettant de recueillir un volume liquide équivalent à celui des aires de stockage). Les lubrifiants et hydrocarbures utilisés par les engins de chantier seront stockés dans des réservoirs en bon état, sur une aire de stockage imperméable et à l'abri des intempéries. Les réservoirs seront également équipés d'un bac de rétention (en cas de fuite). Des équipements seront mis à disposition pour limiter une dispersion en cas de fuite (par exemple des boudins absorbants). Le personnel utilisant ces produits sera formé sur leurs conditions de stockage et d'utilisation.

- **MR 06 : Limiter la circulation des engins de chantier**

Dans la mesure du possible, il est recommandé d'éviter de multiplier les chemins d'accès aux travaux et de constituer ces derniers d'une voie unique (pas de zones de croisement, ni de zone de retournement). Cela permettra de canaliser la circulation des engins durant la phase des travaux et donc de limiter une dégradation plus importante du sol.

- **MR 07 : Mise en place d'une base travaux**

La base travaux sera aménagée au sein des emprises prévues pour le chantier. Elle accueillera les baraquements mobiles (poste de contrôle et de surveillance, salles de repos, vestiaires et salles de réunion, sanitaires), l'aire de stationnement des engins, les aires individualisées pour le stockage des matériaux et

fournitures,…. Elle devra être localisée en dehors des zones identifiées comme sensible pour la faune et la flore.

Cette aire sera étanchéifiée et un système de collecte des eaux de lessivage du chantier sera aménagé et débouchera sur un bassin de décantation permettant d'éviter que ces eaux souillées ne se diffusent dans le milieu naturel.

Cette base travaux sera située en retrait de tout cours d'eau ou étendue d'eau afin d'éviter d'éventuels déversements de polluants mais aussi hors de zones inondables pour des crues de période de retour décennale afin d'éviter l'emportement de véhicules, matériaux,… et la dégradation des milieux.

Les opérations de nettoyage, d'entretien, de réparation, de ravitaillement des engins et du matériel ainsi que le stockage des matériaux se feront exclusivement à l'intérieur de cette aire.

Après la réalisation des travaux, une remise en état du site devra être mise en œuvre. En fin de chantier, les mesures d'accompagnement comprendront l'effacement total des traces de chantier avec nettoyage, réhabilitation des aires utilisées par replantation et par mise en décharge des déchets produits ou déjà présents avant l'opération.

- **MR 08 : Gestion des déchets**

Les entreprises attributaires des travaux sont responsables du tri et de l'évacuation des déchets et emballages générés par le chantier. Les entreprises doivent ainsi s'engager à :

- organiser la collecte et le tri des déchets et emballages, en fonction de leur nature et de leur toxicité;
- conditionner hermétiquement ces déchets ;
- définir une aire provisoire de stockage quotidien des déchets générés par le chantier en vue de faciliter leur enlèvement ultérieure selon les filières appropriées ;
- prendre les dispositions nécessaires contre l'envol des déchets et emballages ;
- enfin, pour tous les déchets industriels spécifiques (DIS), l'entreprise établira ou fera établir un bordereau de suivi permettant notamment d'identifier le producteur des déchets (en l'occurrence le maître d'ouvrage), le collecteur-transporteur et le destinataire.

- **MR 09 : Mise en place d'un suivi environnemental de chantier**

Cette mesure consiste en la participation d'un ingénieur écologue à la phase de préparation des travaux ainsi qu'à la phase chantier afin de s'assurer que les aspects environnementaux soient bien considérés.

Elle peut se traduire par :

- la prise en compte des cycles biologiques pour établir les calendriers de chantiers (qui devront être intégrés dans les CCTP des marchés de travaux) ;
- la participation à l'élaboration du cahier des charges pour les entreprises ;
- la localisation des éléments à enjeux écologiques (espèces protégées, habitats d'espèces protégées, etc.) et éventuellement leur présentation aux entrepreneurs, à travers notamment de la cartographie précise (1/1000 à 1/5000) des groupements végétaux et des habitats d'espèces animales ou végétales identifiés comme patrimoniaux ;

- la validation des mesures mises en œuvre et la proposition des modifications en cours de travaux qui pourraient s'avérer nécessaires ;
- la formation et la sensibilisation du personnel responsable du chantier aux précautions à prendre, avec remise d'un document d'information destiné à tous les intervenants ;
- la vérification de la bonne conduite des travaux vis-à-vis des exigences environnementales, et la vérification de la prise en compte des mesures arrêtées dans l'étude d'impact et reprises dans l'arrêté d'autorisation des travaux.
- la définition des zones d'emprunt de matériaux, des pistes d'accès, des zones de dépôts, des abris et habitats de chantier, des sites de lavage et de stationnement des véhicules.
- la définition des zones de pompage et de rejet des eaux, ainsi que des dispositifs destinés à limiter l'impact des rejets sur le milieu naturel.
- la présence aux réunions de chantier pour un suivi à pied d'œuvre du bon déroulement des travaux et le cas échéant de pouvoir réagir en cas d'imprévu.
- L'assistance pour le démontage du chantier et la remise en état du site après travaux.

IX. APPRÉCIATION DES IMPACTS RÉSIDUELS APRÈS MESURES D'ATTÉNUATION

L'application des quelques mesures d'atténuation proposées permettra de réduire au minimum les impacts du projet sur la faune et la flore. Le tableau suivant présente les impacts résiduels après mis en place des mesures d'atténuation.

SYNTHESE DES IMPACTS RESIDUELS							
Groupe	**Elément considéré**	**Impacts**	**Contrainte réglementaire**	**Niveau d'impact**	**Mesures appliquées**	**Contrainte réglementaire résiduelle**	**Niveau d'impact résiduel**
En phase travaux : pour tous groupes, l'application des mesures de réductions d'impact MR04, MR05, MR06, MR07, MR08, MR9 est préférable.							
Flore et habitats naturels	Végétations nitrophile	Impact d'habitats naturels et par propagation d'espèces invasives	Non	**Faible**	-MR01	Non	**Faible**
	Aristoloche clématite Acinos des champs Scutellaire toque	Impact par destruction stations d'espèces remarquables	Non	**Modéré**	MR01	Non	**Faible**
Insectes	Oedipode turquoise	Impact par destruction d'individus	**Oui**	**Modéré**	MS01	**Oui**	**Faible**
		Impact par destruction d'habitat d'espèce		**Faible**	MS01		**Faible à nul**
Reptiles	Lézard des murailles	Impact par destruction d'individus	**Oui**	**Faible**	MR02, MR03	**Oui**	**Faible à nul**
		Impact par destruction d'habitat d'espèce		**Faible**	MR02	Non	**Faible**
Mammifères	Chiroptères	Impact par destruction d'individus	**Oui**	**Faible**	MS01	Non	**Nul**

SYNTHESE DES IMPACTS RESIDUELS							
Groupe	**Elément considéré**	**Impacts**	**Contrainte réglementaire**	**Niveau d'impact**	**Mesures appliquées**	**Contrainte réglementaire résiduelle**	**Niveau d'impact résiduel**
		Impact par dérangement	Non	**Faible**	MS01	Non	**Faible à nul**
Oiseaux	Oiseaux communs ou modérément patrimoniaux (Linotte mélodieuse, Fauvette grisette)	Impact par destruction d'individus	**Oui**	**Faible**	MS01	Non	**Faible à nul**
		Impact par destruction d'habitat d'espèce	Non	**Faible**	MS01	Non	**Faible à nul**
		Impact par dérangement	Non	**Faible**	MSO1	Non	**Faible à nul**
Poisson	Chabot, lamproie de Planer, lamproie Marine Anguille européenne, brochet, truite de rivière, vandoise, ide mélanotte	Impact par destruction d'individus	Non	**Nul**	MS01	Non	**Nul**
		Impact par destruction d'habitat d'espèce		**Faible**		Non	**Faible**
		Impact par dérangement		**Faible**	MSO1	Non	**Faible à nul**
En phase d'exploitation							
Insectes	Oedipode turquoise	Impact par dérangement par une gestion intensive	Oui	**Faible**	MR01	Oui	**Faible**
Reptiles	Lézard des murailles	Impact par dérangement	oui	**Faible**		oui	**Faible**

Certains impacts subsistent, mais restent faibles. La CREA souhaitant développer l'intégration des problématiques environnementales dans la conception de l'Ecoquartier, des mesures d'accompagnement sont donc proposées.

X. MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Les mesures d'accompagnements proposées permettent, en complément, d'améliorer les capacités d'accueil générales pour la faune et la flore. Les choix proposés dans les espèces arborées notamment pour la butte boisée ne sont pas adaptés au contexte du site. Le robinier faux-acacia, par exemple, est une plante invasive, Les espèces de pin sylvestre, frêne à fleur ne sont pas des espèces locales.

- **Mesure A01 : Mise en place de prairies sur les espaces mis à nu et aménagement des espaces verts avec des espèces ligneuses autochtones**

Sur les nouveaux espaces verts créés et surtout sur l'Ile 'sauvage », les semis monospécifiques de type ray-grass seront évités. A la place, il peut-être envisagé de travailler en faveur de l'installation de communautés végétales de type prairial, offrant des capacités d'accueil importantes pour la faune (insectes, oiseaux…) et pour la flore.

Des mélanges de graines provenant d'espèces autochtones seront sélectionnés et implantés en fin d'été. Le choix des espèces se fera en fonction de la qualité des sols et pourra notamment inclure les espèces présentées en annexe.

L'aménagement des espaces verts pourra être complété par l'implantation d'espèces ligneuses, tout en conservant d'importantes surfaces herbacées favorables, notamment, aux insectes. Ces espèces ligneuses seront choisies dans la liste des espèces autochtones présentées ci-après.

	Terrain sec	**Terrain humide et berges**
Arbres	Chêne pédonculé (*Quercus robur*) Tilleul (*Tilia cordata*) Érable champêtre (*Acer campestre*) Charme (*Carpinus betulus*)	Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) Frêne commun (*Fraxinus excelsior*) Saule blanc (Salix alba) Peuplier tremble (*Populus tremula*)
Arbustes	Noisetier (*Corylus avellana*) Aubépine (*Crataegus monogyna*) Troène (*Ligustrum vulgare*) Prunellier (*Prunus spinosa*) Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*)	Viorne obier (*Viburnum opulus*) Saule cendré (*Salix cinerea*) Saule marsault (*Salix caprea*) Bourdaine (*Frangula alnus*)

- **Mesure A02 : Création de parkings végétalisés**

L'aménagement de parkings végétalisés facilitent les connexions biologiques par rapport à un aménagement classique en bitume. Les parkings végétalisés peuvent être des éléments constitutifs de la trame verte urbaine. Ils sont ainsi susceptibles de favoriser le maintien de certaines espèces d'insectes.

Contrairement aux aires de stationnement bitumées, très souvent imperméables, les parkings végétalisés facilitent l'infiltration des eaux de pluie dans le sol. Ils évitent ainsi les surcharges du réseau d'assainissement par les eaux pluviales, donc l'engorgement des stations d'épuration. Par conséquent, on réduit les coûts de collecte et de traitement des eaux de ruissellement.

Économiquement, le coût d'un tel aménagement peut être de 10 à 15 fois moins cher qu'un aménagement classique en bitume.

Il existe plusieurs situations d'aménagement de parkings végétalisés. Ceux-ci peuvent être constitués en totalité de surfaces perméables (gazon dominant) ou être mixtes (bitume pour les voies et gazon pour les aires de stationnement).

- **Mesure A04 : Implantation d'un verger écologique**

Les vergers, notamment les ensembles haute tige, constituent des espaces particulièrement intéressants pour la faune et la flore. Ils jouent en effet un rôle important en tant que support au gîte ou à la nidification de nombreuses espèces animales. Constitués d'arbres au port élevé (tronc entre 1,8 et 2 mètres), espacés d'une dizaine de mètres, ils sont implantés sur des espaces herbacés de type prairiaux.

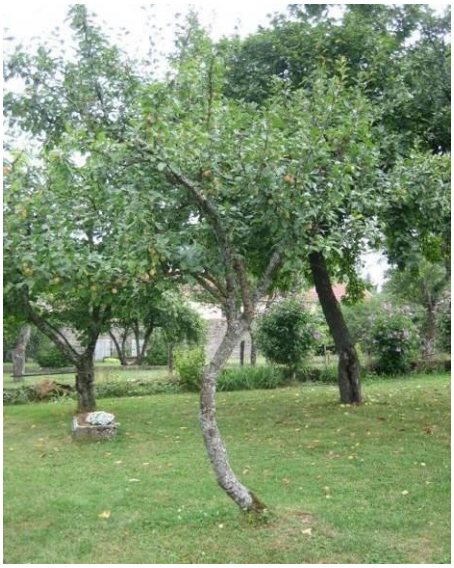
Ces milieux possèdent une diversité d'habitats complémentaires largement exploités par une flore et une faune variée. Les vieux arbres offrent notamment, en vieillissant, des cavités et fissures particulièrement attractives pour la faune cavernicole (insectes, oiseaux, chauve-souris). Sur le territoire de la presqu'ile Rollet, l'implantation d'un verger pourrait être particulièrement bénéfique pour l'avifaune.

La création d'un verger pourra se faire à partir de diverses espèces d'arbres fruitiers (pommier, poirier, cerisier…). On pourra favoriser des variétés anciennes qui tendent à disparaître.

Afin d'assurer l'intérêt de cet aménagement pour la biodiversité, une gestion écologique devra être mise en place. Celle-ci inclut notamment :

- Entretien par une fauche tardive (idéalement à la fin de l'été) ;
- Taille des arbres hors période de nidification des oiseaux (proscrire entre mars et juillet) ;
- Maintien des arbres à cavités ;
- Renouvellement des arbres en cas de mortalité ;
- Préférence pour la lutte biologique par rapport aux traitements chimiques.

L'implantation d'un verger partagé pourrait, en outre, avoir des implications pédagogiques, en lien notamment avec le concept de laboratoire écologique.



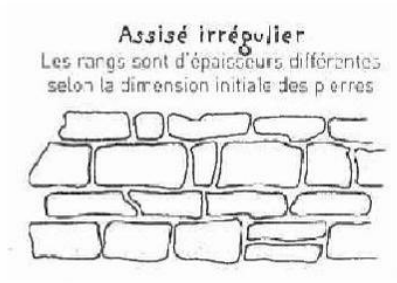
➢ **<u>Mesure A05 : Recréation d'habitats de substitution pour le Lézard des murailles</u>**

Au vu de la destruction d'habitats de l'espèce sur l'aire d'étude, il apparaît intéressant de proposer, dans le cadre de l'aménagement, l'intégration d'éléments favorables à ce reptile.

Ainsi, il est possible de recommander l'installation, en divers points de la ZAC, de murets de pierres sèches, éléments facilement colonisés par l'espèce.

On veillera notamment à respecter un certain nombre de principes pour garantir des capacités d'accueil optimales sur ce milieu :

- Ne pas utiliser de produits phytosanitaires ;
- Création de petites structures telles que tas de pierres et murs de pierres sèches (hauteur 1m - 1,20 m) dans des endroits bien ensoleillés ;
- Utiliser des pierres d'origine locale ;
- Les nettoyer si elles proviennent d'un autre mur ;
- Disposer les pierres de façon qu'elles ne bougent plus et que la face visible présente la stratification horizontale de la roche ;
- Ménager des rangs de tailles différentes permettant de maximiser la présence d'anfractuosités ;
- Combler certains espaces avec du sable.



Ces murets pourront notamment servir de support pour l'installation de bandes végétalisées.

Des structures de type gabion sont également favorables à l'espèce.

<u>Coût total de la mesure</u> : à inclure dans les aménagements publics et dans les fiches de lots

Exemples d'habitats favorables au Lézard des murailles

NB : Au vu de la taille restreinte des populations présentes, il ne semble pas nécessaire de procéder à un déplacement des individus.

XI. CONCLUSIONS

Les investigations conduites dans le cadre du diagnostic écologique du site ont permis de qualifier sa richesse écologique et de préciser les enjeux liés à la faune et à la flore.

Globalement, et au vu des habitats présents, les capacités d'accueil pour la faune et la flore sont relativement faibles. Peu d'enjeux écologiques ont pu être mis en évidence.

Plusieurs espèces protégées à l'échelle nationale ou régionale ont été observées sur le site : l'Oedipode turquoise, un reptile, le Lézard des murailles, et plusieurs espèces d'oiseaux. L'ensemble de ces espèces constituent des contraintes réglementaires pour le projet.

Au vu des milieux présents et de leurs capacités d'accueil relativement restreintes, le projet apparaît globalement peu impactant pour la faune et la flore. Quelques mesures de réduction et de suppression d'impacts peuvent être proposées pour éviter la destruction d'individus d'espèces et la conservation d'habitats favorables notamment en phase travaux.

Au titre des mesures compensatoires, des recréations d'habitats pour le Lézard des murailles (murets de pierres sèches) pourront être mises en place.

Dans un souci d'excellence environnementale au titre de la biodiversité, une attention particulière devra être portée sur le choix des espèces végétales choisies afin de proposer aux espèces une palette de milieux attractives et qualitative. Cette mesure sera particulièrement efficace si elle est accompagnée d'une lutte ciblée contre les espèces invasives.

En complément, ce projet d'écoquartier peut être une opportunité pour améliorer les conditions d'accueil pour la faune et la flore dans cet environnement urbanisé dégradé. Ainsi des mesures d'accompagnement telles que la mise en place de parkings enherbés, les murets de pierres sèches, les prairies ou le verger peuvent permettre une intégration optimale des problématiques écologiques sur le site.

Bibliographie

ACEMAV COLL., DUGUET R. & MELKI F., 2003. - *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*, Parthénope Collection, Biotope, Mèze, 480 p.

AGUILARD J. D', DOMMANGET J.-L., 1998 - *Guide des Libellules d'Europe et d'Afrique du Nord*, Delachaux & Niestlé, Lausanne, 463 p.

ARTHUR L. & LEMAIRE M., 1999. *Les chauves-souris maîtresses de la nuit*. D&N, 265 p.

ARTHUR, L. & LEMAIRE, M. 2009. *LES CHAUVES-SOURIS DE FRANCE, BELGIQUE, LUXEMBOURG ET SUISSE*. EDITIONS BIOTOPE, COLL. PARTHÉNOPE, 544P.

BARATAUD, M. 2002. *ACOUSTIC METHOD FOR EUROPEAN BAT IDENTIFICATION*. CD + BOOKLET 14P. SITTELLE PUBLISHER, MENS (FRANCE).

BELLMANN H., LUQUET G., 1995 - *Guide des Sauterelles, Grillons et Grillons d'Europe occidentale,* DELACHAUX & NIESTLÉ, LAUSANNE, 463 P.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004. – *Birds in the European Union: a status assessment.* Wageningen. Netherlands. BirdLife International.

BISSARDON M., GUIBAL L., RAMEAU J.C. (COORD.), 1997. *CORINE biotopes.* ENGREF, Nancy, 175 p.

BOUCHNER M., 1982. *Guide des traces d'animaux*. Hatier éd, Prague, 268 pp**.**

CHOPARD, L., 1951 - *Faune de France : Orthoptéroïdes*. Ed. Lechevalier, Paris, 359 p.

COMMISSION EUROPEENNE, 1999. *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne***,** 132 p.

CORAY, A. & THORENS, P., 2001 - *Orthoptera. Identification. Fauna Helvetica 5.* Centre suisse de cartographie de la faune. Neuchâtel (CH). 236 p.

CSRPN ILE-DE-FRANCE & DIREN ILE-DE-FRANCE, 2002. *Guide méthodologique pour la création de Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) en Ile-de-France*. Cachan éditions. DIREN Ile-de-France. 207 p.

DE MASSARY J.-C., LESCURE J. (SHF), 2006 – *Inventaire des amphibiens et reptiles d'Ile de France*, 37 p.

DEFAUT, B., 1999 - *Synopsis des Orthoptères de France.* Matériaux Entomocénotiques, n° hors série, deuxième édition, révisée et augmentée. 87 p.

DEFAUT, B., 2001 - *La détermination des Orthoptères de France – deuxième édition.* Ed. BD, Aynat, 09400. 85 p.

DOMMANGET J-L., 1987 – *Etude faunistique et bibliographique des odonates de France. Inventaire de Faune et de Flore*. M.N.H.N., Fascicule 36, Année 1987. 253 p.

DOMMANGET J-L., 1994 - *Atlas préliminaire des Odonates de France. Etat d'avancement au 31/12/93.* M.N.H.N., S.F.O. & Ministère de l'Env. Ed., 92 p.

DUPONT P., 1990.- *Atlas partiel de la flore de France*. Edition du Muséum National d'Histoire Naturelle, 442 p.

DUPONT P., 2002 - *Clé de détermination des espèces de Lépidoptères Rhopalocères. Complément aux guides d'identification du commerce***.** Stage Office Pour les Insectes et leur Environnement (OPIE) du 04/06/02 au 06/06/02.

DUQUET M. ET MAURIN H., 1992. *Inventaire de la faune de France*. Muséum National d'Histoire Naturelle et Nathan Éditeur, 415 p.

FIERS V., GAUVRIT B., GAVAZZI E., HAFFNER P., MAURIN H. & COLL., 1997, *Statut de la faune de France métropolitaine. Statuts de protection, degrés de menace, statuts biologiques.* Col. Patrimoines naturels, vol. 24. Paris, Service du patrimoine naturel/IEGB/MNHN, Réserves naturelles de France, Ministère de l'Environnement, 225 p.

GRAND D., BOUDOT J.-P., 2006 – *Les Libellules de France, Belgique et Luxembourg.* Biotope, Mèze, (COLLECTION PARTHÉNOPE), 480P.

GROUPE MAMMALOGIQUE NORMAND. 2004. *ATLAS DES MAMMIFÈRES SAUVAGES DE NORMANDIE : STATUT ET RÉPARTITION*. 306P.

GROUPE MAMMALOGIQUE NORMAND. 2009. *LES CHIROPTÈRES : PLAN INTERRÉGIONAL D'ACTIONS 2009-2012* – HAUTE ET BASSE-NORMANDIE.

JURZITZA, G., 1993 - *Libellules d'Europe. Europe centrale et méridionale***.** Ed. Delachaux & Niestlé, 191 p.

KOVACS JC. ET SIBLET JP. (1998). *Les Oiseaux nicheurs d'intérêt patrimonial en Ile-de-France*. Le PASSER, revue du CORIF. Vol. 35 : 107-117.

LAFRANCHIS, T., 2000 - *Les papillons de jour de France, Belgique et Luxembourg et leurs chenilles***.** Collection Parthénope, éditions Biotope, Mèze (France). 448 p.

LAMBINON J., DE LANGHE J.E., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J., 1992. N*ouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines*. Jardin botanique national de Belgique.1092 p.

LE MARECHAL P. ET LESAFFRE G. (2000*). Les Oiseaux d'Ile-de-France. L'avifaune de Paris et de sa région*. Delachaux et Niestlé. Lausanne. 343 pages**.**

MARTINIA, 2002 - *Inventaire cartographique des Odonates de France. Bilan 1982 – 2000. Tome 18, supplément 1 – juin 2002.* Société Française d'Odonatologie, Bois d'Arcy (France), 68p.

MEDD, 2004/2005. – *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*. 123 p.

MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRYSTUFEK B., REIJNDERS P.J.H, SPITZENBERGER F., STUBBE M. et al., 1999 - *The atlas of european mammals*. Poyser natural history, Londres, Poyser, 484 p.

MULLER S., 2004. *Plantes invasives en France***.** Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 168 p.

MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE, WWF (1994) - *Le livre rouge, inventaire de la faune menacée en France*. Nathan, 176 p.

NAULLEAU G., C.N.R.S., 1987 – *Les Serpents de France*. Revue Française d'Aquariologie, extrait 11e année, 1984, fasc.3 et 4, 2e édition, 56p.

NAULLEAU G., C.N.R.S., 1990 – *Les Amphibiens de France*. Revue Française d'Aquariologie, extrait 17e année, 1990, fasc.3 et 4, 63p.

OLIVIER L., J.P. GALAND et H MAURIN, 1995. - *Livre Rouge de la flore menacée de France. Tome I : espèces prioritaires*. Muséum National d'Histoire Naturelle / Conservatoire Botanique National de Porquerolles / Ministère de l'Environnement. 486 p + annexes.

RAMEAU J.C. ET AL., 1989. *Flore Française Forestière – guide écologique illustré – Tome 1 : plaines et collines,* 1785 p.

ROCAMORA G. & YEATMAN-BERTHELOT D. - 1999 – *Oiseaux menacés et à surveiller en France*. Liste rouge et recherche de priorités. Populations / Tendances / Menaces / Conservation – Société d'Etudes Ornithologiques de France / Ligue pour la Protection des Oiseaux – 598 p.

ROCAMORA G., 1994. – *Les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux en France.* MATE, LPO, Birdlife International. 340 p.

ROUE S.Y. & BARATAUD M., 1999. *Habitats et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice.* Le Rhinolophe, vol. spéc. n° 2.

SARDET, E. & DEFAUT, B. (COORDINATEURS), 2004 - *Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques*. Matériaux Orthoptériques et Entomocénotiques, 9 : 125-137.

SCHOBER W. & GRIMMBERGER E., 1987. *Guide des chauves-souris d'Europe*. D & N. 223 p.

SOCIETE HERPETOLOGIQUE DE FRANCE, 1989 – Atlas *de répartition des Amphibiens et Reptiles de France*. SHF, Paris (France), 191p.

THIOLLAY J.M. & BRETAGNOLLE V. (COORD.), 2004. *Rapaces nicheurs de France – distribution, effectifs et conservation.* Delachaux & Niestlé. Paris. 176 p.

TOLMAN, T. & LEWINGTON, R., 1999 - *Guide des Papillons d'Europe et d'Afrique du nord***.** Ed. Delachaux & Niestlé, 320 p.

TUCKER G.M & HEALTH M.F., 1995. *Birds in Europe, Their Conservation Status.* Birdlife International. Cambridge, U.K, 600 p.

VOISIN J.-F. (COORD.), 2003. – *Atlas des Orthoptères (Insecta : Orthoptera) et des Mantidés (Insecta : Mantodea) de France. Patrimoines Naturels*, 60 : 104 p.

WENDLER A., NÜSS J.-H., 1994 – *Libellules Guide d'identification des Libellules de France, d'Europe septentrionale et centrale, Société Française d'Odonatologie*, 129 p.

YEATMAN-BERTHELOT D., (1995). *Nouvel atlas des oiseaux nicheurs de France*. Société Ornithologique de France. Paris, 776p.

Annexes

Annexe 1 Liste des espèces végétales recensées sur l'aire d'étude (BIOTOPE, Avril 2010)

Légende du tableau :

Stat. HN (Statut en Haute Normandie) :
- I = taxon indigène
- Z = taxon eurynaturalisé

Rar. HN (Rareté régionale) :
- RR = très rare
- R = taxon rare
- AR = assez rare
- PC = peu commun
- C = commun
- CC = très commun

Men HN (Menace régionale) :
- CR = taxon gravement menacé d'extinction.
- VU = taxon vulnérable
- EN = taxon menacé d'extinction
- NT = taxon quasi-menacé
- LC = taxon de préoccupation mineure
- DD = taxon insuffisamment documenté.

Patrim. HN (Intérêt patrimonial au niveau régional) :
oui = plante d'intérêt patrimonial

Réglementation :

C0 = taxon inscrit dans l'Arrêté du 13 octobre 1989 (Réglementation de la cueillette)
A2<>6;C(1) = Protection CITES

L. rouge :
R = inscrit à la liste rouge régionale

Espèces végétales rencontrées en 2011

Taxon	Nom commun	Stat. HN	Rar. HN	Men. HN	Us. cult. HN	Freq. cult. HN	Patrim. HN	Invas. HN	Legisl.	L. rouges
Acer pseudoplatanus L.	Érable sycomore [Sycomore]	I(NSC)	CC	LC	spj	?				
Achillea millefolium L.	Achillée millefeuille	I(C)	CC	LC	p	?				
Acinos arvensis (Lam.) Dandy	Acinos des champs (s.l.) [Calament acinos]	I	R	LC			oui			
Agrimonia eupatoria L.	Aigremoine eupatoire	I	CC	LC						
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.	Aulne glutineux	I(NSC)	C	LC	sp	?				
Anchusa azurea Mill.	Buglosse d'Italie	C(SA)	?	H	j	?				
Angelica sylvestris L.	Angélique sauvage	I	C	LC						
Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.	Arabidopside de Thalius	I	C	LC						
Arctium lappa L.	Bardane à grosses têtes [Grande bardane]	I	AC	LC						
Arctium minus (Hill) Bernh.	Bardane à petits capitules (s.l.) [Petite bardane]	I	C	LC						
Arenaria serpyllifolia L.	Sabline à feuilles de serpolet (s.l.)	I	C	LC						
Aristolochia clematitis L.	*Aristoloche clématite [Sarrasine]*	*I*	*R*	*NT*			*oui*			

Espèces végétales rencontrées en 2011

Taxon	Nom commun	Stat. HN	Rar. HN	Men. HN	Us. cult. HN	Freq. cult. HN	Patrim. HN	Invas. HN	Legisl.	L. rouges
Arrhenatherum elatius (L.) Beauv. ex J. et C. Presl subsp. *elatius*	Fromental élevé [Fromental]	I	CC	LC						
Artemisia vulgaris L.	Armoise commune [Herbe à cent goûts]	I	CC	LC						
Asplenium scolopendrium L.	Doradille scolopendre [Scolopendre ; Langue de cerf]	I	AC	LC						
Aster salignus Willd.	Aster à feuilles de saule	N?S(C)	?	H	j	?		P		
Atriplex prostrata Boucher ex DC.	Arroche hastée (s.l.)	I	C	LC						
Barbarea vulgaris R. Brown	Barbarée commune (s.l.)	I	AC	LC						
Bellis perennis L.	Pâquerette vivace	I(SC)	CC	LC	pj	C				
Betula pendula Roth	Bouleau verruqueux	I(NC)	CC	LC	pj	C				
Bidens frondosa L.	Bident à fruits noirs	Z	R	ZLC				P		
Brassica napus L.	Chou navet (s.l.)	SAC(N?)	C	H	ia	CC				
Bromus sterilis L.	Brome stérile	I	CC	LC						
Buddleja davidii Franch.	Buddléie de David [Arbre aux papillons]	Z(SC)	PC	ZLC	pj	AC?		A		
Calamagrostis epigejos (L.) Roth	Calamagrostide commune	I	AC	LC						
Calystegia sepium (L.) R. Brown	Calystégie des haies [Liseron des haies]	I	CC	LC						
Capsella bursa-pastoris (L.) Med.	Capselle bourse-à-pasteur [Bourse-à-pasteur]	I	CC	LC						
Carex hirta L.	Laîche hérissée	I	AC	LC						
Cerastium fontanum Baumg.	Céraiste des fontaines (s.l.)	I	CC	LC						
Cerastium glomeratum Thuill.	Céraiste aggloméré	I	CC	LC						
Chelidonium majus L.	Chélidoine éclaire	I	C	LC						
Chenopodium album L.	Chénopode blanc (s.l.)	I	CC	LC						
Cirsium arvense (L.) Scop.	Cirse des champs	I	CC	LC						
Cirsium vulgare (Savi) Ten.	Cirse commun	I	CC	LC						
Clematis vitalba L.	Clématite des haies [Herbe aux gueux]	I	CC	LC						

Espèces végétales rencontrées en 2011

Taxon	Nom commun	Stat. HN	Rar. HN	Men. HN	Us. cult. HN	Freq. cult. HN	Patrim. HN	Invas. HN	Legisl.	L. rouges
Conyza canadensis (L.) Cronq.	Conyze du Canada	Z	CC	ZLC				A		
Cornus sanguinea L.	Cornouiller sanguin	I(C)	CC	LC	pj	?				
Corylus avellana L.	Noisetier commun [Noisetier ; Coudrier]	I(S?C)	CC	LC	pj	C				
Crataegus monogyna Jacq.	Aubépine à un style	I(NC)	CC	LC	pj	AR				
Crepis capillaris (L.) Wallr.	Crépide capillaire	I	CC	LC						
Cymbalaria muralis P. Gaertn., B. Mey. et Scherb.	Cymbalaire des murs (s.l.) [Cymbalaire ; Ruine de Rome]	Z	C	ZLC						
Dactylis glomerata L.	Dactyle aggloméré	I(NC)	CC	LC	ap	?				
Daucus carota L.	Carotte commune (s.l.)	I(SC)	CC	LC	a	CC				
Dipsacus fullonum L.	Cardère sauvage [Cabaret des oiseaux]	I	C	LC						
Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P. Fuchs	Dryoptéride de la Chartreuse	I	AC	LC						
Echium vulgare L.	Vipérine commune [Vipérine]	I	AC	LC						
Epilobium angustifolium L.	Épilobe en épi [Laurier de Saint-Antoine]	I	C	LC						
Epilobium hirsutum L.	Épilobe hérissé	I	C	LC						
Erodium cicutarium (L.) L'Hérit.	Érodion à feuilles de ciguë (s.l.)	I	PC	LC						
Erophila verna (L.) Chevall.	Érophile printanière (s.l.) [Drave printanière]	I	CC	LC						
Eupatorium cannabinum L.	Eupatoire chanvrine	I	CC	LC						
Fallopia japonica (Houtt.) Ronse Decraene	Vrillée du Japon [Renouée du Japon]	Z(C)	C	ZLC	j	?		A		
Festuca arundinacea Schreb.	Fétuque roseau (s.l.)	I(NC)	C	LC	ap	?				
Festuca rubra L.	Fétuque rouge (s.l.)	I(C)	CC	LC	p	CC				Rp
Fraxinus excelsior L.	Frêne commun	I(NC)	CC	LC	spj	?				
Galium aparine L.	Gaillet gratteron	I	CC	LC						
Geranium dissectum L.	Géranium découpé	I	CC	LC						
Geranium molle L.	Géranium mou	I	CC	LC						
Geranium pusillum L.	Géranium fluet	I	AC	LC						
Geranium robertianum L.	Géranium herbe-à-Robert (s.l.)	I	CC	LC						

Espèces végétales rencontrées en 2011

Taxon	Nom commun	Stat. HN	Rar. HN	Men. HN	Us. cult. HN	Freq. cult. HN	Patrim. HN	Invas. HN	Legisl.	L. rouges
Gnaphalium uliginosum L.	Gnaphale des fanges	I	C	LC						
Hedera helix L.	Lierre grimpant (s.l.)	I(C)	CC	LC	j	AC?				
Hirschfeldia incana (L.) Lagrèze-Fossat	Hirschfeldie apprimée [Roquette bâtarde]	Z	R?	ZDD						
Holcus lanatus L.	Houlque laineuse	I	CC	LC						
Hordeum murinum L.	Orge queue-de-rat	I	AC	LC						
Humulus lupulus L.	Houblon grimpant [Houblon]	I	AC	LC						
Hypericum perforatum L.	Millepertuis perforé (s.l.) [Herbe à mille trous]	I	CC	LC						
Hypochaeris radicata L.	Porcelle enracinée (s.l.)	I	CC	LC						
Juncus conglomeratus L.	Jonc aggloméré	I	PC	LC						
Juncus effusus L.	Jonc épars	I	CC	LC						
Lactuca serriola L.	Laitue scariole	I(C)	C	LC	a	?				
Lamium album L.	Lamier blanc [Ortie blanche]	I	CC	LC						
Lathyrus latifolius L.	Gesse à larges feuilles [Pois vivace]	N(SC)	AR	H	j	?				
Lepidium campestre (L.) R. Brown	Passerage champêtre	I	PC	LC						
Leucanthemum vulgare Lam.	Leucanthème commune (s.l.) [Grande marguerite]	I	CC	LC						
Ligustrum vulgare L.	Troène commun	I(C)	CC	LC	pj	?				
Linaria vulgaris Mill.	Linaire commune [Linaire]	I	CC	LC						
Lolium perenne L.	Ivraie vivace [Ray-grass commun]	I(NC)	CC	LC	ap	CC				
Lycopus europaeus L.	Lycope d'Europe [Pied-de-loup]	I	AC	LC						
Lythrum salicaria L.	Salicaire commune	I(C)	C	LC	p	?				
Matricaria recutita L.	Matricaire camomille	I	C	LC						
Medicago lupulina L.	Luzerne lupuline [Minette ; Mignonnette]	I(C)	CC	LC	a	D?				
Medicago sativa L.	Luzerne cultivée	N(SC)	AC?	H	af	AC?				
Melilotus albus Med.	Mélilot blanc	I	PC?	DD						
Mentha aquatica L.	Menthe aquatique (s.l.)	I	C	LC						
Mentha suaveolens Ehrh.	Menthe crépue [Menthe à feuilles rondes]	I	AC	LC						
Mercurialis perennis L.	Mercuriale vivace	I	C	LC						

Espèces végétales rencontrées en 2011

Taxon	Nom commun	Stat. HN	Rar. HN	Men. HN	Us. cult. HN	Freq. cult. HN	Patrim. HN	Invas. HN	Legisl.	L. rouges
Myosotis arvensis (L.) Hill	Myosotis des champs (s.l.)	I	CC	LC						
Myosotis ramosissima Rochel ex Schult.	Myosotis rameux	I	PC	LC						
Oenothera glazioviana Micheli	Onagre à grandes fleurs	Z	?	ZDD						
Papaver rhoeas L.	Pavot coquelicot [Grand coquelicot]	I(C)	CC	LC	p	?				
Parietaria judaica L.	Pariétaire diffuse	I	PC	LC						
Pastinaca sativa L.	Panais commun (s.l.) [Panais]	IZ(C)	AC{AC,?}	LC{LC,DD}	a	R?				
Persicaria maculosa S.F. Gray, nom. conserv. propos.	[Renouée persicaire, Persicaire]	I	CC	LC						
Picris echioides L.	Picride fausse-vipérine	I	PC	LC						
Picris hieracioides L.	Picride fausse-épervière	I	C	LC						
Plantago lanceolata L.	Plantain lancéolé	I	CC	LC						
Plantago major L.	Plantain à larges feuilles (s.l.)	I	CC	LC						
Poa pratensis L.	Pâturin des prés (s.l.)	I(NC)	C	LC	p	AC?				
Poa trivialis L.	Pâturin commun (s.l.)	I(NC)	CC	LC	p	?				
Polygonum aviculare L.	Renouée des oiseaux (s.l.) [Traînasse]	I	CC	LC						
Polypodium vulgare L.	Polypode vulgaire	I	PC?	DD						
Potentilla reptans L.	Potentille rampante [Quintefeuille]	I	CC	LC						
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	Ptéridion aigle [Fougère aigle]	I	CC	LC						
Ranunculus bulbosus L.	Renoncule bulbeuse	I	C	LC						
Reseda lutea L.	Réséda jaune	I	C	LC						
Reseda luteola L.	Réséda gaude [Gaude]	I	AC	LC						
Robinia pseudoacacia L.	Robinier faux-acacia	NC	C	H	sp(j)	AC?		A		
Rosa canina L. s. str.	Rosier des chiens (s.str.)	I	?	DD						
Rubus fruticosus L.	Ronce frutescente	E?(I)	(?)	(DD)						
Rumex acetosella L.	Patience petite-oseille (s.l.) [Petite oseille]	I	AC	LC						
Rumex obtusifolius L.	Patience à feuilles obtuses (s.l.)	I	CC	LC						
Salix alba L.	Saule blanc	I(C)	AC	LC	pj	?				

Espèces végétales rencontrées en 2011

Taxon	Nom commun	Stat. HN	Rar. HN	Men. HN	Us. cult. HN	Freq. cult. HN	Patrim. HN	Invas. HN	Legisl.	L. rouges
Sambucus nigra L.	Sureau noir	I(NSC)	CC	LC	pj	?				
Scrophularia nodosa L.	Scrofulaire noueuse	I	C	LC						
Scutellaria galericulata L.	Scutellaire toque [Toque]	I	AR	NT			oui			
Sedum acre L.	Orpin âcre	I(C)	C	LC	p	E?				
Senecio inaequidens DC.	Séneçon du Cap	Z	PC	ZLC				A		
Senecio jacobaea L.	Séneçon jacobée [Jacobée]	I	CC	LC						
Senecio vulgaris L.	Séneçon commun	I	CC	LC						
Silene latifolia Poiret	Silène à larges feuilles (s.l.) [Compagnon blanc]	I	CC	LC						
Sisymbrium officinale (L.) Scop.	Sisymbre officinal [Herbe aux chantres]	I	CC	LC						
Solanum dulcamara L.	Morelle douce-amère	I	CC	LC						
Solanum nigrum L.	Morelle noire (s.l.)	I(A)	C	LC						
Sonchus oleraceus L.	Laiteron maraîcher	I	CC	LC						
Tanacetum vulgare L.	Tanaisie commune [Herbe aux vers]	I(C)	C	LC	j	?				
Torilis japonica (Houtt.) DC.	Torilis des haies	I	CC	LC						
Trifolium arvense L.	Trèfle des champs [Pied-de-lièvre]	I	R?	DD						
Trifolium dubium Sibth.	Trèfle douteux	I	C	LC						
Trifolium repens L.	Trèfle rampant [Trèfle blanc]	I(NSC)	CC	LC	afp	C?				
Tussilago farfara L.	Tussilage pas-d'âne [Tussilage]	I	C	LC						
Ulmus minor Mill.	Orme champêtre	I(NC)	CC	LC	p	?				
Urtica dioica L.	Ortie dioïque [Grande ortie]	I	CC	LC						
Verbascum thapsus L.	Molène bouillon-blanc [Bouillon blanc]	I	C	LC						
Verbena officinalis L.	Verveine officinale	I	C	LC						
Veronica persica Poiret	Véronique de Perse	I	CC	LC						
Viburnum opulus L.	Viorne obier	I(C)	C	LC	pj	C				
Vicia sativa L.	Vesce cultivée (s.l.)	I(SAC)	CC	LC	a	R				
Vulpia myuros (L.) C.C. Gmel.	Vulpie queue-de-rat	I	PC	LC						

Légende des statuts d'indigénat :
I : espèce indigène ; P : espèce plantée ; SNA : espèce naturalisée
Légende des statuts de rareté : AC : espèce assez commune ; C : espèce commune ; TC : espèce très commune

Annexe 2 : Liste des espèces d'oiseaux contactées pendant la période de reproduction sur l'aire d'étude en 2011

Espèce	Protection	Statut nicheur en France	Statut nicheur en Haute-Normandie
Accenteur mouchet *Prunella modularis*	PT	Nicheur commun	Nicheur commun
Bergeronnette grise *Motacilla alba*	PT	Nicheur commun	Nicheur commun
Corneille noire *Corvus corone*	C-GS	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*	PT	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Chevalier guignette *Actitis hypoleucos*	PT	Nicheur rare	Nicheur possible
Canard colvert *Anas platyrhynchos*	C-GE	Nicheur commun	Nicheur commun
Cygne tuberculé *Cygnus olor*	PT	Nicheur commun	Nicheur peu commun
Etourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*	**C-GS**	**Nicheur très commun**	**Nicheur très commun**
fauvette grisette *Sylvia communis*	**PT**	**Nicheur très commun**	**Nicheur très commun**
Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*	PT	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Faucon pèlerin *Falco peregrinus*	**PT**	**Nicheur peu commun**	**Nicheur très rare**
Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*	**PT**	**Nicheur commun**	**Nicheur peu commun**
Grive musicienne *Turdus philomelos*	C-OP	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Goéland marin *larus marinus*	PT	Nicheur peu commun	Nicheur rare
Goéland argenté *Larus argentatus*	PT	Nicheur commun	Nicheur peu commun
Goéland brun *Larus fuscus*	PT	Nicheur commun	Nicheur rare
Goéland leucophée *Larus michahellis*	PT	Nicheur commun	Nicheur occasionnel
Grand cormoran *Phalacrocorax carbo*	PT	Nicheur peu commun	Nicheur assez rare

Hypolaïs polyglotte *Hippolais polyglotta*	PT	Nicheur commun	Nicheur commun
Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*	**PT**	**Nicheur commun**	**Nicheur commun**
Mouette rieuse *Choirocephalus ridibundus*	PT	Nicheur commun	Nicheur rare
Moineau domestique *Passer domesticus*	**PT**	**Nicheur très commun**	**Nicheur très commun**
Espèce	Protection	Statut nicheur en France	Statut nicheur en Haute-Normandie
Merle noir *Turdus merula*	C-OP	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Mésange bleue *Cyanistes caerulus*	PT	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Mésange charbonnière *Parus major*	PT	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Mésange à longue queue *Aegithalos caudatus*	PT	Nicheur très commun	Nicheur commun
Martinet noir *Apus apus*	PT	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Pipit farlouse *Anthus pratensis*	PT	Nicheur très commun	Nicheur peu commun
Pie bavarde *Pica pica*	C-GS	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Pinson des arbres *Fringilla coelebs*	PT	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Pigeon biset féral *Columba livia*			
Pigeon ramier *Columba palumbus*	C-OP	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Rousserolle effarvatte *Acrocephalus scirpaceus*	PT	Nicheur commun	Nicheur peu commun
Rougegorge familier *Erithacus rubecula*	PT	Nicheur très commun	Nicheur très commun
Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros*	PT	Nicheur commun	Nicheur commun
Rossignol philomèle *Luscinia megarhynchos*	PT	Nicheur commun	Nicheur peu commun
Serin cini Serinus *serinus*	PT	Nicheur commun	Nicheur très commun
Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*	PT	Nicheur très commun	Nicheur commun

Traquet motteux *Oenanthe oenanthe*	PT	Nicheur peu commun	Nicheur disparu
Tourterelle turque *Streptopelia decaocto*	C-OP	Nicheur très commun	Nicheur commun
Vanneau huppé *Vanellus vanellus*	C- GE-0P	Nicheur commun localisé	Nicheur assez rare
Verdier d'Europe Carduelis chloris	PT	Nicheur commun	Nicheur commun

PT : Protection Totale, C-OP : Chassable en tant qu'Oiseau de Passage C-GS : Chassable en tant que Gibier Sédentaire C-GE : Chassable en tant que Gibier d'Eau

Annexe 3 : liste des espèces végétales utilisables pour l'implantation de communautés prairiales sur sol remanié

LISTE D'ESPECES DE PRAIRIES POUR LE SEMIS			
Nom français	**Nom latin**	**Couleur des fleurs**	**Taille**
Achillée millefeuille	*Achillea millefolium*	Blanc	15-50cm
Achillée sternutatoire	*Achillea ptarmica*	Blanc	30-60cm
Aigremoine eupatoire	*Agrimonia eupatoria*	Jaune	30-120cm
Angélique sauvage	*Angelica sylvestris*	Blanc	75-200cm
Bétoine officinale	*Stachys officinalis*	Mauve	30-80cm
Bleuet des champs	*Centaurea cyanus*	Bleu	20-80cm
Bouillon blanc	*Verbascum thapsus*	Jaune	50-200 cm
Brunelle	*Prunella vulgaris*	Mauve	5-25cm
Cabaret des oiseaux	*Dipsacus fullonum*	Lilas	70-180cm
Caille-lait blanc	*Galium mollugo*	Blanc	30-60cm
Caille-lait jaune	*Galium verum*	Jaune	10-50cm
Carotte sauvage	*Daucus carota*	Blanc	20-80cm
Centaurée de Thuillier	*Centaurea thuillieri*	Mauve	20-100cm
Centaurée scabieuse	*Centaurea scabiosa*	Mauve	30-100cm
Cerfeuil sauvage	*Anthriscus sylvestris*	Blanc	40-120cm
Chrysanthème des moissons	*Chrysanthemum segetum*	Jaune	30-60cm
Clinopode	*Clinopodium vulgare*	Mauve	20-40cm
Compagnon blanc	*Silene latifolia subsp. alba*	Blanc	30-90cm
Coquelicot	*Papaver rhoeas*	Rouge	30-60cm
Digitale pourpre	*Digitalis purpurea*	Mauve	30-150cm
Eupatoire à feuille de chanvre	*Eupatorium cannabinum*	Rose	80-150cm
Silene Fleurs de coucou	*Silene flos-cuculi*	Rose	25-80cm
Gaude	*Reseda luteola*	Jaunâtre	50-100cm
Géranium des pyrénées	*Geranium pyrenaicum*	violet	20-60cm
Geranium des prés	*Geranium pratense*	Mauve	20-80cm
Germandrée scorodoine	*Teucrium scorodonia*	Blanchâtre	30-60cm

LISTE D'ESPECES DE PRAIRIES POUR LE SEMIS			
Nom français	**Nom latin**	**Couleur des fleurs**	**Taille**
Iris jaune	*Iris pseudacorus*	Jaune	40-150cm
Knautie des champs	*Knautia arvensis*	Mauve	20-80cm
Léontodon hispide	*Leontodon hispidus*	Jaune	15-40cm
Linaire	*Linaria vulgaris*	Jaune	30-90cm
Marguerite des prés	*Leucanthemum vulgare*	Blanc	30-60cm
Mauve musquée	*Malva moschata*	Rose	30-70cm
Millepertuis à feuille perforée	*Hypericum perforatum*	Jaune	25-50cm
Molène noire	*Verbascum nigrum*	Jaune	60-150cm
Onagre bisannuel	*Oenothera biennis*	Jaune	60-150cm
Origan	*Origanum vulgare*	Rose	20-40cm
Petite pimprenelle	*Sanguisorba minor*	Vert	15-60cm
Plantain lancéolé	*Plantago lanceolata*	Blanc	10-45cm
Porcelle enracinée	*Hypochaeris radicata*	Jaune	15-45cm
Réséda jaune	*Reseda lutea*	Jaune	20-60cm
Renoncule âcre	*Ranunculus acris*	Jaune	30-80cm
Salicaire	*Lythrum salicaria*	Rose	60-150cm
Salsifis des prés	*Tragopogon pratensis*	Jaune	30-70cm
Saponaire officinale	*Saponaria officinalis*	Blanc	40-70cm
Saxifrage granulé	*Saxifraga granulata*	Blanc	10-40cm
Silène enflé	*Silene vulgaris*	Blanc	30-60cm
Succise des prés	*Succisa pratensis*	Mauve	30-80cm
Tanaisie	*Tanacetum vulgare*	Jaune	60-120cm
Valériane officinale	*Valeriana officinale*	Rose	30-150cm
Véronique à feuille de chêne	*Veronica chamaedrys*	Bleu	10-30cm
Vipérine	*Echium vulgare*	Mauve	20-120cm