

EOLE - PROLONGEMENT DU RER E A L'OUEST

TRONÇON HAUSSMANN-SAINT-LAZARE / NANTERRE

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L. 214-1 ET SUIVANTS DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

Tome 2 : Incidences et Mesures



TABLEAU DE SUIVI DES MODIFICATIONS

Date	Modifications
11.06.2014	Version initiale du dossier
11.06.2015	Intégration des compléments demandés par la Police de l'Eau (octobre et novembre 2014) : • Précisions apportées sur les tomes 1, 2 et 3. • Actualisation de la Note sur les hypothèses de construction et de calage du modèle (Tome 3 Annexe 5) • Actualisation de la modélisation hydraulique (Tome 3 Annexe 20) Mémoire en réponse à l'Autorité environnementale

ORGANISATION DU DOCUMENT

TOME 1 : PIECES DE PRESENTATION DU PROJET

TOME 2 : DOCUMENT D’INCIDENCES, MOYENS DE SURVEILLANCE ET D’INTERVENTION

Pièce n°4 : Document d’incidence 9

Pièce n°5 : Moyens de surveillance et d’intervention 167

TOME 3 : PIECES GRAPHIQUES ET ANNEXES

TOME 4 : ÉTUDE D’IMPACT ACTUALISEE

SOMMAIRE DU TOME 2

PIECE N°4 : DOCUMENT D'INCIDENCE 9

1. Analyse de l'état initial du périmètre 11

1.1	Contexte physique.....	12
1.1.1	Contexte climatique.....	12
1.1.2	Relief et contexte topographique.....	14
1.1.3	Contexte géologique.....	15
1.2	Les eaux souterraines.....	22
1.2.1	Contexte hydrogéologique.....	22
1.2.2	Masses d'eaux souterraines concernées par le projet.....	22
1.2.3	La Directive Cadre sur l'Eau et les objectifs de qualité et de quantité des masses d'eaux souterraines.....	24
1.2.4	Qualité des eaux souterraines.....	25
1.2.5	Niveaux piézométriques attendus le long du tracé.....	27
1.2.6	Synthèse des enjeux liés aux eaux souterraines.....	29
1.3	Les masses d'eaux superficielles.....	30
1.3.1	Réseau hydrographique concerné.....	30
1.3.2	Masses d'eaux superficielles et objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau.....	30
1.3.3	Fonctionnement hydrologique.....	33
1.3.4	Qualité des eaux superficielles.....	34
1.3.5	Qualité des sédiments de la Seine à Courbevoie.....	39
1.3.6	Synthèse des enjeux liés aux eaux superficielles.....	40
1.4	Le risque inondation.....	41
1.4.1	Généralités.....	41
1.4.2	Outils de prévention contre le risque inondation sur le territoire.....	41
1.4.3	La directive inondation.....	42
1.4.4	Localisation des zones exposées au risque inondation.....	43
1.4.5	Synthèse des enjeux liés au risque inondation.....	43
1.5	Les milieux naturels, aquatiques et humides.....	46
1.5.1	Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique.....	48
1.5.2	Les Sites Natura 2000.....	49
1.5.3	Les zones humides potentielles et avérées du territoire.....	53
1.5.4	Les milieux aquatiques.....	56
1.5.5	Synthèse des enjeux.....	65
1.6	Les usages de l'eau.....	66
1.6.1	Alimentation en eau potable.....	66
1.6.2	Prélèvements et usages industriels.....	70
1.6.3	Autres usages de la ressource en eau souterraine.....	70
1.6.4	Activités de tourisme et de loisirs liés à l'eau.....	71
1.6.5	Navigation.....	71

1.6.6	Synthèse des enjeux liés aux usages de l'eau.....	73
1.7	Documents de planification.....	74
1.7.1	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE).....	74
1.7.2	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE).....	76
1.7.3	Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE).....	77

2. Évaluation des incidences sur la ressource en eau souterraine 79

2.1	Evaluation des Incidences sur les niveaux piézométriques et les écoulements souterrains et mesures associées.....	79
2.1.1	En phase travaux.....	79
2.1.2	En phase exploitation.....	96
2.2	Evaluation des Incidences sur la qualité des eaux souterraines et mesures associées.....	100
2.2.1	En phase travaux.....	100
2.2.2	En phase exploitation.....	105

3. Évaluation des Incidences sur les eaux superficielles 106

3.1	Evaluation des Incidences sur les écoulements superficiels et mesures associées.....	106
3.1.1	En phase travaux.....	106
3.1.2	En phase exploitation.....	113
3.2	Evaluation des Incidences sur la qualité des eaux superficielles et mesures associées.....	115
3.2.1	En phase travaux.....	115
3.2.2	En phase exploitation.....	125

4. Évaluation des Incidences sur les milieux aquatiques 128

4.1	Evaluation des Incidences sur la faune et la flore aquatique et mesures associées.....	128
4.1.1	Effets de l'élargissement du pont rail à Rosa Parks et mesures associées.....	128
4.1.2	Effet de la mise en place du Port fluvial à Courbevoie et mesures associées.....	129
4.1.3	Effet des rejets d'eaux d'exhaure sur les milieux aquatiques en Seine.....	136
4.1.4	Synthèse des effets du projet sur la faune et la flore aquatique.....	137
4.2	Evaluation des Incidences sur les zones humides et mesures associées.....	138

5. Évaluation des incidences sur les zones Natura 2000..... 139

5.1.1	Description du site.....	139
5.1.2	Enjeux et Vulnérabilité du site.....	139
5.1.3	Évaluation des incidences du projet.....	140
5.1.4	Synthèse des incidences et mesures.....	142

6. Évaluation des incidences sur les usages et activités liés à l'eau 143

6.1	Evaluation des Incidences sur la navigation et mesures associées.....	143
6.1.1	En phase travaux.....	143
6.1.2	En Phase Exploitation.....	145
6.2	Evaluation des Incidences sur l'alimentation en eau potable et mesures associées.....	146
6.2.1	En phase travaux.....	146
6.2.2	En phase exploitation.....	147
6.3	Evaluation des Incidences sur les autres exploitations de la ressource en eau et mesures associées.....	148
6.3.1	En phase travaux.....	148
6.3.2	En phase exploitation.....	150
6.4	Evaluation des Incidences sur les réseaux d'assainissement et mesures associées.....	151
6.4.1	En phase travaux.....	151

6.4.2	En phase exploitation	151
6.5	Evaluation des Incidences sur les autres activités nautiques et mesures associées	153
6.5.1	Incidences en phase travaux.....	153
6.5.2	Incidences en phase exploitation	153
6.6	Synthèse des incidences sur les usages de l'eau et mesures.....	154
6.6.1	En phase travaux.....	154
6.6.2	En phase exploitation	154
7.	Compatibilité avec les documents de planification dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques	155
7.1	Compatibilité avec le SDAGE Seine-Normandie	155
7.2	Compatibilité avec les SAGE de l'aire d'étude.....	157
7.3	Compatibilité avec le SRCE.....	157
7.4	Compatibilité avec les PPRI.....	157
7.4.1	Compatibilité avec le PPRI de Paris.....	157
7.4.2	Compatibilité avec le PPRI des Hauts de Seine	159
7.5	Compatibilité avec le PGRI	161
8.	Synthèse des incidences du projet et des mesures prises afin de les éviter, les réduire ou les compenser.....	162
8.1	Synthèse des incidences du projet en phase travaux et des mesures associées	162
8.2	Synthèse des incidences du projet en phase exploitation et des mesures associées.....	166
PIECE N°5 : MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION		167
9.	Mesures de surveillance, d'entretien et d'intervention pendant les travaux	169
9.1	Mesures de surveillance, d'entretien et d'interventions communes à toutes les opérations.....	169
9.2	Mesures de surveillance, d'entretien et d'interventions spécifiques	169
9.2.1	Surveillance de la météorologie	169
9.2.2	Surveillance des crues de la Seine	169
9.2.3	Surveillance piézométrique de la nappe du Lutétien/Yprésien	169
9.2.4	Suivi de la qualité des eaux d'exhaure.....	170
9.2.5	Suivi de la qualité des eaux lors des dragages au droit du Port Fluvial.....	173
9.2.6	Suivi de la mesure compensatoire	173
9.2.7	Stabilité des plateformes ferroviaires	173
10.	Mesures de surveillance, d'entretien et d'intervention prévues en phase d'exploitation	174
11.	Mesures de surveillance, d'entretien et d'intervention prévues en cas d'accident	175
11.1	En phase chantier	175
11.2	En phase exploitation.....	175

PIECE N°4 : DOCUMENT D'INCIDENCE



1. Analyse de l'état initial du périmètre

Les informations fournies dans cette partie sont issues de l'étude d'impact réalisée en 2011 dans le cadre du « Dossier d'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique ». Elles sont complétées par de nouveaux éléments relatifs à la réalisation d'études complémentaires depuis 2011 permettant d'apporter des précisions/actualisations sur certains volets en développant spécifiquement les paramètres liés à l'eau et aux milieux aquatiques.

Les éléments présentés dans ce chapitre d'état initial sont généraux, à l'échelle de l'ensemble du périmètre du dossier. Certains zooms sont réalisés sur l'état initial au sein de la description des incidences si cela s'avère nécessaire à la bonne compréhension des incidences.

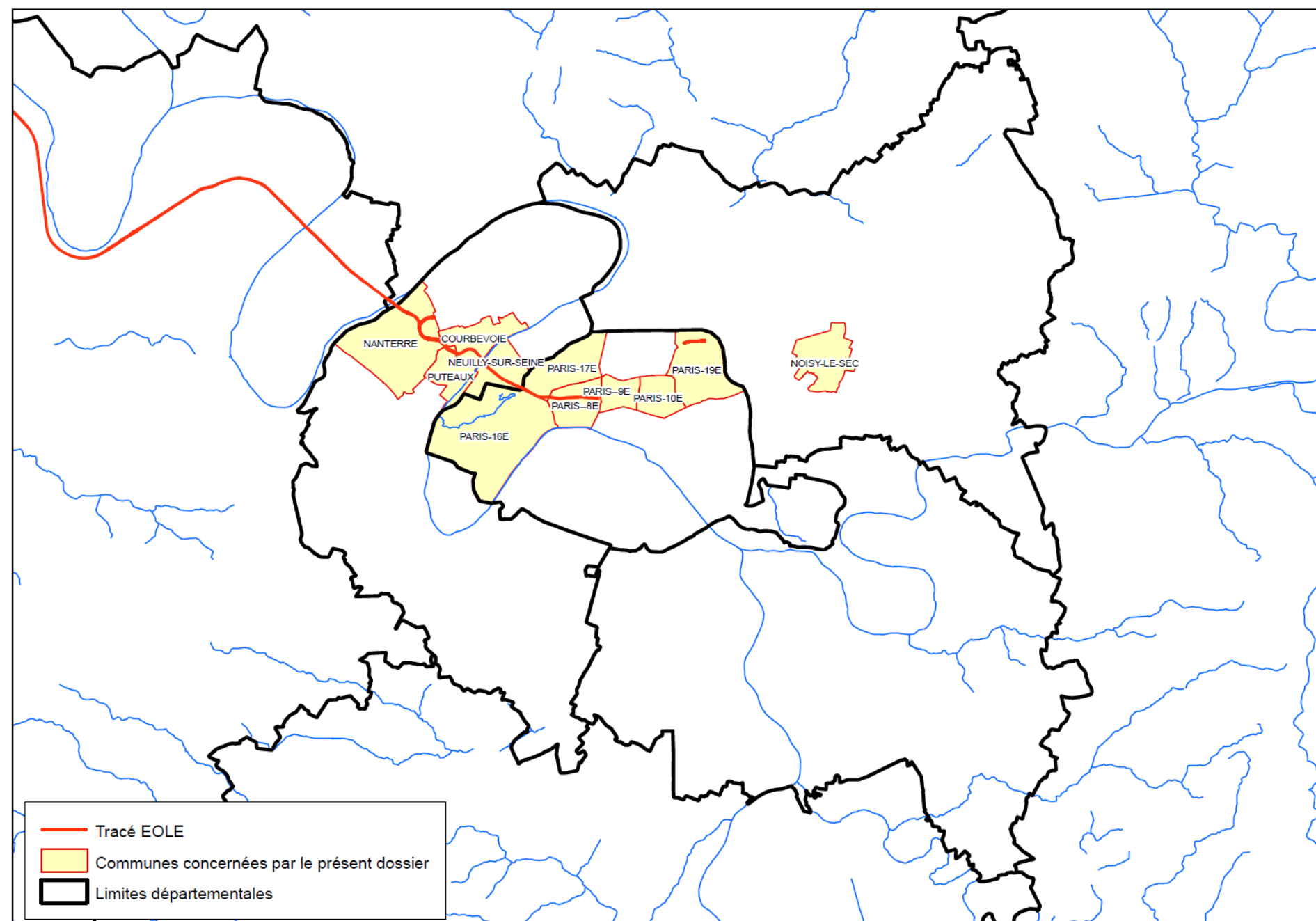


Figure 1 : Localisation des communes concernées par le présent dossier

1.1 CONTEXTE PHYSIQUE

1.1.1 Contexte climatique

Le climat général auquel est soumise l'aire d'étude est celui que l'on rencontre dans toute la région parisienne, c'est-à-dire un **climat océanique dégradé**. Les influences océaniques sont prépondérantes mais altérées par l'éloignement du littoral (situé à environ 500 km à l'Ouest) et, par conséquent, elles se teintent d'une nuance continentale.

La station météorologique de Paris-Montsouris (75), est la plus représentative de la zone d'étude. L'étude climatique se base donc sur les relevés météorologiques de cette station entre 1971 et 2000. Elle se situe à 5 km du Centre de Paris et à environ 6 km de la gare Saint-Lazare, à une altitude de 75 m.

1.1.1.1 Températures

Les tableaux suivants présentent les principales données concernant les températures observées sur cette station sur la période 1971-2000.

Station	Mois le plus froid	Journée la plus froide sur 1971-2000	Nombre de jours de gel par an
Paris-Montsouris	Janvier Température moyenne : 4,7°C	17 janvier 1985 (-13,9°C)	24 jours (dont 3 jours avec des températures < -5°C).

Station	Mois le plus chaud	Journée la plus chaude sur 1971-2000	Nombre de jours >25°C par an
Paris-Montsouris	Juillet/Août Température moyenne : 20 °C	11 août 1998 (37,3°C)	43 jours (dont 9 jours avec des températures > 25°C).

D'une façon générale, les hivers sont relativement doux à frais et les étés sont assez chauds.

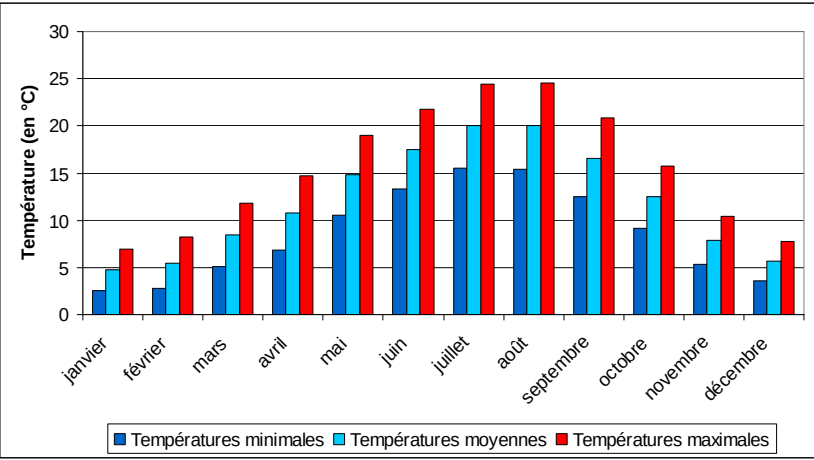


Figure 2 : Températures mensuelles minimales, moyennes et maximales sur la période 1971-2000 à Paris-Montsouris
Source : Météo France - Station de Paris-Montsouris

Enfin, de nombreuses études ont permis de démontrer la présence d'un îlot de chaleur centré sur les grandes villes densément urbanisées, et qui pourrait être accentué par le réchauffement climatique

général. Le développement de l'urbanisation provoque une augmentation de la température et une baisse du nombre de jours de brouillard. La différence de température entre Paris Montsouris et Trappes dépasse presque 1,5° C en moyenne annuelle, ce qui est non négligeable.

1.1.1.2 Précipitations

Les précipitations sont peu abondantes. Sur la période 1971-2000, elles se caractérisent de la manière suivante.

Station	Moyenne annuelle des précipitations	Nombre moyen de jours de pluie	Nombre de jours de pluie >10mm par an	Hauteur max de précipitations en 24h
Paris-Montsouris	650 mm	111	16	95.7 mm 24 août 1987

Les précipitations du territoire restent modérées au regard de la moyenne nationale (de l'ordre de 750 mm).

Comme illustré sur la figure suivante, les précipitations sont réparties de manière relativement égale toute l'année. Elles sont fréquentes et plutôt modérées. On ne trouve ni période de sécheresse ni fort épisode pluvieux. On compte ainsi 7 à 12 jours de pluie par mois (minimum en août et maximum en mai). De même, il existe peu d'épisodes pluvieux de forte importance, avec un maximum de 2 jours par mois de précipitations supérieures à 10 mm.

Les graphiques ci-dessous précisent les moyennes mensuelles des températures et des précipitations sur la période 1971-2000 relevées à la station de Paris-Montsouris (75).

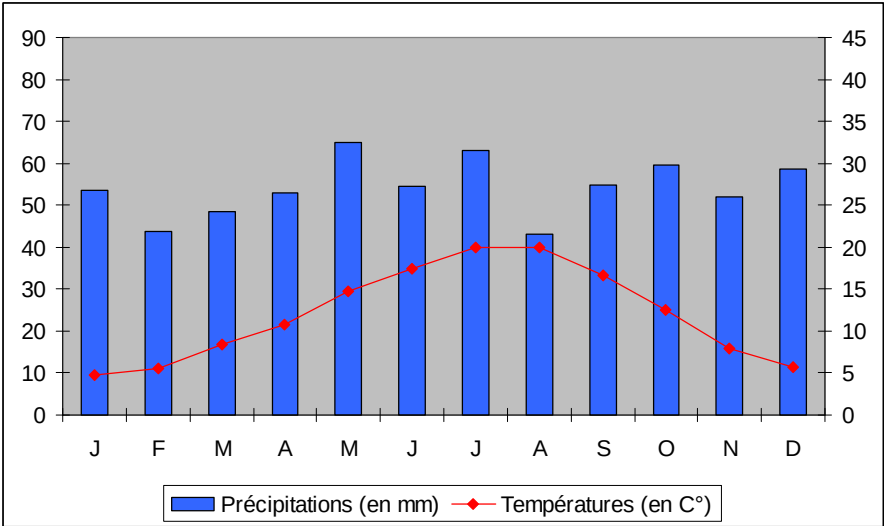


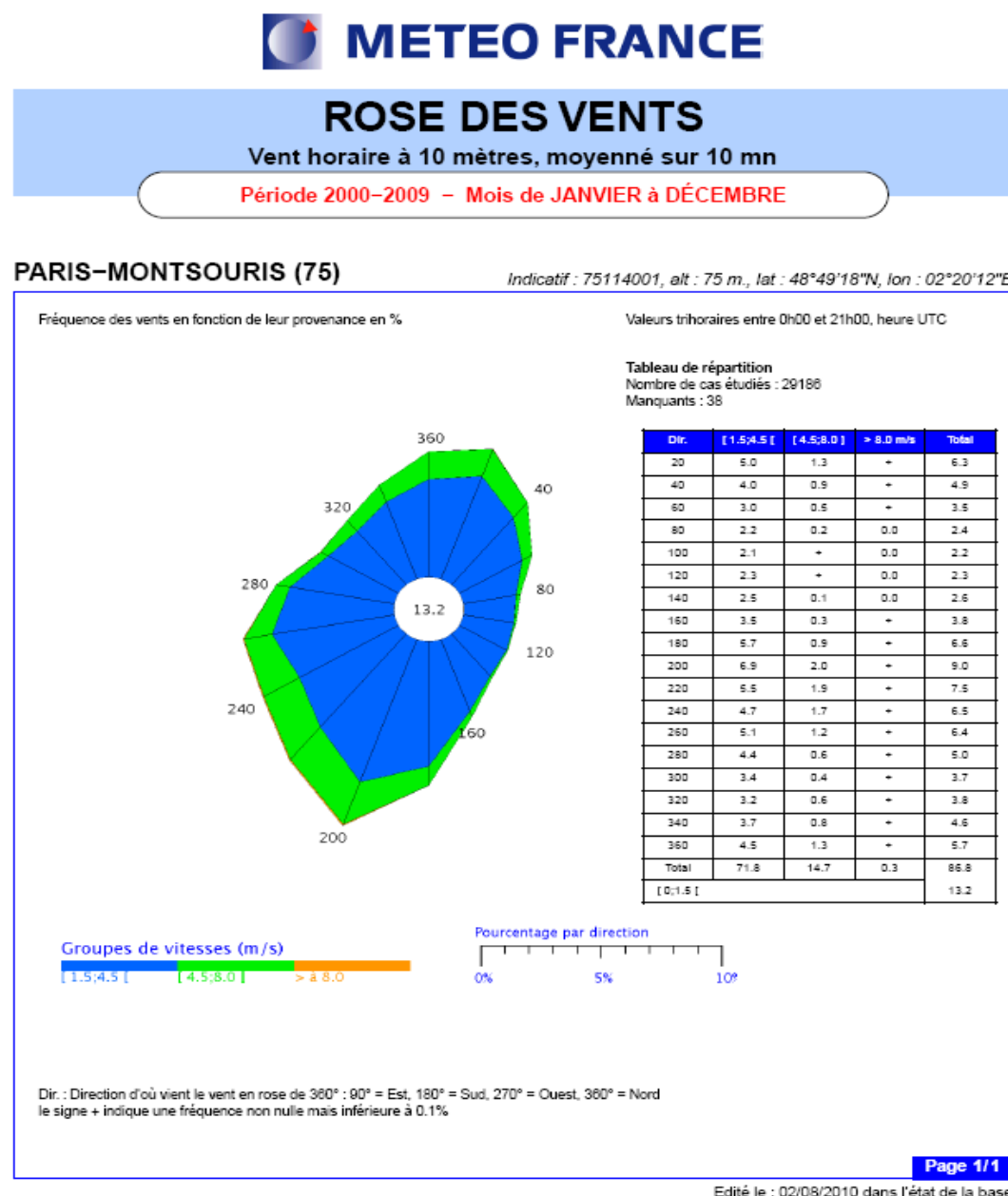
Figure 3 : Précipitations et températures moyennes sur la période 1971-2000 à Paris-Montsouris
Source : Station Météo France de Trappes

1.1.1.3 Vents

La rose des vents ci-après présente selon les différentes orientations la fréquence des vents à Paris-Montsouris sur la période 2000-2009.

Les vents les plus forts proviennent du Sud-Ouest, et dans une moindre proportion du Nord-Est. Le 26 décembre 1999, des rafales de 169 km/h ont été enregistrées à Paris-Montsouris. Au sommet de la Tour Eiffel, elles ont dépassé 220 km/h.

Plus précisément, la rose des vents ne présente pas de vents supérieurs à 8 m/s (environ 30 km/h), avec une majorité de vents faibles, soit entre 1,5 et 4,5 m/s (71,8 % à Paris-Montsouris).



N.B. : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues, en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Direction de la Production
42 avenue Gustave Coriolis 31057 Toulouse Cedex
Fax : 05 61 07 80 79 – Email : climattheque@meteo.fr

Figure 4 : Rose des vents sur la période 2000-2009 à Paris-Montsouris
Source : Météo France - Station de Paris Montsouris

1.1.1.4 Autres événements météorologiques

D'après les données, sur la période 1971-2000, les orages se produisent principalement en juin, juillet et août, environ 18 jours par an à Paris Montsouris. Toutefois les orages peuvent se produire en toute saison, même en hiver.

Il ne grêle que 3 jours par an à Paris Montsouris. L'effet de l'îlot de chaleur parisien, correspondant à une élévation de température localisée en milieu urbain par rapport aux zones rurales voisines, a bien entendu une conséquence sur le nombre moyen de jours de gel par an.

En moyenne, il neige environ 12 jours à Paris Montsouris

Le nombre de jours de brouillard a fortement diminué depuis le début du 20^{ème} siècle et est pratiquement inexistant dans le centre de Paris, soit en moyenne 10 jours par an à Paris Montsouris. L'îlot de chaleur provoqué par l'agglomération parisienne joue un rôle prépondérant car il empêche le brouillard d'atteindre le sol.

Dans le secteur d'étude, soumis au climat océanique dégradé, les températures sont douces en moyenne (janvier est le mois le plus froid, juillet et août les plus chauds) et les pluies sont réparties de manière relativement égale toute l'année (650 mm en moyenne annuelle). Les vents les plus forts proviennent du Sud-Ouest et ne dépassent pas en moyenne 30 km/h.

Il n'existe donc pas d'enjeu climatique significatif sur le territoire.

1.1.2 Relief et contexte topographique

Le bassin parisien présente une topographie assez complexe s'expliquant notamment par les plissements et les érosions successives au cours du temps, reposant sur un socle de craie présent encore dans certains secteurs. Il en est résulté des formes de relief constituant des contraintes topographiques dans lesquelles s'inscrit l'aire d'étude, et qui ont fortement orienté l'urbanisation, qui s'est initialement développée, dans les vallées puis, sur les pentes les plus douces et qui a envahi peu à peu les coteaux plus accentués.

Le relief de la zone d'étude est profondément marqué par le réseau hydrographique centré sur la Seine.

Aux abords du fleuve, le paysage porte les traces de la forte érosion due à sa puissance passée. L'aire d'étude s'inscrit entièrement dans les vallées de la Seine et de ses affluents qui structurent une morphologie du territoire séquencée de plateaux, de coteaux et de plaines.

Le territoire parisien s'inscrit dans une morphologie de plaine alluviale entourée de collines de faibles hauteurs, dernières avancées des plateaux tertiaires occupant le centre du Bassin parisien.

Cette plaine se prolonge ensuite sur les communes de Nanterre et de la Garenne-Colombes accompagnant la Seine qui dessine une ligne presque droite avant de former le méandre de Gennevilliers, puis de reprendre son cours de manière très légèrement incurvée au bord des territoires communaux de Courbevoie et de Puteaux. La topographie urbaine est fortement marquée par la déclivité entre le plateau et la terrasse alluviale, mais, sur la distance, la pente reste faible (0,8 %), sauf en certains endroits caractéristiques, où le banc de calcaire affleure. La terrasse alluviale reste exposée au risque d'inondation (cf. chapitre), réduite par les vastes aménagements du bassin en amont.

Le relief de la zone d'étude a été façonné par le réseau hydrographique de la Seine. La morphologie des sites traversés depuis le Nord-Est de Paris jusqu'à Mantes-la-Jolie comprend des secteurs de plaines ponctuées de collines, bordées de coteaux reliant la plaine aux plateaux. Pour l'essentiel le réseau ferroviaire en place a suivi les reliefs les plus doux, à proximité du lit moyen du fleuve qui abritait aussi les premières implantations urbaines de ces secteurs.

La topographie de l'aire d'étude ne présente donc pas d'enjeu significatif.

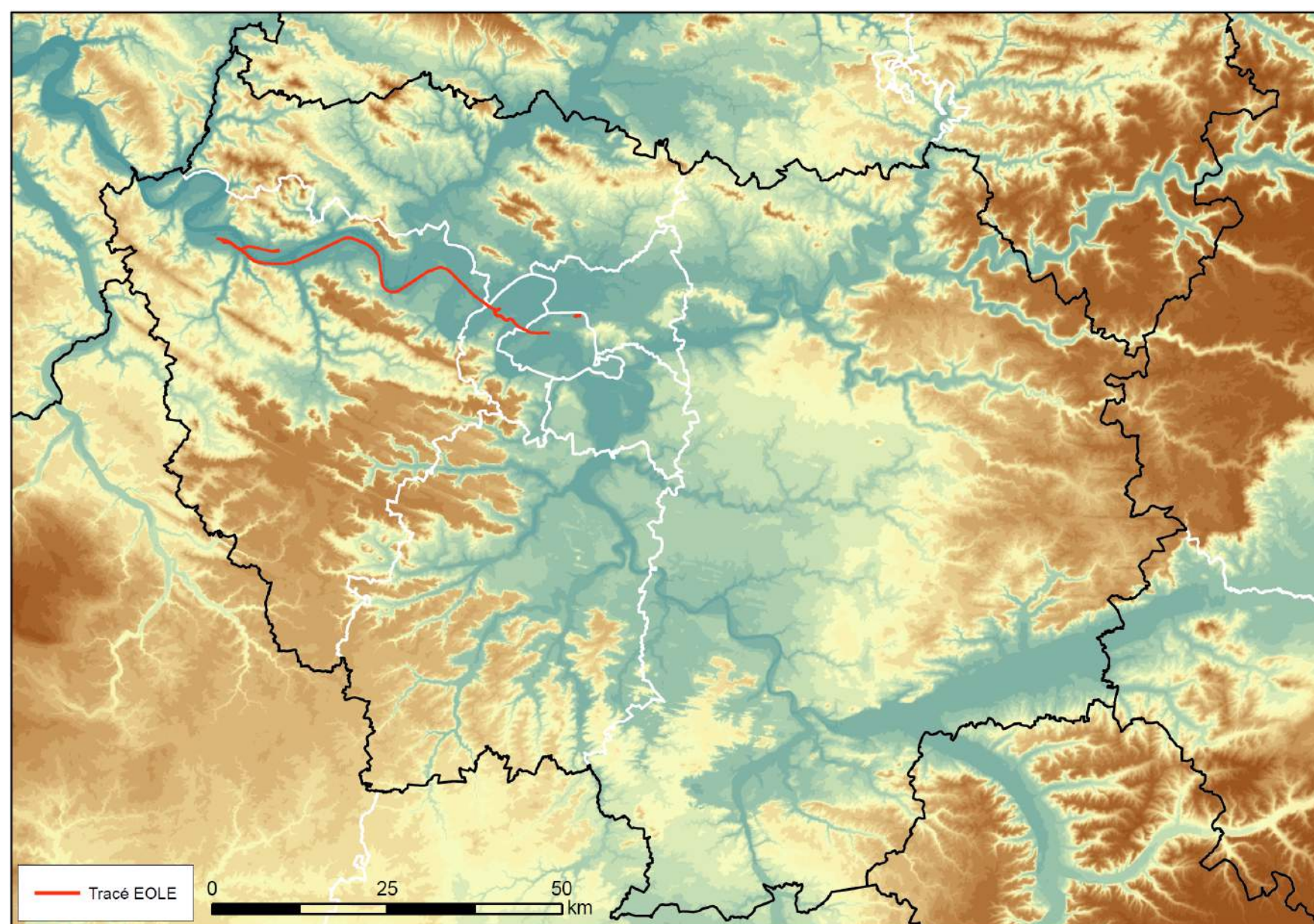


Figure 5 : Situation topographique de l'Île-de-France – source : BD Alti

1.1.3 Contexte géologique

L'analyse succincte de la géologie à l'échelle régionale puis locale permet d'avoir un aperçu de la nature du sous-sol traversé dans la mesure où le projet de prolongement du RER E à l'Ouest comprend l'implantation d'ouvrages souterrains.

1.1.3.1 Géologie régionale

L'Île-de-France se situe dans le plus vaste ensemble géologique de France, le Bassin Parisien. Il est encadré par les massifs anciens : les Vosges à l'Est, le Massif Armoricain à l'Ouest, les Ardennes au Nord-Est et le Massif Central au Sud.

Les premières roches constituant le bassin se sont formées durant le Trias, il y a 245 millions d'années, et reposent sur un socle granitique plus ancien.



Figure 6 : Localisation de la coupe géologique schématique du bassin parisien

Source : <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>

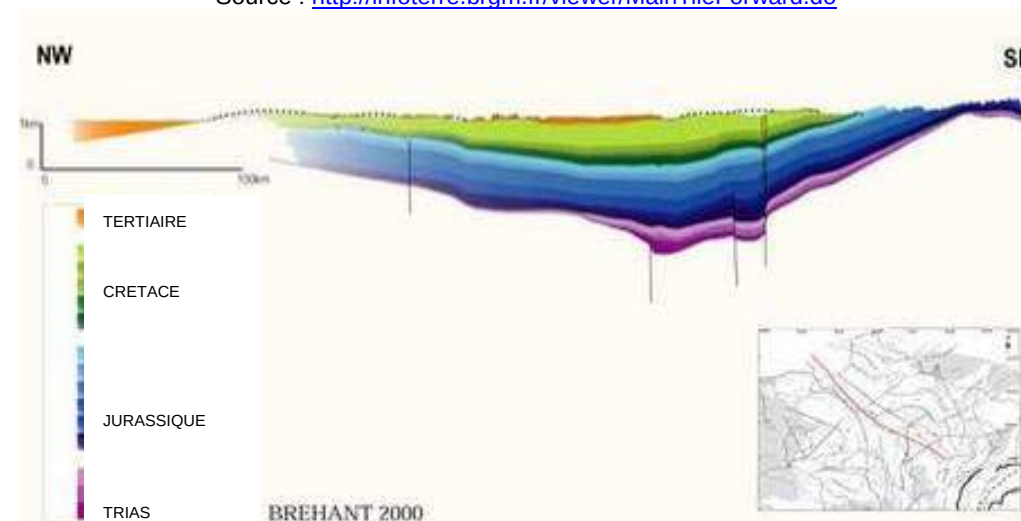


Figure 7 : Coupe géologique schématique du bassin parisien

Source : http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/geographie/r/Île-de-France/d/le-bassin-parisien_725/c3/221/p2/

Les dépôts concentriques sont successivement meubles et cohérents ce qui induit en périphérie la présence de buttes de type Cuesta (relief dissymétrique constitué d'un côté par un talus à profil concave, en pente raide, et de l'autre par un plateau à pente douce).

La structure d'ensemble est recouverte par les dépôts du Quaternaire qui se composent d'alluvions, de limons des plateaux, d'éboulis et colluvions. Ce sont des roches de surface mais leurs épaisseurs peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres dans certains secteurs comme la vallée de la Seine.

Aux abords des villes et près des grandes infrastructures, les dépôts naturels ont été substitués par des remblais.

1.1.3.2 Géologie locale

La zone d'étude de l'ensemble du projet Eole se situe dans la vallée de la Seine entre Paris et Mantes-la-Jolie et plus particulièrement dans son axe synclinal.

A partir de la carte géologique XXII-13 de Pontoise et des sondages effectués le long de la Seine, notamment, la lithologie sur le secteur d'étude est la suivante (du plus récent au plus ancien) :

- ♦ Quaternaire :
 - alluvions modernes (1-10 m) : argiles fines ou sableuses avec des amas de tourbes ;
 - terrasses alluviales et alluvions anciennes (hautes et basses, 10-30 m) : sables, graviers, gros blocs de grès et parfois des silex associés à des ossements dans les basses terrasses ;
 - limon des plateaux (1-4 m) : loess, limon décalcifié ou sain renfermant des débris de roches dures tertiaires.
- ♦ Tertiaire :
 - Bartonien supérieur : sable verts contenant des bancs d'argiles, de calcaires et de gypse ;
 - Bartonien inférieur : alternance marno-calcaires incluant localement du gypse ;
 - Lutétien : alternance de marnes et caillasses surplombant des calcaires grossiers (20-30 m) ;
 - Yprésien supérieur : sable contenant localement des lentilles argileuses ;
 - Yprésien inférieur : fausse Glaises, argile plastique bariolée ou grise et sables d'Auteuil.
- ♦ Secondaire :
 - Crétacé supérieur :
 - Montien : marno-calcaire
 - Sénonien : craie blanche à silex ;
 - Turonien : craie blanche ou grise, marneuse avec silex peu nombreux ;
 - Cénomaniens : craie grise glauconieuse un peu gréseuse reposant sur des marnes grises glauconieuses passant localement à la gaize.
 - Crétacé inférieur :
 - Albien : argiles et marnes argileuses noirâtres ou brunes glauconieuses ;
 - Albo-aptien : sables verts, gris, blancs, souvent glauconieux avec passées d'argiles sableuses ;
 - Barrémien : argiles bariolées avec passées sableuses et ligniteuses ;
 - Wealdien : argiles noires surmontant des sables blancs ligniteux grossiers.

- Jurassique supérieur :
 - Portlandien : calcaire gréseux et glauconieux ou à grain fin avec passages marneux, généralement très fossilifère au sommet ;
 - Kimméridgien : alternance de calcaire argileux et marnes gréseuses ;
 - Séquanien : calcaire gréseux, grès et sables reposant sur des marnes grises gréseuses micacées et une base de calcaire pseudo-oolithiques ;
 - Rauracien : calcaires pseudo-oolithiques, graveleux ou gréseux ;
 - Argovien-Oxfordien : calcaire pseudo-oolithiques, graveleux ou gréseux reposant sur des marnes argilo-sableuses grises.
- Jurassique moyen
 - Callovien : marnes argilo-sableuses grises reposant sur des calcaires marneux gris à oolithes ferrugineuses
 - Bathonien-Bajocien : calcaires graveleux à Entroques, sublithographiques et oolithiques reposant sur des marnes noires feuilletées avec des passages calcaires à marno-calcaires
 - Aalénien : marno-calcaire et marne noire feuilletées
- Jurassique inférieur
 - Toarcien : marne noire feuilletée avec passages marno-calcaires reposant sur des schistes bitumeux
 - Domérien-Carixien supérieur : marnes grises ou noires avec passages calcaires ou marno-calcaires
 - Carixien inférieur : calcaire marneux et marno-calcaire
 - Lotharingien et Sinémurien : marno-calcaire gris, marnes grises noires et calcaires compacts
 - Hettangien : calcaires variées sur marnes noires feuilletées avec intercalations marno-calcaires et reposant sur du grès fin et grossier à Cardinia
- Trias
 - Rhétien et Keuper supérieur : grès fin multicolore et argile lie de vin et verte, gréseuse et micacée avec, à la base connue, un conglomérat à gros galets de quartzites
- ♦ Primaire : socle granitique.

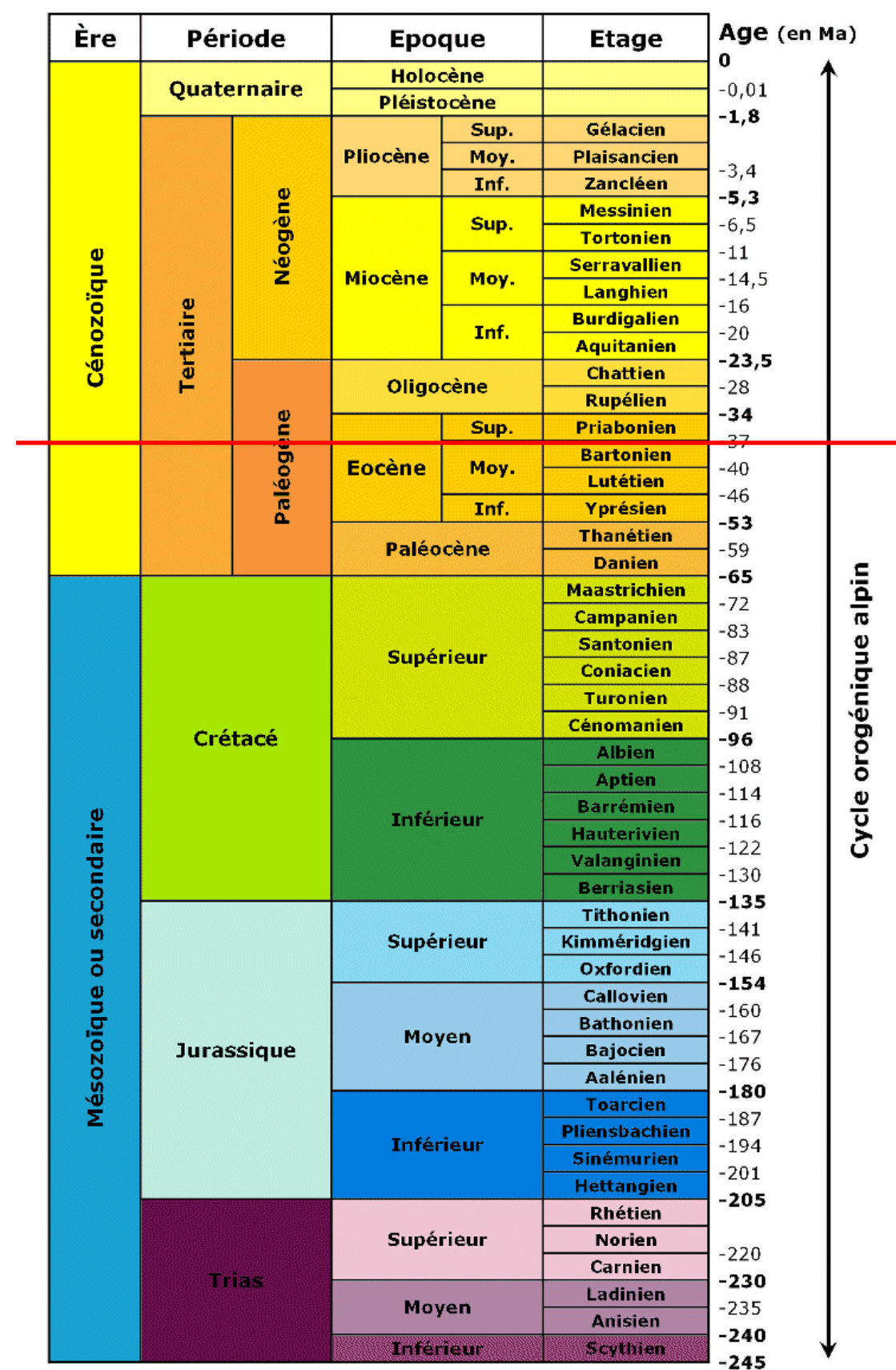


Figure 8: Échelle des temps géologiques (Quaternaire-Trias)

Seules les formations en dessous du trait rouge sont présentes sur le périmètre d'étude

1.1.3.3 Lithologie au niveau des zones d'intervention

	Ma	SERIE ou EPOQUE	ETAGE	Sous-étage ou équivalent	FORMATION géologique
PALEOGENE	5	PLIOCENE			Sables de Lozère
	34	OLIGOCENE	CHATTIEN ?		Meulière de Montmorency
			RUPELIEN (Stampien)	Stampien s.s.	Sables (et grès) de Fontainebeau
					Marnes à Huîtres
				Sannoisien	Calcaire de Brie (et de Sannois)
					Argile verte
		EOCENE	PRIABONIEN (Ludien)		Marnes de Pantin
					Marnes d'Argenteuil
					Masses et marnes de gypse, Calcaire de Champigny, Marnes à Pholadomies...
				Bartonien - Priabonien	
			BARTONIEN	Marinésien (Bartonien supérieur)	Sables verts ou Sables de Monceau
				Auversien (Barto. inf)	(Marno-)calcaire de St-Ouen (SO)
					Sables de Beauchamp (SB), Sables d'Auvers
			LUTETIEN	Lutétien supérieur	Marnes et Caillasses (MC)
				Lut. inf. à sup.	Calcaire grossier (CG)
	56		YPRESIEN	Cuisien	Sables de Cuise (SC) et/ou
				Sparnacien	Sables supérieurs (SS) ou Sables du Soissonnais
					Fausses glaises (FG)
					Sables d'Auteuil (SA)
					Argile plastique (AP)
CRETACE	65	PALEOCENE	DANIEN ?-SELANDIEN (Dano-Montien)		Conglomérat de Meudon (absent)
	84	CRETACE SUPERIEUR	CAMPANIEN		Calcaires et marnes de Meudon (CMM) ou Marno-calcaire du Montien
					Craie à silex

Figure 9 : Lithostratigraphie du sous-sol parisien (hors Formations superficielles quaternaires) et formations géologiques concernées par la section courante en tunnel du projet Eole (encadrement rouge) - Source : SED.

A- Le Tunnel et l'entonnement Haussmann-Saint-Lazare

Le tunnel évitera a priori les terrains alluvionnaires fortement perméables (alluvions anciennes) en particulier au droit du passage sous la Seine, ainsi que les argiles plastiques (cf. Figure 15).

On peut découper le tracé en trois sections principales (en partant de la gare Saint-Lazare) :

- ♦ Une première section sur 3,9 km où le tunnel traversera des formations à dominante rocheuse (marnes et caillasses et calcaire grossier), avec le radier pouvant atteindre les sables de Cuise ;
- ♦ Une deuxième section sur 2,6 km où l'approfondissement du tunnel pour le passage sous la Seine conduit à traverser des formations à dominantes sableuses (sables de Cuise, sables Supérieures, fausse Glaises, sables d'Auteuil)
- ♦ Une dernière section au niveau du plateau de la Défense avec une excavation de nouveau à dominante rocheuse (calcaire grossier puis marnes et caillasses).

Enfin, sur le secteur des travaux souterrains, il est à noter, que des traces de gypse ont été observées dans l'horizon des Marnes et Caillasses. Il n'est cependant jamais très abondant. Aucune cavité de dissolution du gypse n'a été formellement reconnue lors des sondages.

B- Gare de la Porte Maillot :

La coupe moyenne des terrains en place au droit de la station de la Porte Maillot est comme suit, établie sur la base de l'ensemble des données recueillies :

- ♦ Du TN (environ +40m NGF) à la cote + 36 NGF environ : remblais ;
- ♦ Cote + 36 m NGF à + 28 m NGF : Marnes et Caillasses (Lutétien) ;
- ♦ Cote + 28 m NGF à + 12,5 m NGF : Calcaire grossier (Lutétien) ;
- ♦ Cote + 12,5 m NGF à 0 m NGF environ : Sables de Cuise et Sables supérieurs (Yprésien) ;
- ♦ Cote 0 à - 5 m NGF (cotes supposées) : Fausses-Glaises (Yprésien) ;
- ♦ Cote - 5 m NGF à - 9 m NGF : Sables d'Auteuil (Yprésien) ;
- ♦ À partir de la cote - 9 m NGF : Argiles Plastiques (Yprésien).

C- Gare de la Défense

La coupe moyenne des terrains en place au droit de la station située sous le CNIT à la Défense est établie sur la base de l'ensemble des données recueillies :

- ♦ Du TN (environ +54m NGF) à la cote + 52 m NGF environ : remblais ;
- ♦ Cote + 52 m NGF à + 32,5 m NGF : Marnes et Caillasses (Lutétien) ;
- ♦ Cote + 32,5 m NGF à + 19 m NGF : Calcaire grossier (Lutétien) ;
- ♦ Cote + 19 m NGF à + 3 m NGF environ : Sables de Cuise et Sables supérieurs (Yprésien) ;
- ♦ Cote + 3 à 0 m NGF (cotes supposées) : Fausses-Glaises (Yprésien) ;
- ♦ Cotes 0 m NGF à - 5 m NGF : Sables d'Auteuil (Yprésien) ;
- ♦ Cotes - 5 m NGF à - 20 m NGF : Argiles Plastiques (Yprésien) ;
- ♦ À partir de la cote - 20 m NGF : les Marno-calcaires du Montien.

D- Travaux de surface sur les autres secteurs

Les autres zones de travaux, hors réalisation de la nouvelle infrastructure souterraine entre Haussmann et Nanterre, correspondent à la création ou la modification d'installations de surface et ne concernent donc pas, dans l'ensemble, les couches profondes, mais uniquement les couches affleurantes. Les terrains pouvant être rencontrés sont les suivants (de la surface vers la profondeur) :

- ◆ Les remblais : d'épaisseur très variable et de nature hétérogène, ils peuvent être soit des remblais de plateforme ferroviaire soit des remblais de surélévation ;
- ◆ Les éboulis : issus du démantèlement des assises tertiaires sur les versants, ces formations sont d'épaisseur variable et de nature hétérogène ;
- ◆ Les alluvions anciennes : Il s'agit de dépôts sédimentaires liés à la Seine, c'est une couche fortement compressible. On distingue deux niveaux de terrasses le long de la Seine :
 - La basse terrasse correspondant au niveau du fleuve ;
 - La haute terrasse affleurant sur les formations du Lutétien et du Bartonien.
- ◆ Les marnes et caillasses du Lutétien ;
- ◆ Le Calcaire grossier du Lutétien.

1.1.3.4 Les risques liés au sol et au sous-sol

A- Le risque de dissolution du gypse

Le gypse constitue l'un des minéraux les plus solubles dans l'eau. Suite à des infiltrations d'eaux (fuites de canalisation, infiltration d'eaux pluviales...), à une variation du niveau des nappes ou à des circulations d'eau souterraine dues notamment aux pompages, le gypse est susceptible de se dissoudre et de créer des cavités parfois très volumineuses. Ces cavités souterraines peuvent être à l'origine d'effondrements, parfois très importants.

En région parisienne, la plupart des périmètres de carrières ou de dissolution du gypse ont été définis par les préfets en vertu de l'ancien article R111-3 du code de l'Urbanisme. Ces périmètres de risque valent plans de prévention des risques (PPR) et sont présentés en annexe 2.

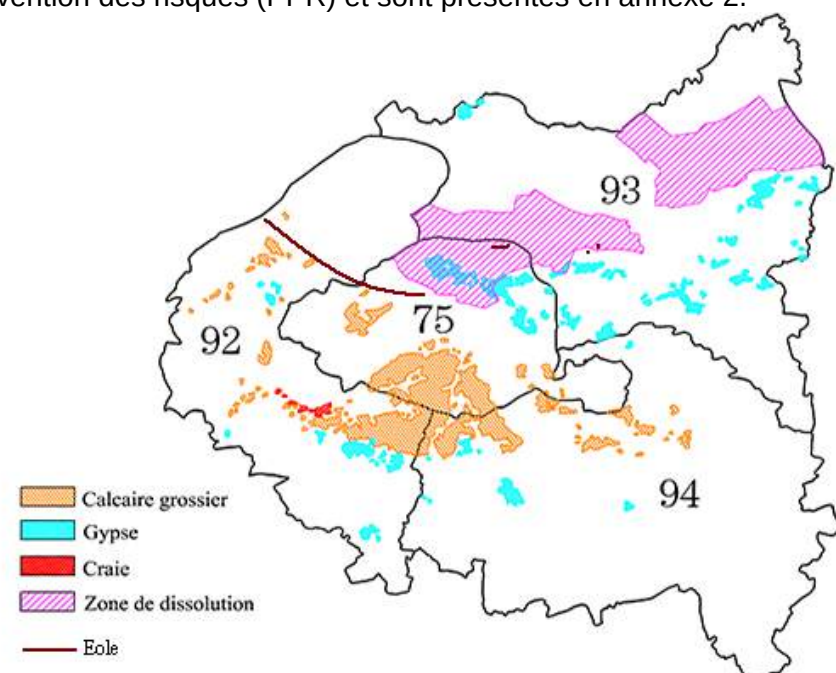


Figure 10 : Carte du sous-sol de Paris et Localisation des zones de dissolution du gypse sur Paris et sa banlieue - source : paris.fr et Inspection Générale des Carrières

Comme l'illustre le zonage rose de la carte ci-avant, sur le territoire de Paris et la petite couronne, les périmètres réglementaires de dissolution du gypse sont principalement situés au Nord de Paris, et en Seine-Saint-Denis. Le périmètre du projet est donc concerné par ce risque.

Le gypse constitue un minéral très soluble dans l'eau en règle générale.

En présence d'eau et sous certaines conditions, le gypse solide ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) se décompose en Ca^{2+} (aqueux), SO_4^{2-} (aqueux) + $2\text{H}_2\text{O}$.

La cinétique de dissolution du gypse est fonction de paramètres thermodynamiques et hydrodynamiques propres au milieu.

Dans les nappes d'eau souterraines, le gypse est susceptible de se dissoudre et de créer des cavités parfois très volumineuses suite à des variations de leurs niveaux, des circulations dues notamment aux pompages ainsi qu'à des infiltrations d'eaux (fuites de canalisation, infiltration d'eaux pluviales...). Ces cavités souterraines peuvent être à l'origine d'effondrements de terrain, parfois très importants.

Il existe un risque de dissolution du gypse s'il y a renouvellement d'une eau saturée par une eau non saturée en sulfates pendant une période suffisamment longue (plusieurs années).

La capacité de dissolution du gypse varie en fonction du degré de saturation de l'eau en sulfates.

Le système nappe-terrain peut être en équilibre lorsque :

- ◆ les masses sont hors d'eau et protégées des infiltrations des eaux météoriques par un écran imperméable,
- ◆ les assises gypseuses sont baignées entièrement par une nappe saturée.

Les impacts de la dissolution de gypse peuvent se traduire de différentes manières :

- ◆ création de karsts ; c'est-à-dire, pour un stade évolué, développement de cavités pouvant être reliées par des chenaux de dimension très variables,
- ◆ création de fontis ; la dissolution du gypse peut être telle que les cavités engendrées vont mettre en cause la stabilité des terrains supérieurs. Les vides se propageant de proche en proche, ils peuvent atteindre la surface et provoquer des effondrements.

La figure ci-après illustre ce phénomène à partir des Marnes et Caillasses.

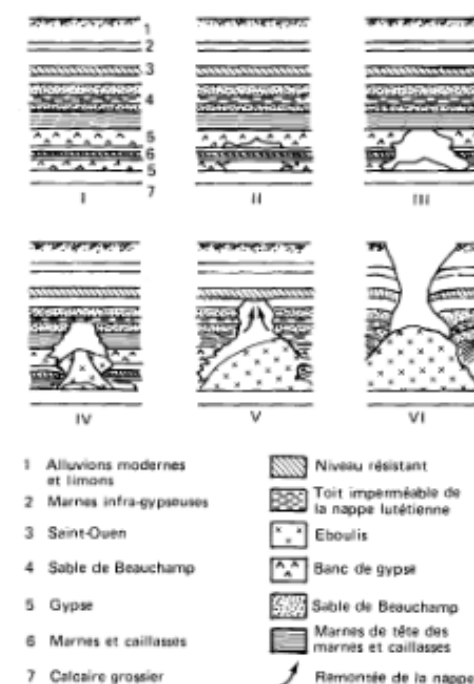


Figure 11 : Fondations sur le gypse – Expérience acquise en région parisienne (Source : J. Jardin – Laboratoire de l'Ouest Parisien – Bulletin liaison Labo P. et Ch. – 78 – Juillet – Août 1975 – Réf 1597)

Dans le contexte géologique et hydrogéologique parisien et plus particulièrement dans le secteur concerné par les rabattements, les formations susceptibles de contenir du gypse sont les suivantes (cf. coupe géologique schématique ci-dessous) :

- ◆ Les Marnes et Caillasses du Lutétien sous forme de bancs ou de lentilles,
- ◆ Les Sables de Beauchamp,
- ◆ Les marno-calcaires de St Ouen.

Plus au nord (secteur de Montmartre et au-delà), d'autres formations sont rencontrées (Masses de Gypse du Ludien supérieur) et sont vraiment gypsifères.

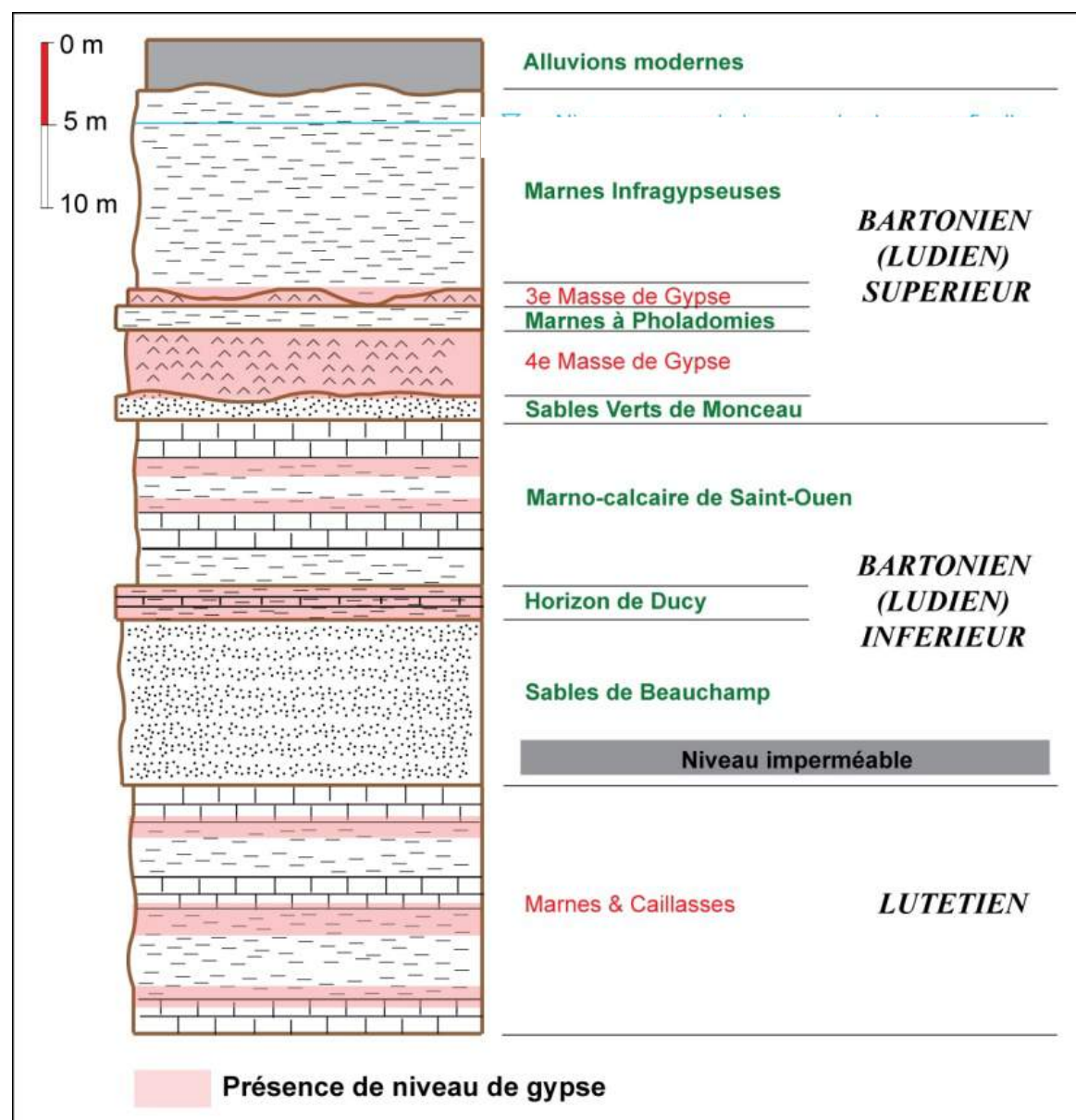


Figure 12 : Coupe géologique schématique du secteur

B- Le risque de mouvement de terrain et le retrait gonflement d'argiles

Ce risque couvre les phénomènes de glissement, éboulements et coulées (principalement sur les versants de la vallée de la Seine), les effondrements (mouvements liés à la présence de cavités souterraines, etc.) et d'érosion des berges. Ce risque peut-être influencé par la modification des écoulements souterrains.

La figure ci-dessous présente les zones où des mouvements de terrain ont déjà été constatés par le passé.

Dans son ensemble le projet échappe au périmètre où des mouvements de terrain ont été observés par le passé. Une attention particulière devra toutefois être apportée au tronçon sur lequel le tracé quitte la plaine alluviale de la Seine pour pénétrer dans la colline de la défense, au travers de la paléo-falaise du lutétien (communes de Courbevoie et Nanterre). Le versant, dont la structure n'est pas connue avec précision, pourrait présenter des risques d'instabilité (glissement, éboulement). De même, les zones d'attention particulière relatives aux carrières souterraines sont susceptibles de phénomènes d'effondrement associés.

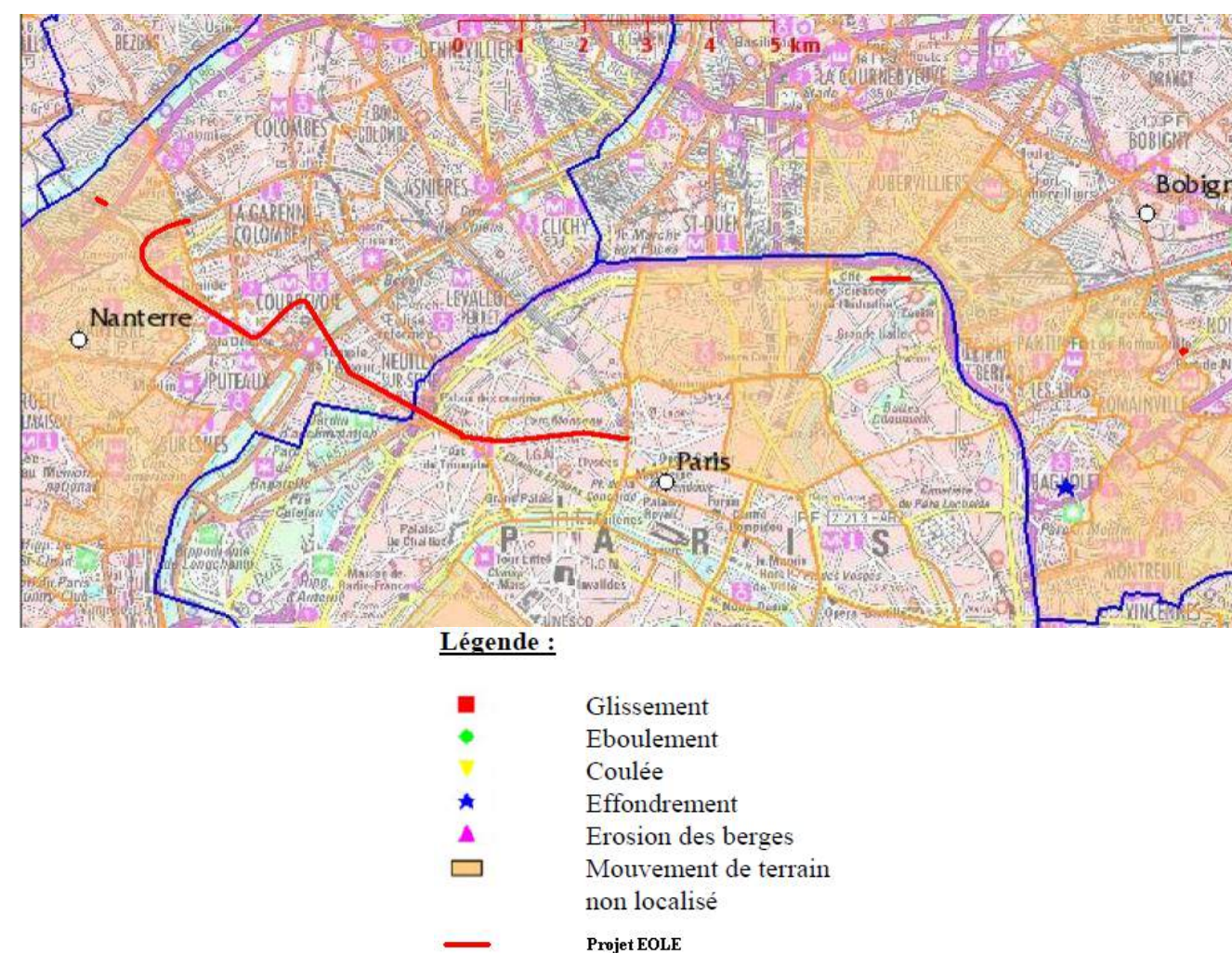
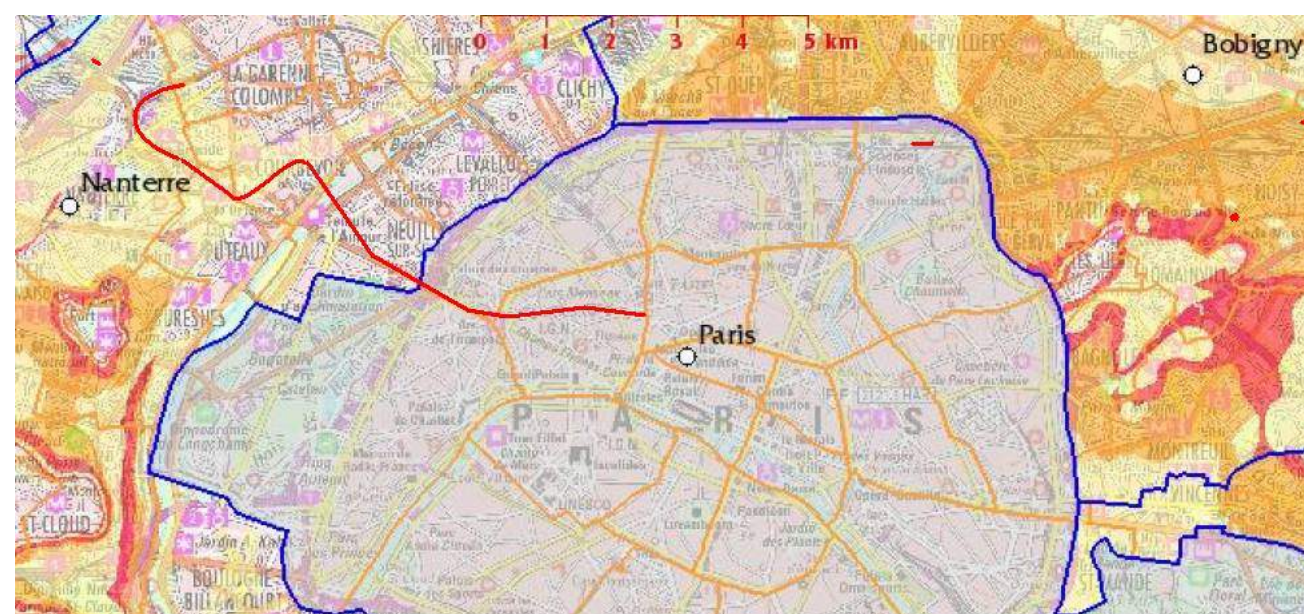


Figure 13 : Carte des mouvements de terrain recensés par le BRGM (source : BRGM)

Parmi les différents risques de mouvement de terrain, le risque lié au retrait-gonflement des argiles est particulièrement sensible aux variations des niveaux de nappe. En effet, il s'agit d'un mouvement de terrain consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux.

La carte ci-après illustre ce risque pour la région parisienne. Il n'a pas été cartographié pour la ville de Paris.



Légende de la carte

- Argiles
- Aléa fort
- Aléa moyen
- Aléa faible
- Aléa à priori nul
- Projet EOLE

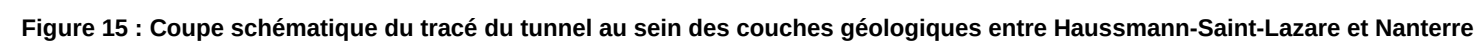
Figure 14 : Carte de l'aléa retrait gonflement d'argiles (source : BRGM)

Le projet traverse des zones pour lesquelles un risque de retrait-gonflement des argiles est identifié (faibles pour les berges de Seine sur les communes de Courbevoie et Nanterre, et moyen à Noisy-le-Sec). Toutefois, dans ces zones, le projet est situé à une profondeur suffisante, dans une zone fortement urbanisée, et l'aléa est sans incidence pour les ouvrages.

Les principaux enjeux du projet Eole vis-à-vis du sous-sol sont :

- ♦ La réfection des plateformes ferroviaires nécessitant des terrassements sur la couche la plus superficielle du sol.
- ♦ La réalisation des fondations profondes pour certains ouvrages d'art au sein des calcaires grossiers.
- ♦ La réalisation des nouvelles infrastructures souterraines au sein des couches du Lutétien et de l'Yprésien (tunnel, puits et gares souterraines) impliquant selon les infrastructures le passage d'un tunnelier, la réalisation de parois moulées et le traitement des terrains.
- ♦ Le risque de tassement suite à la mise en place d'un rabattement de la nappe
- ♦ Le risque de dissolution du gypse suite à la mise en place d'un rabattement de la nappe

La géologie constitue ainsi un enjeu fort du projet, et ce principalement au droit de la future infrastructure souterraine.



1.2 LES EAUX SOUTERRAINES

1.2.1 Contexte hydrogéologique

L'étude de la géologie sur le linéaire du projet permet de mettre en avant différents faciès en place pouvant jouer le rôle d'aquifère :

- ♦ **Les alluvions anciennes** : les vallées sont composées de matériaux fins et perméables permettant l'infiltration d'eau météorique et sa circulation. L'eau est alors stockée dans les espaces intra granulaires des sédiments qui composent les alluvions. : c'est un aquifère poreux.
- ♦ **Les calcaires** : les calcaires et notamment la craie composent en majorité l'assise géologique du bassin parisien. Les fissures présentes en leur sein permettent à l'eau de s'infiltrer et de migrer. L'eau est alors retenue dans les fractures : c'est un aquifère fissuré. Les carbonates qui constituent la craie sont des minéraux solubles dans l'eau. En s'infiltrant, la porosité et la perméabilité des fractures sont alors accentuées. L'aquifère devient karstique.
- ♦ **Les sables** : l'espace de vide entre les grains de sable peu être comblé par les molécules d'eau : c'est un aquifère poreux.

Les nappes contenues dans les aquifères peuvent être dites « libres » ou « captives ». En relation directe avec la surface, les nappes libres sont directement alimentées par l'eau de pluie. Si la surface de la nappe est contrainte par un toit imperméable, elle est alors captive et sa recharge s'effectue par transit latéral depuis les affleurements (zone libre) ou vertical par flux depuis les terrains de couverture peu perméables.

Cinq nappes peuvent être concernées dans le cadre de la réalisation du projet Eole (de la plus superficielle vers la plus profonde) :

- ♦ **La nappe alluviale** : nappe la plus superficielle, elle est comprise dans les alluvions du Quaternaire et est en relation directe avec la Seine.
- ♦ **La nappe des Marnes et Caillasses, et Calcaires du Lutétien**, située sous la nappe alluviale (quand elle existe), elle couvre une large partie de Paris et est exploitée pour l'alimentation en eau potable. Cette nappe sera la principale nappe impactée par la réalisation de la nouvelle infrastructure souterraine entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre.
- ♦ **La nappe des Sables de l'Yprésien**, située sous la nappe du Lutétien, elle couvre également une large partie de Paris, essentiellement au Nord de la Seine. Aucune formation imperméable ne s'intercalant entre la nappe du Lutétien et cette dernière¹, elles communiquent donc et ne se distinguent pas. Elles sont considérées sur le secteur comme une nappe unique.
- ♦ **La nappe des Calcaires du Crétacé supérieur (nappe de la Craie)**, cette nappe est en partie captive au droit de Paris.
- ♦ **La nappe des Sables de l'Albien du Crétacé inférieur**, cette nappe profonde (environ 600m) sert de nappe d'alimentation en eau potable pour la commune de Paris. Du fait de sa grande profondeur et de son recouvrement par des horizons imperméables, elle est complètement isolée des nappes sus-jacentes et n'est pas impactée par le projet.

¹ Un horizon de plus faible perméabilité (base des Calcaires Grossiers) est ponctuellement présent entre ces deux nappes mais ne constitue pas une barrière étanche en raison de sa discontinuité.

1.2.2 Masses d'eaux souterraines concernées par le projet

Les différentes nappes d'eaux souterraines sont divisées et classées en masses d'eaux souterraines (MESO) pour les besoins de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE). Une masse d'eau souterraine est définie ainsi comme un « volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères », différentes masses d'eaux peuvent ainsi être présentes au sein d'un même aquifère. Ce classement a été élaboré par le BRGM et les Agences de l'Eau, les masses d'eaux sont définies par un code et une dénomination.

Les masses d'eau souterraines interceptées par l'aire d'étude et les aquifères correspondantes sont les suivantes :

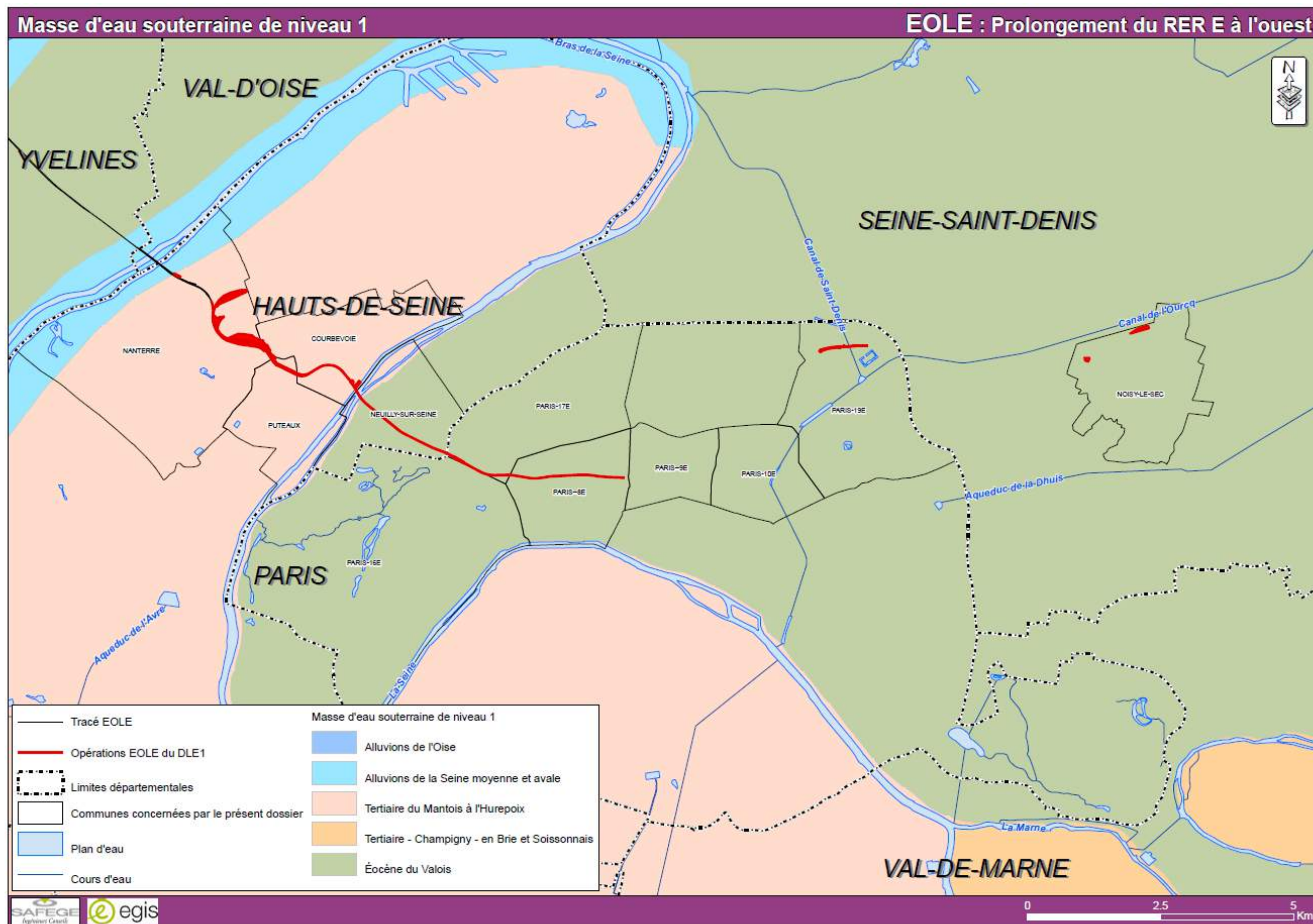
- ♦ FRGH001 « Alluvions de la Seine Moyenne et Aval » : Alluvions du Quaternaire
- ♦ FRHG104 « Éocène du Valois » : Marnes/caillasses et Calcaires du Lutétien et Sables de l'Yprésien
- ♦ FRHG102 « Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix » : Marnes/caillasses et calcaires du Lutétien et Sables de l'Yprésien
- ♦ FRGH218 « Albien-Néocomien Captif » : Sables du Crétacé inférieur (Albien), (masse d'eau captive couvrant la totalité de la zone d'étude).

A proximité de l'aire d'étude, notons également la présence de la masse d'eau FRHG103 « Tertiaire –Champigny – en Brie et Soissonnais » (aquifères des Marnes/Caillasses et Calcaires du Lutétien et Sables de l'Yprésien) et de la masse d'eau FRHG107 « Éocène et craie du Vexin français » (aquifères des Marnes et Caillasses, et Calcaires du Lutétien, des Sables de l'Yprésien et des Calcaires du Crétacé supérieur).

Les caractéristiques de ces masses d'eau sont décrites dans le tableau ci-après et représentées sur la carte page suivante. Des fiches descriptives des masses d'eau interceptées par le périmètre d'étude sont présentées en annexe 10.

Tableau 1 : Caractéristiques des masses d'eau souterraine

EU Code (N° AESN)	Nom de la masse d'eau	Caractéristiques principales		Caractéristiques secondaires			Surface en km ²		
		Type	Écoulement	Karstique	Intrusion saline	Entités disjointes	Affleurante	Sous couverture	Totale
FRGH001 (3001)	Alluvions de la Seine moyenne et aval	Alluvial	Libre	Non	Non	Non	712	0	712
FRHG102 (3102)	Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix	Dominante sédimentaire	Libre	Non	Non	Non	2 325	98	2 423
FRGH104 (3104)	Éocène du Valois	Dominante sédimentaire	Libre	Non	Non	Oui	2 867	96	2 963
FRGH218 (3218)	Albien- néocomien captif	Dominante sédimentaire	Captif	Non	Oui	Non	0	61 021	61 021
FRHG107 (3107)	Éocène et craie du Vexin français	Dominante sédimentaire	Libre et captif, majoritairement libre	Non	Non	Oui	1 044	0	1 044
FRHG103 (3103)	Tertiaire – Champigny – en Brie et Soissonnais	Dominante sédimentaire	Libre	Oui	Non	Non	5 155	9	5 164



1.2.3 La Directive Cadre sur l'Eau et les objectifs de qualité et de quantité des masses d'eaux souterraines

La Directive Cadre européenne (DCE) sur l'Eau a été adoptée le 23 octobre 2000. Cette directive est transposée dans les textes législatifs et réglementaires nationaux, notamment à travers la Loi sur l'Eau n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 (dite Loi sur l'eau et les Milieux Aquatiques - LEMA), qui complète la Loi sur l'Eau initiale de 1992 (loi n°92-3 du 03/01/1992).

La DCE vise à donner une cohérence à l'ensemble de la législation avec une politique communautaire globale dans le domaine de l'eau. Elle fixe des objectifs pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles et pour les eaux souterraines. L'objectif général est d'atteindre d'ici à 2015 le bon état des différents milieux sur tout le territoire européen.

Les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines sont définis dans l'arrêté du 17 décembre 2008 : Il comprend :

- ◆ L'évaluation de l'état chimique ;
- ◆ L'évaluation de l'état quantitatif.

Le bon état d'une masse d'eau souterraine est atteint lorsque son état quantitatif et son état chimique sont au moins « bons » :

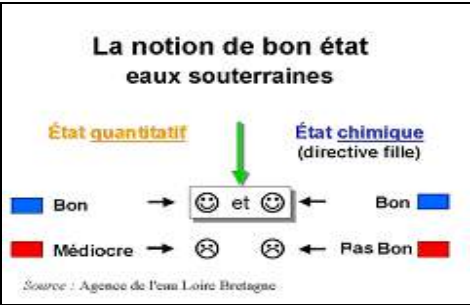


Figure 16 : Notion de bon état des eaux souterraines

- ◆ Le bon **état quantitatif** d'une eau souterraine est atteint lorsque les prélèvements ne dépassent pas la capacité de renouvellement de la ressource disponible, compte tenu de la nécessaire alimentation des écosystèmes aquatiques et ne dégradent pas l'état des écosystèmes terrestres associés aux eaux souterraines aussi bien d'un point de vue de la qualité que de la quantité.
- ◆ L'**état chimique** est bon lorsque les concentrations en polluants dues aux activités humaines ne dépassent pas les normes et valeurs seuils, lorsqu'elles n'entravent pas l'atteinte des objectifs fixés pour les masses d'eaux de surface alimentées par les eaux souterraines considérées et lorsqu'il n'est constaté aucune intrusion d'eau salée due aux activités humaines.

Paramètres	Directive 2006/118/CE		Arrêté du 17décembre 2008					
	Nitrates	des pesticides, ainsi que les métaux lourds et produits de dégradation et de réaction pertinents (1)	Arsenic (3)	Cadmium	Mercur	Plomb (4)	Trichloréthylène	Tétrachloréthylène
Normes de qualité	50mg/l	0,1µg/l 0,5µg/l (total) (2)	10µg/l	5µg/l	1µg/l	10µg/l	10µg/l	10µg/l

(1) On entend par « pesticides » les produits phytopharmaceutiques et les produits biocides.
(2) On entend par « total » la somme de tous les pesticides détectés et quantifiés dans le cadre de la procédure de surveillance, y compris leurs métabolites, les produits de dégradation et les produits de réaction pertinents.
(3) Valeur seuil applicable uniquement aux aquifères non influencés pour ce paramètre par le contexte géologique.
(4) Dans le cas d'un aquifère en lien avec les eaux de surface et qui les alimente de façon significative, prendre comme valeur seuil celle retenue pour les eaux douces de surface en tenant compte éventuellement des facteurs de dilution et d'atténuation.

Figure 17 : Normes de qualité définies par la directive eaux souterraines 2006/118/CE du 12 décembre 2006 et par l'arrêté ministériel du 17décembre 2008

Les objectifs quantitatifs et qualitatifs de la DCE sont déclinés localement dans les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Le SDAGE « Seine et cours d'eau côtiers normands » (appelé SDAGE Seine-Normandie par la suite) fixe ces objectifs pour les masses d'eau souterraines interceptées par l'aire d'étude. Ils sont précisés dans le tableau suivant.

Les principaux aquifères du secteur pouvant être impactés par le projet sont les alluvions de la Seine, les sables et calcaires du Tertiaire. Ces aquifères sont dotés d'un objectif de bon état chimique et quantitatif, avec un délai plus ou moins important (2015, 2021 ou 2027). Il s'agit d'un enjeu fort, en particulier au droit du futur tunnel.

Tableau 2 : Objectifs de qualité et quantité retenus pour les masses d'eau souterraine interceptées par l'aire d'étude
Source : Annexe 4 du SDAGE Seine Normandie

EU Code	Nom de la masse d'eau	Objectifs chimiques		Objectifs quantitatifs	Justification de la prolongation du délai	
			Paramètres du RNABE			
FRGH001	Alluvions de la Seine Moyenne et Aval	Bon état chimique 2027	Risque introduction saline, pesticides, NH ₄ , métaux	Bon état 2015	inertie, technique	Délai maximum lié à l'inertie des masses d'eau connectée (MESO Craie altérée de l'estuaire de la Seine et MESU Seine)
FRHG102	Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix	Bon état chimique 2027	NO ₃ , pesticides, OHV	Bon état 2015	technique, inertie, coût	Inertie et vulnérabilité nappe ; agriculture intensive : difficultés sociale et économique pour évolution
FRGH104	Éocène du Valois	Bon état chimique 2015	NO ₃ , pesticides	Bon état 2015	-	Principe de non dégradation
FRGH218	Albien-Néocomien captif	Bon état chimique 2015	-	Bon état 2015	-	Principe de non dégradation
FRHG103	Tertiaire – Champigny – en Brie et Soissonnais	Bon état chimique 2027	NO ₃ , pesticides	Bon état 2015	technique, inertie, coût	Inertie et vulnérabilité nappe ; agriculture intensive : difficultés sociale et économique pour évolution
FRHG107	Éocène et craie du Vexin français	Bon état chimique 2027	NO ₃ , pesticides	Bon état 2015	technique, inertie, coût	Inertie et vulnérabilité nappe ; agriculture intensive : difficultés sociale et économique pour évolution. Prise en compte des problèmes pour les captages AEP. Données qualité des captages à confirmer.

NH₄ : ammonium / NO₃ : nitrates / OHV : organo-halogénés volatils / MESO : Masse d'eau souterraine / MESU : masse d'eau superficielle / AEP : alimentation en eau potable / DVO : Direction Vallées d'Oise / RNABE : Risque de Non Atteinte de Bon État

1.2.4 Qualité des eaux souterraines

La description de la qualité des eaux souterraines au droit de l'aire d'étude poursuit deux objectifs :

- ◆ Appréhender la qualité initiale des eaux souterraines afin d'étudier le risque de pollution de ces eaux induit par le projet ;
- ◆ Connaître la qualité des eaux souterraines rejetées au milieu dans le cadre des opérations de rabattement de nappe afin d'étudier le risque de pollution des eaux superficielles.

1.2.4.1 Qualité générale des nappes du Lutétien et de l'Yprésien (source : BRGM²)

Une étude réalisée par le BRGM en 2006 à partir de données extraites de la banque d'« Accès aux Données sur les Eaux Souterraines » portant sur 33 731 analyses (1995-2002) relatives à 152 forages en Île-de-France donne les caractéristiques suivantes pour les nappes de l'Yprésien et du Lutétien :

- ◆ **L'Yprésien** : « L'eau est bicarbonatée calcique et sulfatée magnésienne. Le calcium est lié aux sulfates (gypse). Les sulfates montrent une grande variabilité et peuvent localement dépasser la norme³. Le fer est également lié aux sulfates et dépasse souvent la norme. »

	moyenne	Min - max	norme
Conductivité :	664 µS/cm	390 à 1035	1000
Dureté	37 °F	7 à 55 °F	
HCO ₃	310 mg/l	244 à 465	
SO ₄	85 mg/l	24 à 1280	250
Cl	10 mg/l	8 à 24	250
Ca	130 mg/l	83 à 366	
Mg	29 mg/l	18 à 107	
Na	8 mg/l	5 à 11	200
Fe	387 µg/l	10 à 2550	200
NO ₃	17 mg/l	0.5 à 79	50

- ◆ **Le Lutétien** : « L'eau est légèrement plus minéralisée que celle de l'Yprésien, mais montre une grande similitude ; c'est une eau bicarbonatée calcique, secondairement sulfatée magnésienne. »

	moyenne	Min - max	norme
Conductivité	712 µS/cm	277 à 1534	1000
Dureté	40 °F	7 à 82 °F	
HCO ₃	310 mg/l	280 à 440	
SO ₄	85 mg/l	12 à 900	250
Cl	15 mg/l	8 à 31	250
Ca	120 mg/l	105 à 295	
Na	11 mg/l	5 à 20	200
Mg	20 mg/l	12 à 78	
Fe	103 µg/l	10 à 1500	200
NO ₃	30 mg/l	0.5 à 137	50

1.2.4.2 Qualité de la nappe du Lutétien/Yprésien au droit des trois sites de rabattement de la nappe

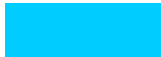
Au regard de la problématique de rejet des eaux d'exhaure, des analyses ont été effectuées au sein de la formation du Lutétien/Yprésien (les paramètres analysés ont été discutés avec la DRIEE⁴) lors d'essais de pompages ou sur les piézomètres de suivi de la nappe au droit de :

- ◆ L'entonnement Haussmann Saint-Lazare (puits Pasquier) le 04/02/2014 ;
- ◆ La Gare Maillot le 21/02/2014 (deux piézomètres ont été analysés) ;
- ◆ La Défense, trois analyses ont été réalisées lors de la réalisation d'essais de pompage entre octobre et novembre 2013.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après, les bordereaux d'analyse sont présentés en annexe 11.

Tous les paramètres n'étant pas suivis dans le cadre des objectifs DCE, ces résultats ont été analysés au regard de l'ancien système d'évaluation de la qualité des eaux français : le SEQ Eau. Il propose pour de nombreux paramètres des valeurs seuils permettant de caractériser la qualité des eaux en fonction d'un usage. L'ouvrage « eau potable » étant le plus restrictif, c'est celui que nous proposons d'utiliser pour cette analyse.

Le tableau ci-après utilise le code couleur suivant :

	Eau de qualité optimale pour être consommée
	Eau de qualité acceptable pour être consommée mais pouvant, le cas échéant, faire l'objet d'un traitement de désinfection
	Eau non potable nécessitant un traitement de potabilisation
	Eau inapte à la production d'eau potable

Au-delà de cette analyse simplifiée permettant de faire ressortir la bonne qualité globale des eaux, les valeurs mesurées permettront de mettre en regard la qualité des eaux souterraines avec la qualité des eaux superficielles dans lesquelles elles seront rejetées.

Les résultats confirment le caractère bicarbonaté calcique et sulfaté magnésien des eaux observé par le BRGM dans son étude.

² « Perspectives d'utilisation de la nappe de l'Yprésien par les forages d'Aulnay-sous-Bois et de Pantin du SEDIF, BRGM, Février 2006 »

³ Limites de références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine figurant en annexe du décret 2001-1220 du 20 décembre 2001

⁴ DRIEE : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie d'Île-de-France

Tableau 3 : Résultats des analyses d'eau effectuées au regard du Système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines – Critère eau potable

Paramètre		Pasquier	Gare Maillot (21/02/2014)		La Défense			Seuils des classes d'aptitude pour l'usage production d'eau potable			
		04/02/2014	001	002	01/10/2013	29/10/2013	05/11/2013				
	pH	-	-	-	-	-	7.3	>= 6.5 et <= 8.5 >	> 8.5 et <= 9.0	< 6.5 et >= 5.5 Ou > 9.0 et <= 9.5	
Métaux	Aluminium (µg/l)	-	-	-	-	-	77	50	200		
	Argent (µg/l)	-	-	-	-	-	<1	5	10	200	
	Arsenic (µg/l)	<5	<5	7	<5	-	<10	5	10	100	
	Cadmium (µg/l)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	-	<0.5	1	5		
	Calcium (µg/l)	200 000	220 000	120 000	-	-	-	>= 32 et <= 160		< 32 ou > 160	
	Chrome (µg/l)	<1	<1	1.9	<1	-	<1	25	50		
	Cuivre (µg/l)	<2	<2	2.8	<2	-	18	100	200	4000	
	Étain (µg/l)	-	-	-	-	-	<5				
	Fer total (µg/l)	59	370	710	-	-	-	50	200	10000	
	Magnésium (µg/l)	49 000	50 000	28 000	-	-	-	30	50	400	
	Manganèse (µg/l)	<10	61	1 100	-	-	28	20	50	1000	
	Mercuré (µg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.2	0.5	1		
	Molybdène (µg/l)	-	-	-	-	-	<2				
	Nickel (µg/l)	3.2	<3	4.1	<3	-	3	10	20	40	
	Plomb (µg/l)	<2	3.5	11	<2	--	<10	5	10	50	
	Potassium (µg/l)	5 500	3 200	8 500	-	-	-	10	12	70	
	Sélénium (µg/l)	-			-	-	5	5	10		
	Sodium (µg/l)	21 000	28 000	31 000	-	-	-	20	200		
	Zinc (µg/l)	<10	<10	90	<10	-	38	100	5000		
Composés inorganiques	Ammonium (mg/N/l)	<0.15	<0.15	1.9	0.2	-	-	0.05	0.5	4	
	Bicarbonates (mg/l)	320	280	430	-	-	-				
	Carbonates (mg/l)	<10	<10	<10	-	-	-				
	Fluorures (mg/l)	0.75	<2	<2	-	-	-	>= 0.7 et <= 1.5	< 0.7	> 1.5 et <=10 >	> 10
	Phosphore (µg/l)	<50	<50	240	<50	-	-				
	Phosphate totaux (mg/P/l)	<0.15	<0.15	0.24	-	-	-				
AOX	AOX (mg/l)	0.02	0.12	0.27	0.12	0.06	-				
HCT	Hydrocarbure totaux (µg/l)	<20	<20	<20	110	<20	<0.1				
Autres analyses	Chlorures (mg/l)	45	66	28	-	-	-	25	200		>200
	DBO (5 jours) (mg/l)	<3	<3	<3	<3	-	-				
	DCO (mg/l)	<25	<25	27	<10	-	<15				
	Azote Kjeldahl (mg/N/l)	<0.5	0.5	2.6	<0.5	-	-				
	Nitrite (mg/l)	<0.01	<0.10	0.58	<0.3	-	-				
	Nitrite (mg/N/l)	<0.003	<0.003	0.16	<0.1	-	-	0.05	0.1	0.7	
	Nitrate (mg/l)	<0.2	<0.2	11	0.8	-	-				
	Nitrate (mg/N/l)	<0.05	<0.05	2.5	0.18	-	-	25	50	100	
	Sulfates (mg/l)	470	490	170	-	820	-	25	250		>250
	Matières en suspension (mg/l)	<5	<5	61	<10	-	0.8	2	5	5000	
	Inhibition de la mobilité de Daphnia magna (CE 50 en %)	>90	-	-	>90	-	-				

1.2.5 Niveaux piézométriques attendus le long du tracé

Le projet Eole nécessitant des travaux dans le sol et le sous-sol, des campagnes de reconnaissance du niveau de la nappe ont été effectuées :

- ♦ Entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre pour la réalisation de la future infrastructure souterraine (tunnel, puits et gares de Porte Maillot et CNIT-La Défense)
- ♦ Sur le site de Nanterre la Folie suite aux travaux de décaissement de la plateforme ferroviaire à la sortie du tunnel

Sur les autres secteurs (Noisy, Rosa Parks...), les travaux prévus dans le cadre du projet Eole ne concernent que les couches les plus superficielles du sol et ne sont pas susceptibles d'atteindre la nappe.

1.2.5.1 Niveaux piézométriques attendus entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre

Comme illustré à la Figure 15 présentant la coupe schématique du tracé du tunnel au sein des couches géologiques, le tracé de la future infrastructure souterraine entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre recoupe les nappes :

- ♦ Du complexe Marnes et Caillasses – Calcaire grossier du Lutétien ;
- ♦ Des Sables de l'Yprésien.

D'après la carte Hydrogéologique de Paris (1967), le niveau piézométrique de ces deux nappes oscille :

- ♦ Entre +15m NGF dans le secteur de la Gare Saint-Lazare et +30m NGF dans le secteur de la Gare la Folie pour la nappe du Lutétien ;
- ♦ Entre +0m NGF dans le secteur de la Gare Saint-Lazare et +20 m NGF dans le secteur de la Gare-la-Folie pour la nappe de l'Yprésien.

Un réseau de suivi du niveau des nappes constitué de 38 piézomètres (dont 31 actuellement en service) implantés le long du futur tracé a été mis en place pour le projet Eole, leur localisation est présentée en Figure 20.

Une situation de basses eaux a été constatée à la fin de l'été ou au début de l'automne 2012 alors que les hautes eaux l'ont été en hiver (mars 2013).

Les graphiques des figures suivantes représentent pour chacun des aquifères les profils des niveaux de basses eaux à l'automne 2012 (relevés de septembre, complétés en cas d'absence par des mesures en octobre et novembre) et niveaux de hautes eaux en hiver 2013 (relevés de mars complétés en cas d'absence par quelques mesures en janvier) sur l'ensemble du linéaire entre la gare Saint-Lazare et Nanterre.

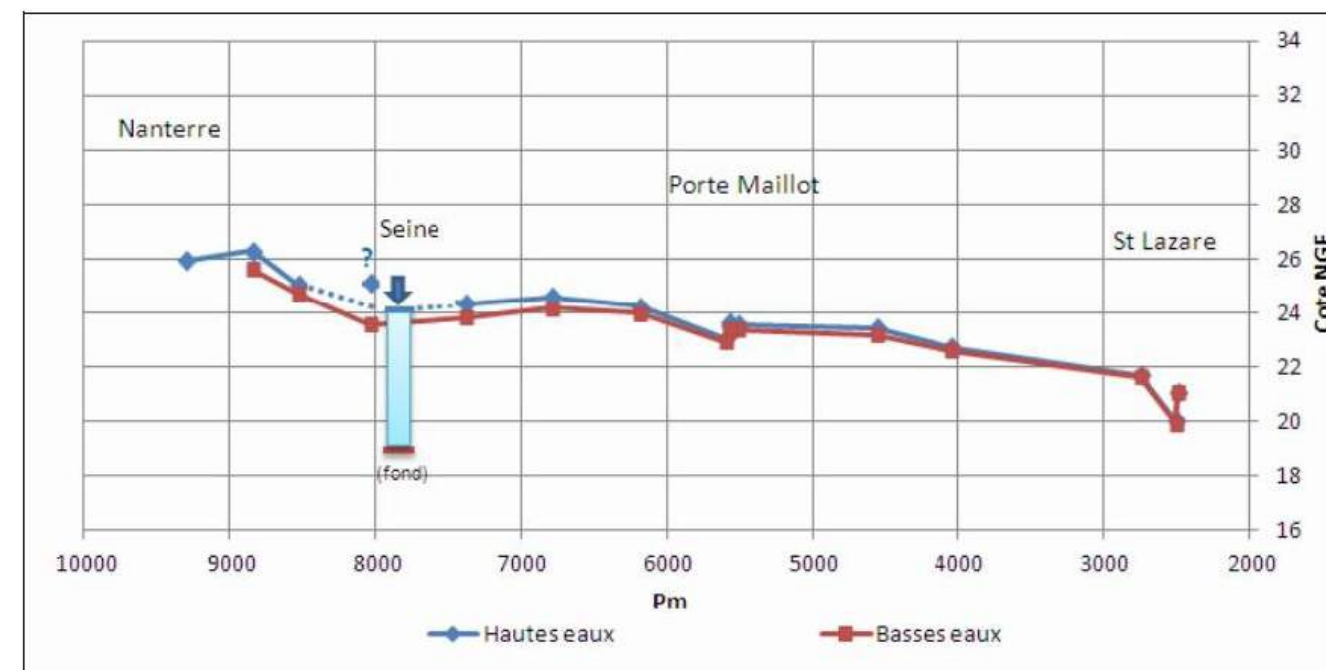


Figure 18 Profil piézométrique de la nappe du Lutétien (basses eaux 2012 et hautes eaux 2013) - Source : SED

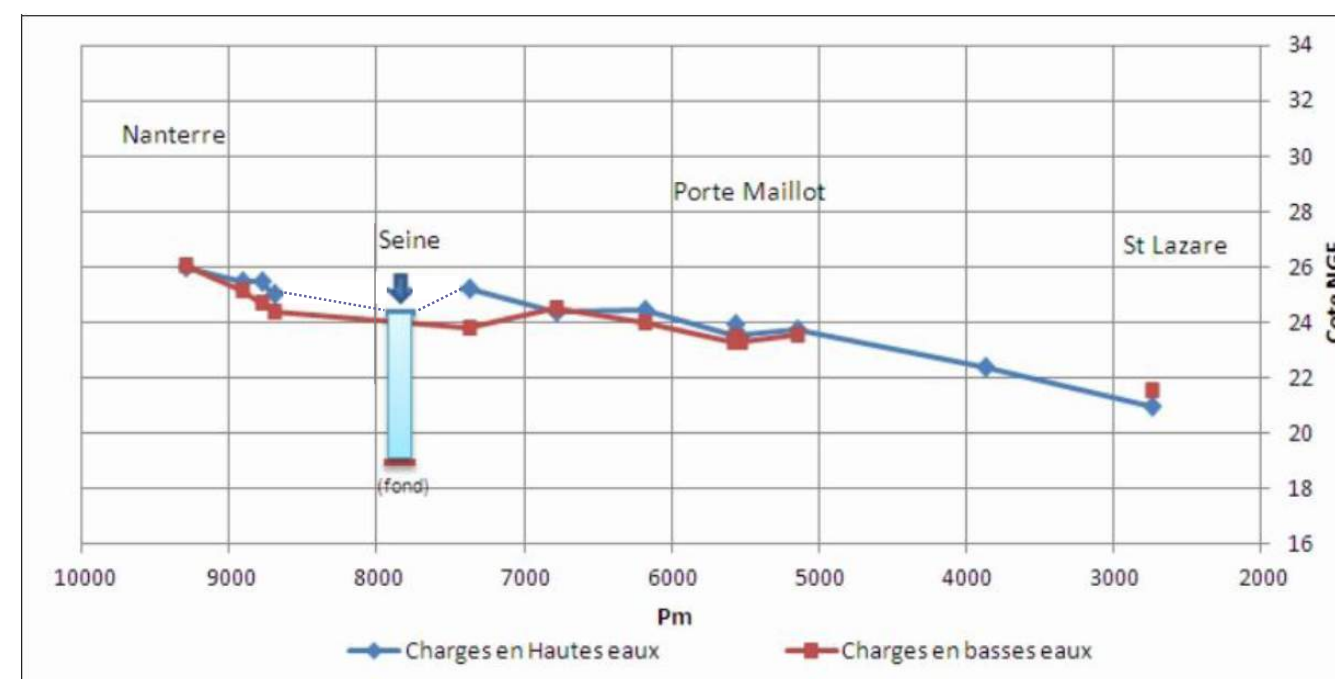
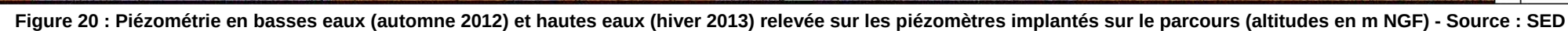


Figure 19 Profil piézométrique de la nappe de l'Yprésien (basses eaux 2012 et hautes eaux 2013) - Source : SED



1.2.5.2 Niveaux piézométriques attendus à Nanterre la Folie

Sur le secteur de Nanterre, une « étude prévisionnelle des niveaux de plus hautes eaux souterraines » a été réalisée en 2013 par les bureaux d'étude BURGEAP/FONDASOL concernant la nappe des Marnes et Caillasses et du Calcaire Grossier (Lutétien).

Cette étude s'est basée sur les données issues de la Banque du Sous-Sol (BSS), de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et de huit piézomètres mis en place sur le site en 2012.

Les résultats de cette étude montrent que la nappe du Lutétien a été mesurée :

- ♦ À une cote comprise entre 24,7 NGF (Mai 1972) et 27,35 NGF (Avril 2001 - données issues de la bibliographie) ;
- ♦ À une cote de 26,5m NGF (niveau d'équilibre issue du suivi piézométrique de 2012/2013).

Dans le cas le plus péjorant (arrêt de 100% des pompages exploitant les nappes dans les environs du site du projet et situation de crue de la Seine) le niveau de la nappe au droit du site s'équilibrerait à une cote d'environ **30,4 NGF, soit à environ 6 mètres sous le niveau le plus bas du terrain naturel** au droit du site.

Tableau 4 : Relevés piézométrique sur le secteur de Nanterre - Source : BURGEAP

Nom du piézomètre	Sondage équipé	Date de pose	NIVELLEMENT Coordonnées en Lambert93 et IGN69 (tête du piézomètre)			Profondeur du piézomètre (m)	Formation captée	Cote du niveau d'eau (m NGF)	Date de la mesure
			X	Y	Z				
PZ02	SC02	05/08/2013	643710,7	6866598,4	49,3	29	Sables de l'Yprésien	27,12	27/08/2013
								27,09	25/09/2013
								26,75	23/10/2013
								26,52	12/11/2013
PZ04	SC04	10/09/2013	643494,8	6866737,1	49,4	10,5	Marnes et caillasses	sec	25/09/2013
								sec	23/10/2013
PZ05	SC05	17/07/2013	643274,3	6866712,5	48,4	30,1	Sables de l'Yprésien	27,43	27/08/2013
								27,41	25/09/2013
								27,31	23/10/2013
								27,24	12/11/2013
PZ12	SC12	17/09/2013	642835,3	6867111,1	45,2	20	Calcaire grossier	Relevé impossible (présence de déchets)	23/10/2013
PZ15	SC15	18/09/2013	642977,1	6867437,8	39,0	14,3	Calcaire grossier	26,42	23/10/2013
								26,36	12/11/2013
PZ19	SC19	13/08/2013	643356,3	6867580,5	38,1	19	Calcaire grossier	26,51	23/10/2013
								26,44	12/11/2013
PZ21	SC21	02/10/2013	643463,4	6866602,6	50,0	24	Marnes et caillasses et Calcaire grossier	28,51	12/11/2013
PZ23	SC23	18/10/2013	643115,8	6866676,1	47,7	20,2	Marnes et caillasses et Calcaire grossier	sec	12/11/2013

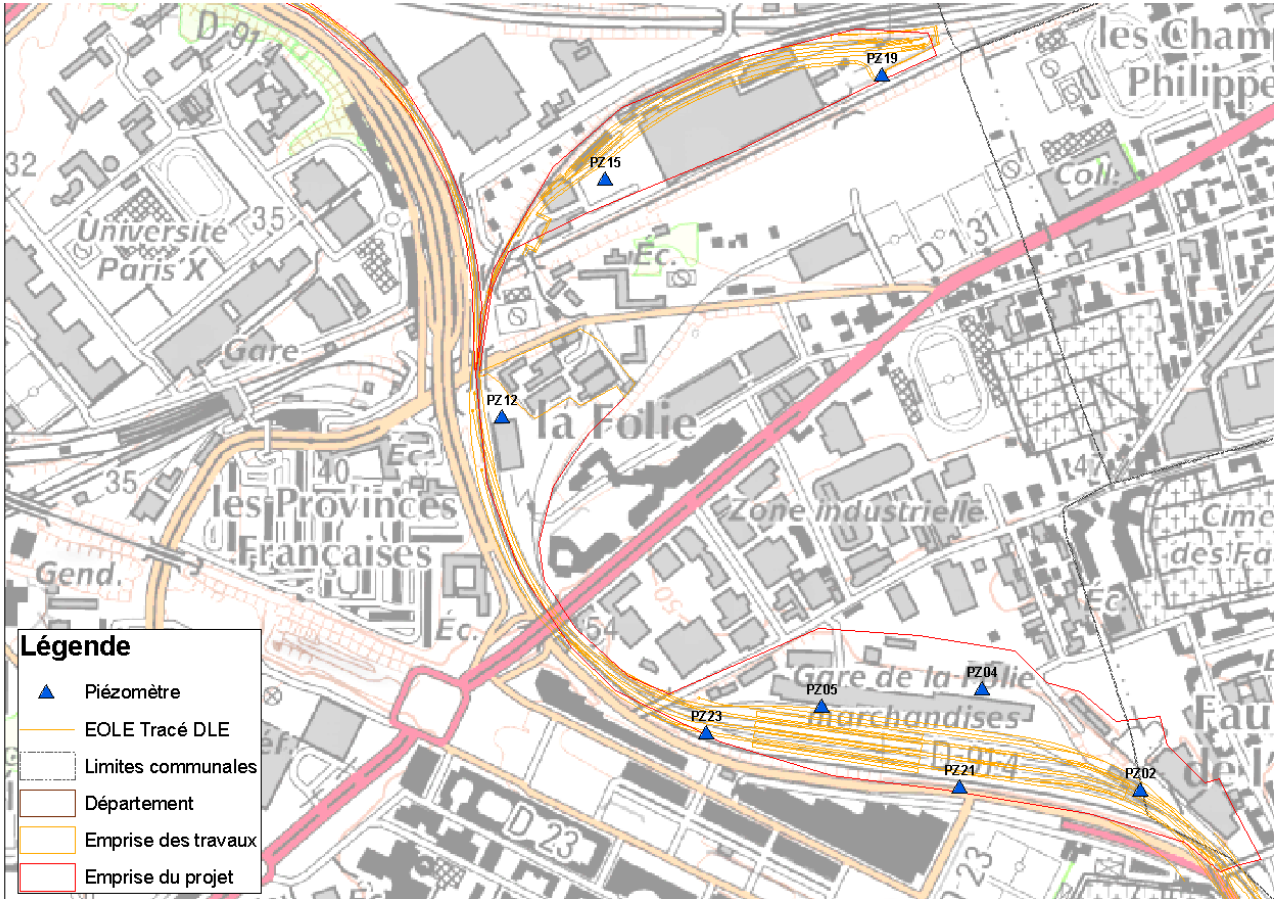


Figure 21 : Localisation des piézomètres Eole du site de Nanterre

1.2.6 Synthèse des enjeux liés aux eaux souterraines

Les principales masses d'eau souterraines du secteur pouvant être impactées par le projet sont les Alluvions de la Seine, le Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix et l'Éocène du Valois. Ces masses d'eaux sont dotées d'un objectif de bon état chimique et quantitatif, avec un délai plus ou moins proche (2015 ou 2027).

Les alluvions de la Seine sont particulièrement sensibles aux pesticides, nitrites et métaux. Les masses d'eaux du Tertiaire du Mantois à l'Hurepoix et de l'Éocène du Valois sont elles concernées par les nitrates et pesticides.

Pour le projet Eole, **le maintien des objectifs quantitatifs de bon état (horizon 2015) et la non-dégradation de la qualité des eaux est un enjeu fort**, en particulier sur les secteurs où des opérations de rabattement sont prévus et au droit des travaux souterrains.

1.3 LES MASSES D'EAUX SUPERFICIELLES

La carte en page suivante présente les masses d'eaux superficielles concernées par le périmètre du présent dossier.

1.3.1 Réseau hydrographique concerné

L'aire d'étude du présent dossier concerne principalement :

- ♦ La **Seine** de Paris à Nanterre ;

Depuis sa source à 471 m d'altitude sur le plateau de Langres, la Seine parcourt une distance de 776 km jusqu'à la Manche. En aval de Troyes, près de Romilly où il reçoit l'Aube, le fleuve s'oriente vers l'Ouest pour longer la côte de l'Île-de-France jusqu'à Montereau, où il accueille l'Yonne. Au confluent du Loing, la Seine reprend la direction générale du Nord-Ouest pour traverser Melun, Corbeil-Essonnes et recevoir la Marne à son entrée dans Paris.

En aval de la capitale, elle parcourt les plateaux de l'Île-de-France et de la Normandie, en décrivant des méandres de plus en plus grands. Elle recevra encore l'Oise et l'Epte sur sa rive droite, puis l'Eure sur sa rive gauche, avant de traverser Rouen et se jeter dans la Manche par un estuaire de 15 km.

- ♦ Le canal Saint-Denis et le canal de l'Ourcq à Paris ;

Long de 6,6 km, le canal Saint-Denis relie le canal de l'Ourcq à proximité du parc de la Villette à Paris (75) à la Seine au niveau de la commune de Saint-Denis (93).

Le canal de l'Ourcq est un canal de navigation, anciennement créé pour alimenter Paris en eau potable. Il débute à Mareuil-sur-Ourcq dans l'Oise et rejoint Paris au niveau du bassin de la Villette après avoir parcouru environ 96 km.

Ils sont classés comme cours d'eau sur tout leur linéaire.

Ces cours d'eau sont représentés sur la carte page suivante.

1.3.2 Masses d'eaux superficielles et objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau

1.3.2.1 Masses d'eaux et notion de bon état

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) propose un découpage des milieux aquatiques en masses d'eau qui constituent l'unité d'évaluation. Elle définit un objectif de bon état des masses d'eaux à l'horizon 2015 (au plus tard 2027 en cas de report des délais). Pour les eaux superficielles, ce bon état s'évalue en fonction d'un **état écologique** comprenant des paramètres biologiques, physico-chimiques et hydromorphologiques et d'un **état chimique** (figure suivante).

En droit français, les méthodes et les critères d'évaluation de l'état des eaux ont été définis par l'arrêté du 25 janvier 2010. Cet arrêté définit les paramètres à suivre et les valeurs seuil des classes d'état, conformément aux objectifs de la DCE.

Pour les cours d'eau, le processus d'évaluation du bon état se réalise de la façon suivante :

- ♦ Calcul de l'**état écologique**, en prenant en compte séparément les éléments biologiques mesurés (poissons : Indice Poisson Rivière - IPR⁵, invertébrés : Indice Biologique Global

⁵ IPR : La mise en œuvre de cet indice consiste à mesurer l'écart entre le peuplement sur une station donnée et la composition du peuplement attendue en situation de référence, c'est à dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme. Plus l'indice est élevé, plus l'écart est important.

Normalisé - IBGN, diatomées : Indice Biologique Diatomée - IBD, macrophytes : Indice Biologique Macrophyte Rivière - IBMR), les paramètres physico-chimiques (macropolluants et polluants spécifiques) puis en intégrant l'ensemble. Le paramètre « hydromorphologie » est pris en compte pour l'évaluation du « très bon état ». L'état écologique se décline en 5 classes, de très bon à mauvais ;

- ♦ Calcul de l'**état chimique**, en évaluant le respect ou non des normes de qualité environnementale (NQE) fixées par les directives européennes pour les 41 substances prioritaires ou dangereuses (Directive n°2000/60/CE). L'état chimique se décline en 2 classes : bon ou mauvais. L'état chimique d'une masse d'eau de surface est bon lorsque les concentrations en polluants ne dépassent pas les normes de qualité environnementale. Le bon état chimique est atteint pour un polluant lorsque l'ensemble des NQE de ce polluant est respecté en tout point de la masse d'eau hors zone de mélange.

L'**état global** se calcule par l'agrégation des 2 états : le bon état global est atteint lorsque l'état écologique et l'état chimique sont au moins bons.

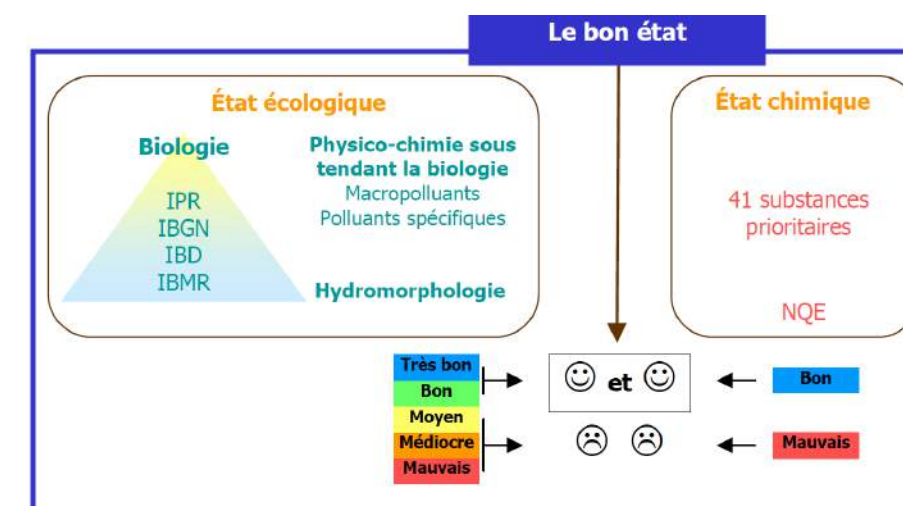


Figure 22 : Détermination de l'état d'une masse d'eau (Source : La qualité des cours d'eau en Île-de-France – DIREN 2010)

Un cas particulier est à souligner : le cas des Masses d'Eau fortement Modifiées (MEFM). Elles correspondent à des masses d'eau significativement remaniées ou altérées par l'activité humaine, pour lesquelles il est impossible d'atteindre le bon état sans remettre en cause l'objet des modifications effectuées. Elles ont été identifiées dans les Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux qui déclinent localement les objectifs de la DCE et bénéficient d'objectifs moins strict du point de vue du caractère écologique de la masse d'eau. On parle alors d'objectif de bon potentiel.

1.3.2.2 Objectifs de qualité pour les cours d'eau concernés par le projet

Les objectifs de qualité de l'eau fixés par le SDAGE Seine Normandie pour les cours d'eau de la zone d'étude sont présentés dans le tableau ci-après. Ces objectifs sont déclinés par masse d'eau, un cours d'eau pouvant être découpé en plusieurs masses d'eau.

Les caractéristiques de ces masses d'eau figurent dans le tableau ci-après. Précisons que la Seine est qualifiée de fortement modifiée, autrement dit ayant subi certaines altérations physiques dues à l'activité humaine et de ce fait fondamentalement modifiée quant à son caractère.

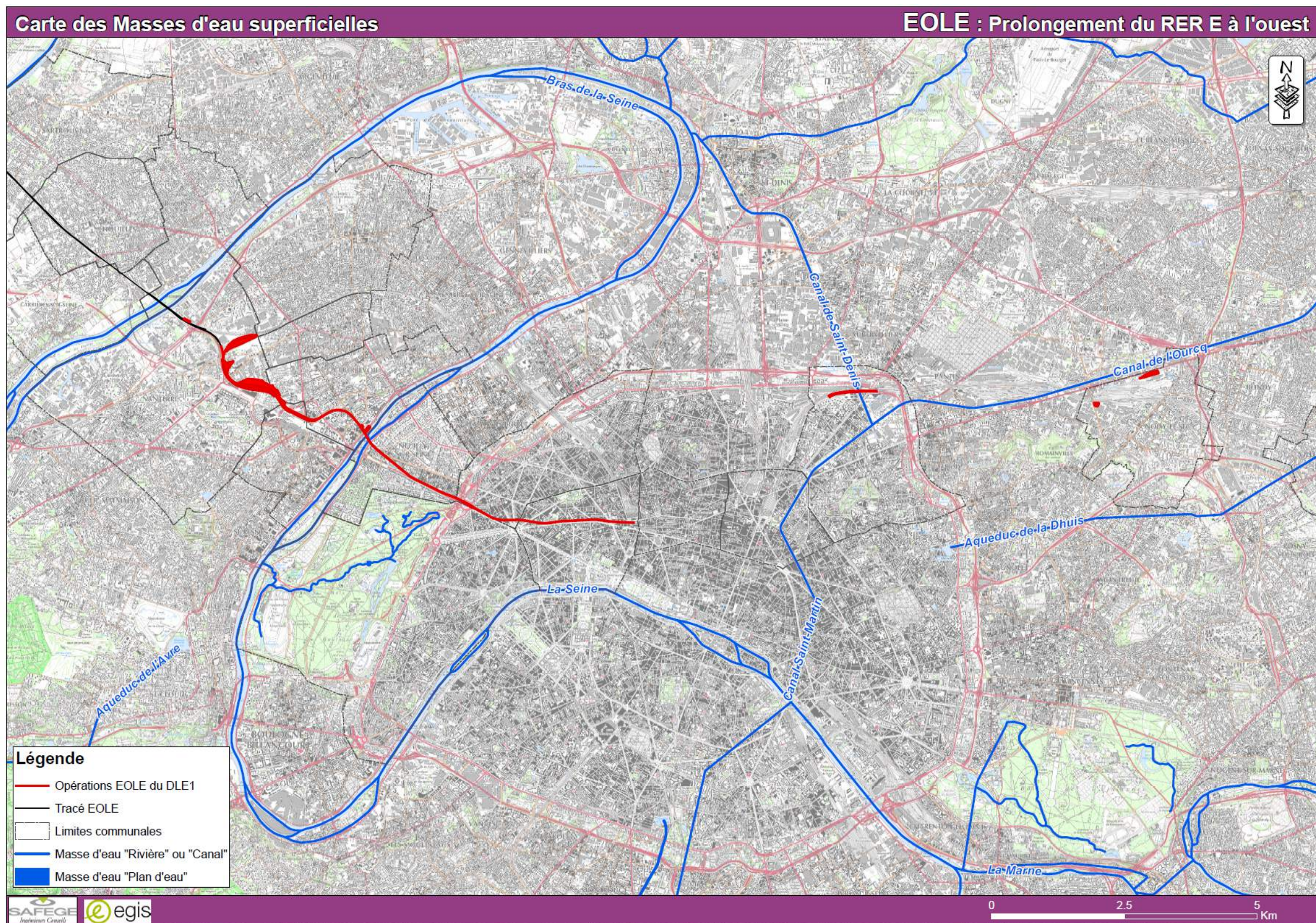


Tableau 5 : Objectifs de qualité retenus pour les masses d'eau superficielle interceptées par l'aire d'étude du présent dossier (source : Annexe 4 du SAGE Seine Normandie)

Nom de la ME	Code de la ME	Objectifs d'état				Paramètre(s) cause de dérogation					Motivation des choix	
		Écologique		Chimique		Biologie	Hydromorphologie	Chimie et physico-chimie			Justification	Précisions
		État	Délai	État	Délai			Paramètres généraux	Substances prioritaires	Autres polluants		
La Seine du confluent de la Marne (exclu) au confluent du Ru d'Enghien (inclus)	FRHR155A	Bon potentiel	2021	Bon état	2027	Poissons, invertébrés, macrophytes, phytoplancton	Régime hydrologique, continuité rivière et conditions hydromorphologiques	Nutriments, nitrates	Métaux, HAP, pesticides	-	naturelle, technique et économique	Délais de réponse du milieu aux restaurations hydromorphologiques, coût disproportionné
La Seine du confluent du Ru d'Enghien (exclu) au confluent de l'Oise (exclu)	FRHR155B	Bon potentiel	2021	Bon état	2027	Poissons, invertébrés, macrophytes, phytoplancton	Régime hydrologique, continuité rivière et conditions hydromorphologiques	Nutriments, nitrates	Métaux, HAP, pesticides	-	naturelle, technique et économique	Délais de réponse du milieu aux restaurations hydromorphologiques, coût disproportionné
Canal de la Ville de Paris	FRHR510	Bon potentiel	2015	Bon état	2015	-	-	-	-	-	-	-

1.3.3 Fonctionnement hydrologique

1.3.3.1 Généralités

La Seine a un **régime régulier de type océanique**, avec **hautes eaux de saison froide et étiages d'été**. Afin de réguler le régime naturel de ce fleuve présentant des débits trop importants en période de crue et trop faibles en été, deux types d'ouvrages hydrauliques dont les rôles sont différents et complémentaires ont été construits.

- ♦ En amont, là où le relief permet de stocker des volumes d'eau importants, l'État a construit quatre barrages réservoirs situés sur des secteurs non navigués à l'amont du bassin versant, sur l'Yonne, la Seine, la Marne et l'Aube. Ces barrages, qui présentent au total une capacité maximale de 847 millions de m³ et sont gérés par l'Institut Interdépartemental des Barrages Réservoirs du Bassin de la Seine (IIBRBS), jouent un double rôle :
 - soutien d'étiage, par vidange progressive en période estivale, afin de maintenir un débit suffisant du fleuve pour permettre l'alimentation en eau potable, la navigation et la dilution des effluents,
 - écrêtement des crues petites à moyennes, par remplissage des lacs réservoirs lorsque la pluviométrie est importante.
- ♦ En aval, et en particulier dans les Yvelines, on trouve des ouvrages totalement différents : ce sont les barrages de navigation. D'avril à novembre, si le fleuve était à l'état naturel, sa profondeur n'excéderait pas un mètre, ce qui rendrait impossible la navigation et ne permettrait pas au fleuve de remplir ses autres fonctions. Les barrages de navigation servent donc en période de faible débit à maintenir une hauteur d'eau suffisante pour la navigation et à garantir un certain débit au regard des pollutions des eaux résiduaires urbaines. Ils rendent ainsi le fleuve semblable à un escalier formé par une succession de bassins appelés « biefs ». Au niveau de chaque barrage, les écluses permettent aux bateaux de franchir cette marche. Par ailleurs, le faible débit durant ces périodes sèches est évacué en surverse au niveau des barrages, ce qui permet d'assurer le meilleur taux d'oxygénation possible de l'eau, élément indispensable pour la vie aquatique. En période de crue, ces barrages sont complètement ouverts et ne jouent plus aucun rôle. Ils ne doivent alors pas faire obstacle à l'écoulement des eaux pour éviter d'aggraver les conséquences des inondations. Cinq barrages de navigation, gérés par l'établissement public Voies Navigables de France (VNF), sont situés dans les Hauts-de-Seine (Suresnes) et dans les Yvelines à Chatou, Bougival, Andrézy-Denouval et Méricourt.

A noter que le risque inondation est traité ci-après au sein du chapitre 1.4 page 41.

1.3.3.2 Débits caractéristiques des cours d'eau

Les services de l'État assurent le suivi des débits des cours d'eau par l'intermédiaire de stations de mesure implantées sur les différents cours d'eau français. La Seine est suivie de manière régulière :

Tableau 6 : Débits caractéristiques moyens des stations hydrologiques - Source : Banque Hydro – Février 2014

Station	Code	Données disponibles	Débit moyens (en m ³ /s)			QMNA ₅ (en m ³ /s)
			Interannuel	Mensuel min.	Mensuel max.	
La Seine à Paris – Austerlitz (75)	H5920010	1974-2014	310	135 (août)	542 (février)	82

QMNA₅ : débit moyen mensuel sec de récurrence 5 ans

Les données hydrologiques de synthèse présentées dans le tableau ci-avant et les graphiques ci-après. On constate ainsi que la période de basses eaux est estivale, les débits les plus faibles étant observés en août et septembre. La période de hautes eaux a lieu en hiver avec des maxima en février.

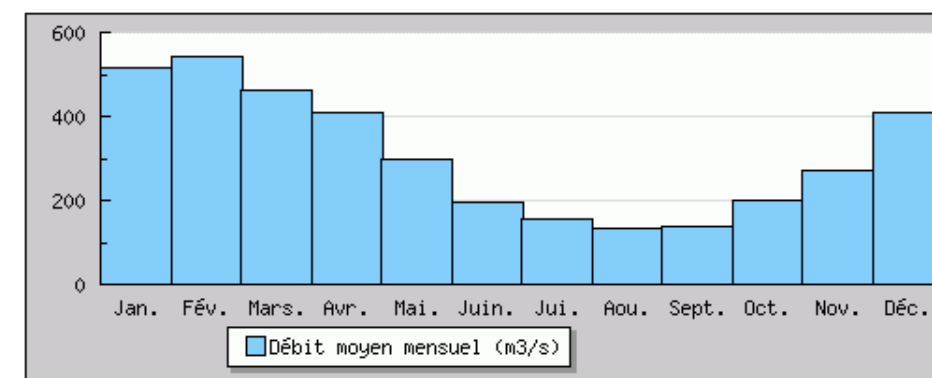


Figure 23 : Débits moyens de la Seine à Austerlitz - Source : Banque Hydro – Février 2014

Le canal Saint-Denis étant un ouvrage artificiel contrôlé par des écluses, son débit est régulé. Il varie entre 3 et 6 m³/s en période normale et peut aller jusqu'à 10 m³/s en période de exceptionnelle.

1.3.4 Qualité des eaux superficielles

1.3.4.1 Réseau de mesure

Dans le cadre de la mise en place de la DCE, un programme de surveillance de la qualité des eaux de surface a été mis en place pour le rapportage à Bruxelles et remplace depuis 2007 le Réseau National de Bassin (RNB). Ce suivi est assuré par la DRIEE pour la biologie, l'ONEMA pour les données piscicoles et l'AESN pour la physico-chimie et la chimie.

Ce programme de surveillance comporte notamment :

- ♦ un **Réseau de Contrôle de Surveillance** (RCS) utilisé pour caractériser et contrôler l'état global de la masse d'eau.
- ♦ un **Réseau de Contrôle Opérationnel** (RCO) dont l'objectif est de suivre l'état des masses d'eau à risque de non atteinte du bon état ou bon potentiel (quelle que soit l'échéance fixée pour l'atteinte de cet objectif). Ce réseau est destiné à quantifier l'impact des pressions sur les masses d'eau et à évaluer l'efficacité des actions mises en place. Ce réseau n'est pas pérenne et a vocation à disparaître une fois le retour au bon état ou au bon potentiel constaté. Chaque station est rattachée à un ou plusieurs enjeux à l'origine du risque ; le programme analytique est adapté à chaque enjeu.

En complément de ces réseaux dits « DCE », il existe un réseau non réglementaire, sous maîtrise d'ouvrage des Agences de l'Eau, le Réseau Complémentaire de Bassin (RCB).

Les données relatives à la qualité des cours d'eau présentées ci-après sont majoritairement issues de la DRIEE (notamment le document relatif à « La qualité des cours d'eau en Île-de-France – évolution de 1994 à 2011 » de juin 2013) et de l'Agence de l'Eau Seine Normandie.

Les résultats de qualité présentés sont des résultats à la station selon la méthode et les critères d'évaluation de l'arrêté du 25 janvier 2010, à l'exception des pesticides évalués avec l'outil SEQ-eau (système d'évaluation de la qualité des cours d'eau) en l'absence de norme de qualité.

Tableau 7 : Liste des stations permettant le suivi de la qualité de la Seine sur le secteur d'étude du présent dossier - source : DRIEE

Code de la station	Cours d'eau	Réseau
03081000	La Seine à Paris (75)	RCO
03081570	La Seine à Paris (75)	Autre réseau
03082000	La Seine à Suresnes (92)	RCO/RCS
03082560	La Seine à Clichy (92)	RCO
03083001	La Seine à Villeneuve-la-Garenne (92)	Autre réseau
03083000	La Seine à Epinay-sur-Seine (95)	Autre réseau
03083450	La Seine à Colombes (92)	RCO

Ces stations font l'objet de fiche de présentation en annexe 12.

1.3.4.2 Qualité des eaux de la Seine de Paris à Colombes

A- Analyse des données de la DRIEE et l'Agence de l'eau

De Paris à Colombes, 7 stations permettent le suivi de la qualité par la DRIEE et l'Agence de l'Eau. Le tableau ci-après synthétise la qualité des eaux de la Seine en 2011.

- ♦ **Qualité biologique :**
 - Invertébrés : Les données indiquent un état globalement bon à très bon sauf ponctuellement à Colombes.
 - Diatomées : On constate que la grande majorité des stations atteint un état moyen en 2011. Il est à souligner qu'une tendance à l'amélioration de la qualité pour ce paramètre est observée depuis 2002.
 - Poissons : Les stations où ce type de donnée est disponible présentent un état globalement bon. Précisons qu'une grande majorité des cours d'eau d'Île-de-France a subi des dégradations morphologiques : rectifications, recalibrages, présence de nombreux seuils et barrages qui induisent une uniformisation des faciès d'écoulement. Ces perturbations impactent directement la structure des peuplements piscicoles qui ne sont pas conformes aux peuplements attendus en condition de référence.
 - Macrophytes : Il convient de noter que les rivières franciliennes, dont l'eau est naturellement riche en calcium et en nutriments azotes et phosphores, sont généralement d'un niveau trophique élevé (moyen à fort). Les valeurs observées de niveaux trophiques importants sont donc logiques. Cependant, d'importants apports de nutriments d'origine anthropique sont révélés par la proportion notable de la classe « niveau trophique⁶ très élevé ».
- ♦ **Paramètres physico-chimiques et chimiques :**
 - Bilan oxygène : Sur l'ensemble des stations il est observé une amélioration notable depuis 2007.
 - Nutriments : Les matières phosphorées et azotées sont souvent responsables d'une qualité moyenne à mauvaise de la Seine. Cette situation reflète l'influence des rejets de stations d'épuration, longtemps non conformes, et des rejets importants de temps de pluie issus des réseaux d'assainissement majoritairement unitaires. Les mises à niveau récentes devraient permettre de confirmer la tendance à l'amélioration observée depuis ces cinq dernières années sur la Seine.
 - Micropolluants hors pesticides : Avec une urbanisation dense et un tissu industriel fortement développé, la vallée de la Seine cumule les contaminations par les HAP, le cuivre et certains micropolluants organiques (notamment les composés du tributylétain).
 - Pesticides : la Seine présente une qualité moyenne vis-à-vis des pesticides. Les molécules les plus retrouvées lors de la campagne de 2011 sont le glyphosate et son métabolite l'AMPA ainsi que l'atrazine et son métabolite le déséthylatrazine.

⁶ Trophique : Qui est relatif à l'alimentation d'un individu

Tableau 8 : Synthèse des résultats de qualité de la Seine en 2011 sur les secteurs concernés par le présent dossier – source : DRIEE

Cours d'eau	Indicateurs biologiques				Bilan qualité biologique	Indicateurs physico-chimiques			Bilan qualité physico-chimique	Pesticides	Autres micropolluants (hors HAP et pesticides)	
	Invertébrés	Diatomées	Poissons	Macrophytes		Ammonium	Phosphore total	Nitrates			Métaux	Organiques
La Seine à Paris (75)								<18 mg/L				
La Seine à Paris (75)												
La Seine à Suresnes (92)								<18 mg/L	Othophosphates		Cuivre	
La Seine à Clichy (92)								<18 mg/L	Othophosphates		Cuivre	
La Seine à Villeneuve-la-Garenne (92)												
La Seine à Epinay-sur-Seine (95)												
La Seine à Colombes (92)								<18 mg/L	Orthophosphates, Nitrites		Cuivre	

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : ils sont exclus des tableaux car ils déclassent systématiquement en Île-de-France (essentiellement issus de combustion - et contamination diffuse)

Classe de qualité	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
-------------------	----------	-----	-------	----------	---------

Tableau 9 : Synthèse des résultats de qualité de la Seine de 2007 à 2011aux stations Tolbiac (Paris) et Suresnes – source : AESN / DRIEE Île-de-France / ONEMA

Station :		03081000					03082000				
Nom du cours d'eau :		SEINE					SEINE				
Commune :		PARIS					SURESNES				
Année		2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
ETAT ECOLOGIQUE											
Paramètre (Unité)	Code SANDRE										
Hydrobiologie											
IBGA-DCE (invertébrés)	6951					12				15	14
IBD 2007 (diatomées)	5856					12.8			12.9	13.3	13.0
IPR (poissons)	7036						8.41	25.11	24.10	13.65	10.82
Physico-chimie											
Bilan de l'oxygène											
Oxygène dissous (mg O ₂ /L)	1311	9.40	10.40	9.20	8.30	8.00	8.60	8.20	8.80	7.00	7.20
Taux de saturation en O2 (%)	1312	95.60	107.00	103.00	82.00	86.00	91.50	94.00	95.00	78.00	79.00
Demande biochimique en Oxygène (mg O ₂ /L)	1313	1.80			2.80	2.00	2.50	3.00	3.10	2.50	1.80
Carbone organique dissous (mg C /L)	1841	2.80			3.17	3.17	2.80	3.96	3.59	3.53	2.97
Nutriments											
Orthophosphates (mg PO ₄ ³⁻ /L)	1433	0.37			0.73	0.45	0.38	0.30	0.36	0.38	0.52
Phosphore total (mg P /L)	1350	0.14			0.27	0.16	0.15	0.11	0.12	0.21	0.18
Ammonium (mg NH ₄ ⁺ /L)	1335	0.19			0.22	0.22	0.18	0.16	0.17	0.23	0.16
Nitrites (mg NO ₂ ⁻ /L)	1339	0.14			0.15	0.18	0.16	0.13	0.15	0.18	0.14
Nitrates (mg NO ₃ ⁻ /L)	1340	29.00			22.60	23.60	28.30	24.30	24.60	25.90	25.20
Acidification											
pH mini	pH _{min}	7.73	7.60	7.70	7.75	7.70	7.69	7.85	7.05	7.70	7.70
pH maxi	pH _{max}	8.28	8.05	8.15	8.30	8.20	8.26	8.25	8.15	8.40	8.15
Température (°C)	1301	19.70	16.50	22.80	23.00	20.00	19.50	21.90	22.10	20.70	20.00

Etat écologique	
NC	Non Communiqué (Absence de données)
	Très bon état
	Bon état
	Etat moyen
	Etat médiocre
	Mauvais état
	Données manquantes dans l'agrégation

B- Mesures complémentaires au droit du port fluvial

Dans le cadre de l'étude réalisée par le bureau d'étude BIEF en 2011 pour le projet Travaux de desserte fluviale du chantier « Hermitage Plaza » sur la commune de Courbevoie (92), des mesures complémentaires de la qualité hydrobiologique des eaux superficielles de la Seine à Courbevoie au droit du projet ont été réalisées.

Cette étude comprenait la réalisation, sur les 2 stations localisées ci-après de :

- ♦ **2 IBMR** (Indice Biologique Macrophytique en Rivière) : cet indice est fondé sur l'examen des macrophytes (végétaux) pour déterminer le statut trophique des rivières⁷. Il s'agit d'une observation in situ des peuplements macrophytiques, avec identification des taxons⁸, puis d'une estimation de leurs recouvrements, avec prélèvement éventuel d'échantillons pour vérification taxonomique
- ♦ **2 IQBP** (Indice de Qualité Biologique Potentielle) : cet indice fournit une estimation qualitative des milieux aquatiques. Il utilise les différentes espèces de la macrofaune invertébrée benthique⁹ comme éléments intégrateurs de la qualité de l'eau. Le tri et l'identification des espèces d'invertébrés d'une station de prélèvement donnée permettent de déterminer la variété taxonomique dans l'échantillon et de définir un groupe faunistique indicateur. La variété taxonomique et la nature du groupe faunistique indicateur permettent d'exprimer la valeur de l'IQBP (note de 0 à 20).

Deux relevés supplémentaires ont ensuite été réalisés en 2013. Il s'agissait de la réalisation de **2 IBGA** (Indice Biologique Global Adapté aux grands cours d'eau et aux rivières profondes). Cet indice consiste à réaliser un IBGN (méthode d'inventaire des macro-invertébrés benthiques) sur les bordures de la rivière, plus un prélèvement à la drague dans le chenal, et des dragages ou des piégeages à l'aide de substrats artificiels dans le milieu intermédiaire. Les stations prospectées sont présentées dans la figure ci-après.

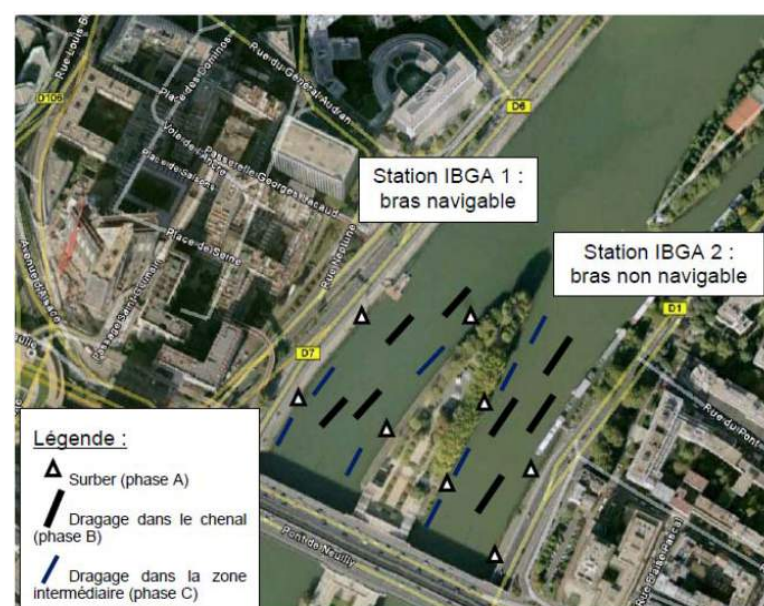


Figure 24 : Localisation des stations IBGA - source : BIEF

⁷ Dépend de la quantité de matière organique produite en fonction des apports en azote et phosphore

⁸ Entité d'êtres vivants regroupés car possédant des caractères en commun du fait de leur parenté.

⁹ Vivant sur le fond

Résultats :

Les résultats des deux IBMR aux deux stations sont identiques. Les notes sont respectivement de 6,48 et de 6,33 / 20. Les indices IBMR montre pour les 2 stations un niveau trophique de l'eau très élevé (note <8 sur l'échelle de la norme).

Les taxons présents sont les mêmes aux deux stations. La présence du potamot nouveau (*Potamogeton nodosus*), cependant peu abondant, semble indiquer une légère pollution azotée et phosphatée. La présence d'algues polluo-résistantes en bordure paraît confirmer cette hypothèse.

Cependant, l'eutrophisation de la Seine est à relativiser compte tenu du facteur navigation qui agit sur la distribution des végétaux (tant en les relayant aux berges, qu'en permettant leur propagation).

En termes d'IQBP, les deux stations présentent la même qualité hydrobiologique.

Les échantillonnages révèlent une qualité hydrobiologique de l'eau Hors Classe avec une variété taxonomique (Σt) de 3, et un groupe faunistique indicateur (GI) de 2. Le cours d'eau présente un mauvais état écologique sur le plan hydrobiologique au sens de la circulaire DCE.

En réalité, le GI montre une bonne corrélation avec la qualité physico-chimique de l'eau pour les paramètres de pollution classique à dominante organique. Si l'on compare avec les résultats physico-chimiques, la qualité de l'eau n'est effectivement pas de bonne qualité. D'une manière générale, la qualité de l'eau ne permet pas l'établissement des taxons les plus polluosensibles. Par contre l'eau présente une oxygénation relativement bonne à moyenne. C'est pourquoi les Ephemeroptères (Caenidae) représentent une bonne proportion dans la diversité taxonomique.



Figure 25 : Larve d'Éphéméroptère (Caenidae) (Source : BIEF)

La faible diversité des taxons identifiés démontre également la monotonie des habitats présents. En effet, les stations ne présentent pas une grande diversité dans les biotopes. Les cages ont été immergées au niveau des blocs d'enrochements présents au niveau du talus sous-fluvial. Les berges ne présentent pas une grande diversité écologique.

Enfin, les IBGA¹⁰ réalisés en 2013 atteignent des notes de 8/20 pour le bras navigable et de 11/20 pour le bras non navigable. Ces résultats constituent une qualité hydrobiologique moyenne du secteur.

D'après les mesures hydrobiologiques complémentaires réalisées en 2013 au droit du futur Port Fluvial, la qualité biologique de la Seine à Courbevoie est globalement moyenne à mauvaise.

¹⁰ IBGA : L'analyse des macro-invertébrés, organismes particulièrement sensibles à la pollution, permet, par l'attribution d'une note de 0 à 20, de déterminer la qualité biologique d'un cours d'eau

1.3.4.3 Qualité des eaux des canaux de Paris

D'après les informations transmises par la Ville de Paris, qui est propriétaire et gestionnaire des canaux de Saint-Martin, de l'Ourcq et de Saint-Denis, des campagnes de mesures de la qualité de l'eau de ce réseau fluvial sont menées tous les ans.

Deux stations sont intéressantes dans le cadre du projet de prolongement du RER E à l'Ouest :

- l'une à la confluence Seine – Canal Saint-Denis,
- l'autre au pont de la Moselle, qui correspond au Bassin de la Villette soit à la fin du Canal de l'Ourcq.

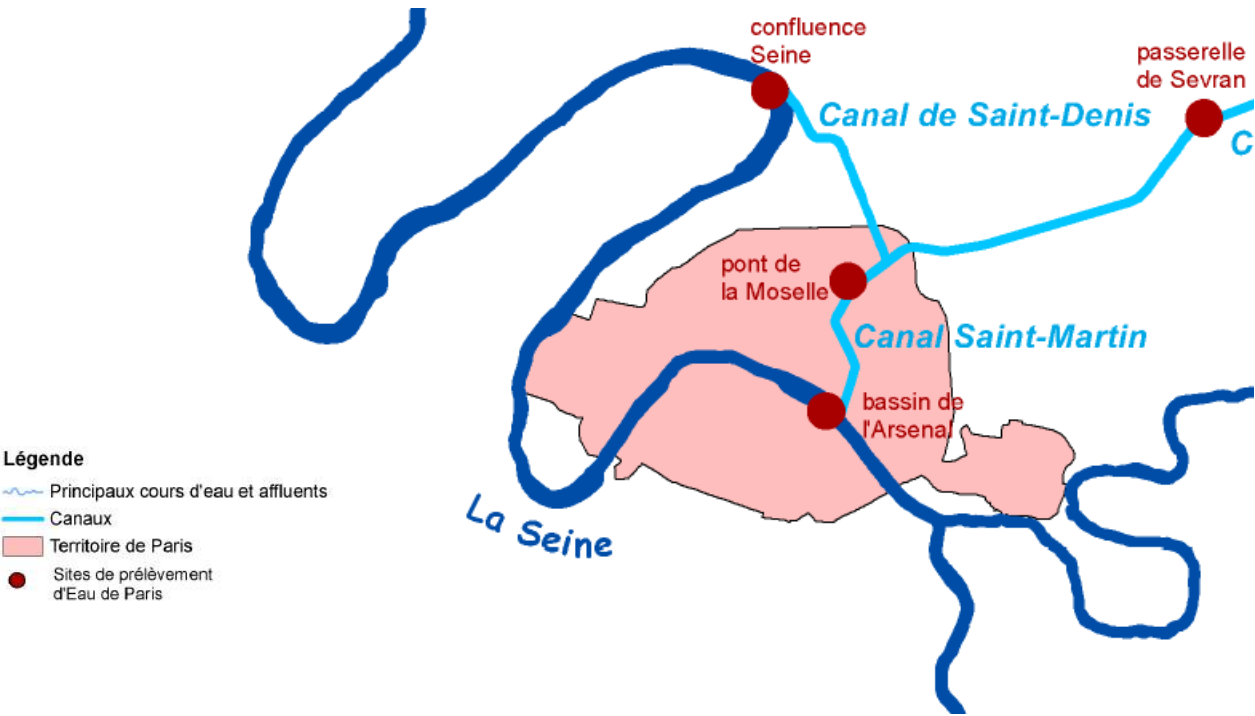


Figure 26 : Localisation des points de suivi de la qualité des canaux parisiens - source : Eau de Paris

◆ Paramètres biologiques

La qualité biologique des canaux est suivie au travers de l'IBGA (Indice Biologique Global Adapté) et de l'IPR (Indice Poisson Rivière), et ce uniquement au droit de la station du Pont de la Moselle. Les résultats pour 2010 sont présentés ci-après :

	IBGA	IPR	Global
Pont de Moselle	10	44,4	Mauvais

Classe de qualité	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
-------------------	----------	-----	-------	----------	---------

Tableau 10 : État écologique en 2010 du Canal Saint-Denis et du Canal Saint-Martin selon les paramètres biologiques
Source : Suivi des résultats d'analyse de la qualité de l'eau des canaux – rapport annuel 2010 – Eau de Paris
Sur l'ensemble des stations prises en compte le long des canaux, on observe que l'IPR est l'indice déterminant et donc que l'état global vis-à-vis des paramètres biologiques correspond aux classes de qualité de l'IPR, soit un mauvais état du canal au Pont de Moselle en 2010.

◆ Paramètres physico-chimiques

Certains paramètres permettant de définir l'état écologique n'ont pas été évalués, à savoir : le taux de saturation en oxygène dissous, la DBO₅ (Demande Biologique en Oxygène), le phosphore total ainsi que la salinité (conductivité, chlorures et sulfates).

	pont de la moselle	confluent seine canal St denis	Confluent seine-canal St martin
Paramètre	93200-00002	93200-0001	72-0001
Bilan de l'oxygène			
Oxygène dissous	9.1	6.2	5.8
Carbone organique dissous	3.7	3.96	4.14
Température			
Température (Eaux cyprinicoles)	22.3	22.3	22.1
Nutriments			
PO43-	0.29	0.32	0.31
NH4+	0.16	0.21	0.22
NO3-	22	25	25
NO2-	0.22	0.17	0.18
Acidification			
pH minimum in situ	8.1	7.9	7.8
pH maximum in situ	8.35	8.4	8.2

	pont de la moselle	confluent seine canal St denis	Confluent seine-canal St martin
Paramètre	93200-00002	93200-0001	72-0001
Bilan de l'oxygène			
Température			
Nutriments			
Acidification			
Etat écologique global			

Figure 27 : Bilan de l'évaluation de l'état écologique des canaux aux différents points de mesures en 2010 – Paramètres physico-chimiques généraux – source : Eau de Paris, 2010

Note : les résultats en italique indiquent que la limite de quantification a été atteinte au moins une fois.

On constate ainsi qu'en 2010 les deux canaux présentent un bon état écologique au regard des paramètres physico-chimiques généraux.

Outre ces paramètres physico-chimiques généraux, l'état écologique est également défini en fonction des mêmes polluants spécifiques que pour les masses d'eau « rivières » :

- polluants non synthétiques : l'arsenic, le chrome, le cuivre et le zinc ;
- polluants synthétiques (herbicides...) : le 2,4 D, le 2,4 MCPA, le chlortoluron, l'oxadiazon et le linuron.

Dans le cadre de la campagne de mesures menée en 2010, aucun des polluants spécifiques non synthétiques n'a été analysé. Sur les polluants analysés (chlortoluron et linuron), les normes de qualité environnementale sont respectées.

◆ Paramètres chimiques

D'après les résultats de 2010, les canaux au droit des deux stations présentent un mauvais état chimique en raison du non respect de la norme pour les HAP (polluants industriels).

♦ **Qualité vis-à-vis de la baignade**

Les paramètres sont comparés aux seuils définis dans la directive 2006/7 du 15 février 2006 qui fixe les critères minima de qualité auxquels doivent répondre les eaux de baignade.

	pont de la moselle	confluent seine canal St denis	Confluent seine-canal St martin
Paramètre	93200-00002	93200-0001	72-0001
BACT - Micro-organismes			
Escherichia coli (E. coli) (u/100ml)	2536	7063	7683
Entérocoques (u/100ml)	253	3693	4753

Figure 28 : Évaluation de la qualité de l'eau des canaux vis à vis de la baignade – source : Eau de Paris, 2010
On constate ainsi qu'en 2010, les eaux des canaux sont de qualité insuffisante pour la baignade en tous les points de mesure. Cependant, au niveau du Pont de la Moselle, la qualité excellente est atteinte en ce qui concerne les entérocoques. Les microorganismes Escherichia Coli, en revanche, dépassent les critères de qualité au droit des deux stations.

♦ **Synthèse**

La figure ci-après synthétise et actualise ces résultats.

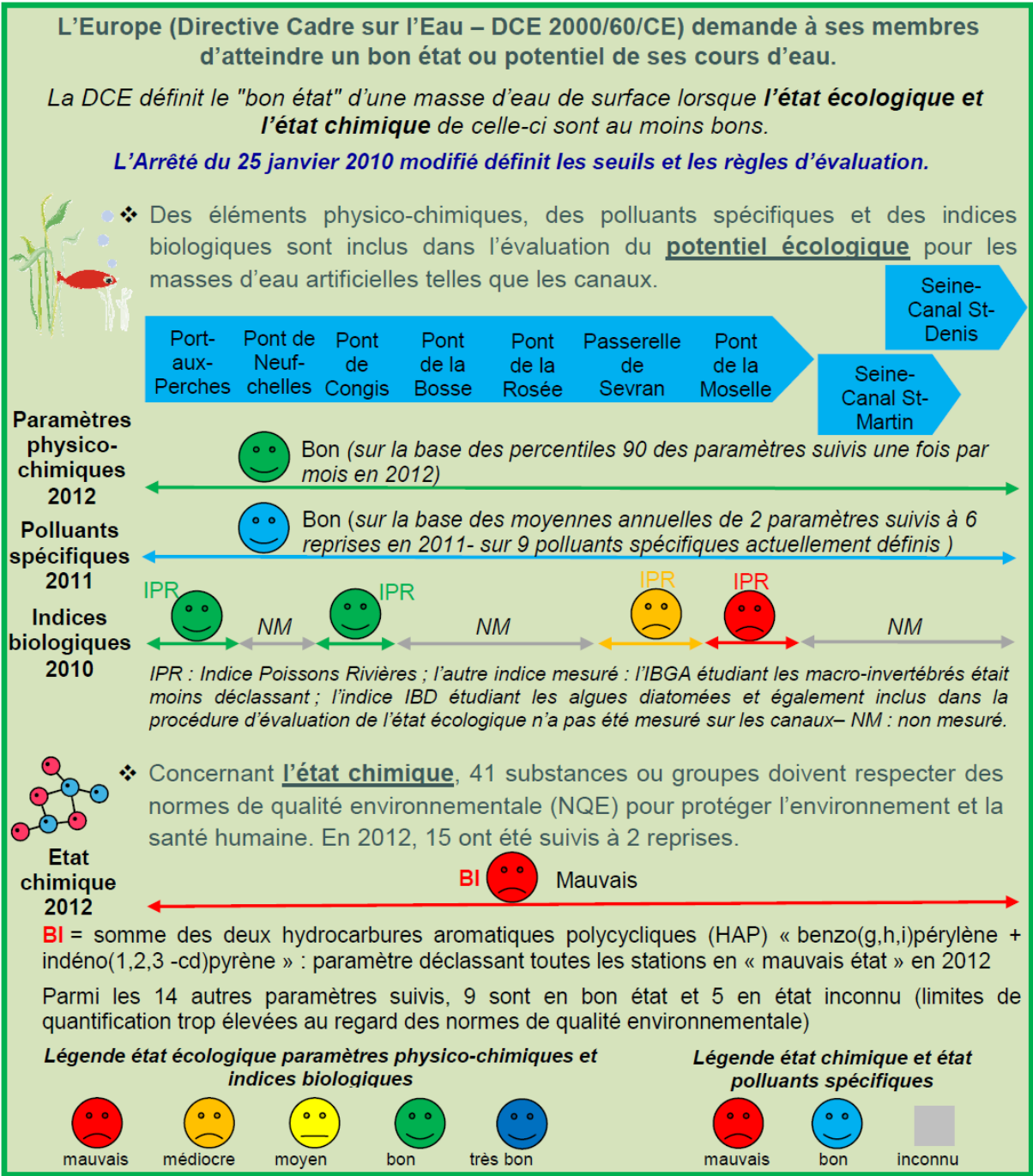


Figure 29 : fiche de synthèse de la qualité de la qualité de l'eau des canaux parisiens en 2012 – Source : Mairie de Paris

1.3.5 Qualité des sédiments de la Seine à Courbevoie

Des curages devant être réalisés dans le lit mineur de la Seine au droit du futur port fluvial à Courbevoie, des analyses de sédiments ont été réalisées.

Des prélèvements de sédiments ont été réalisés le 14 avril 2011 au droit du quai par le bureau d'études BIEF et en compagnie d'un responsable du laboratoire SGS Multilab. L'échantillon a été ensuite remis au laboratoire pour analyses.

L'arrêté du 9 août 2006 annexé au décret n°93-743 du 29 mars 1993 fixe les niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature du code de l'Environnement.

- ♦ Art. 1^{er} : Lorsque, pour apprécier l'incidence de l'opération sur le milieu aquatique (ou pour apprécier l'incidence sur le milieu aquatique d'une action déterminée), une analyse est requise en application du décret nomenclature :
 - La qualité des sédiments extraits de cours d'eau ou canaux est appréciée au regard des seuils de la rubrique 3.2.1.0 de la nomenclature dont le niveau de référence S1 est précisé dans le tableau IV :

Tableau 11 : Niveaux relatifs aux éléments et composés traces (arrêté du 9 août 2006)

*Niveaux relatifs aux éléments et composés traces
(en mg/kg de sédiment sec analysé sur la fraction inférieure à 2 mm)*

PARAMÈTRES	NIVEAU S1
Arsenic	30
Cadmium	2
Chrome	150
Cuivre	100
Mercuré	1
Nickel	50
Plomb	100
Zinc	300
PCB totaux	0,680
HAP totaux	22,800

Le rapport d'analyse figure en annexe 13. Une synthèse des résultats est présentée ci-après.

1.3.5.1 Granulométrie

Les résultats figurent dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Résultats granulométrique – source : BIEF, 2011

		Seine
		quai
refus	> 2 mm	0,1%
Sables fins	63 - 200 µm	9,7%
Limons grossiers	20 - 63 µm	18,8%
Limons fins	2 - 20 µm	43,4%
Argiles	< 2 µm	26,5%

Les échantillons analysés présentent un sédiment très fin, comportant une teneur en fines (limons fins et argiles < 20 µm) très importantes.

1.3.5.2 Analyse chimique

Les résultats des analyses ont été comparés aux seuils réglementaires.

D'après ces résultats, les sédiments analysés ne présentent pas de traces de pollution. Les différentes concentrations en polluants contenus dans l'échantillon de sédiments sont toutes inférieures aux seuils de l'arrêté du 9 août 2006.

Les résultats figurent dans le tableau suivant.

Tableau 13 : Résultats de l'analyse chimique des sédiments – source : BIEF, 2011

	Unités	(Arrêté du 9 août 2006)	SEINE
			quai
Teneur en eau sur brut	%		46,39
Éléments minéraux (sur sec)			
Arsenic	Mg/kg	30	< 5
Cadmium	Mg/kg	2	< 0,8
Chrome	Mg/kg	150	13,53
Cuivre	Mg/kg	100	6,22
Nickel	Mg/kg	50	8,06
Plomb	Mg/kg	100	6,88
Zinc	Mg/kg	300	29,95
Mercuré	Mg/kg	1	< 0,4
Polychlorobiphényles			
PCB 28	Mg/kg		< 0,005
PCB 52	Mg/kg		< 0,005
PCB 101	Mg/kg		< 0,005
PCB 118	Mg/kg		< 0,005
PCB 138	Mg/kg		< 0,005
PCB 153	Mg/kg		< 0,005
PCB 180	Mg/kg		< 0,005
Somme des 7 PCB	Mg/kg	0,68	0,035
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (sur sec)			
Naphtalène	Mg/kg		< 0,1
Acénaphthylène	Mg/kg		< 0,1
Acénaphthène	Mg/kg		< 0,05
Fluorène	Mg/kg		< 0,05
Phénanthrène	Mg/kg		< 0,03
Anthracène	Mg/kg		< 0,03
Pyrène	Mg/kg		< 0,03
Benzo A anthracène	Mg/kg		< 0,03
Chrysène	Mg/kg		< 0,03
Benzo B fluoranthène	Mg/kg		< 0,03
Benzo K fluoranthène	Mg/kg		< 0,03
Benzo A pyrène	Mg/kg		0,57
Dibenzo A,H anthracène	Mg/kg		< 0,05
Indeno 1,2,3 CD pyrène	Mg/kg		< 0,05
Benzo GHI perylène	Mg/kg		< 0,05
Fluoranthène	Mg/kg		< 0,1
Somme des 16 HAP	Mg/kg	22,8	0,57

1.3.6 Synthèse des enjeux liés aux eaux superficielles

Les principales masses d'eau superficielles concernées par le projet sont la Seine et les Canaux de la ville de Paris.

Ces masses d'eaux sont dotés d'un objectif de bon potentiel écologique et de bon état chimique avec un délai plus ou moins important (2015 pour les canaux et 2021-2027 pour la Seine).

Pour la Seine, le report de délai est dû notamment aux paramètres suivants : Nutriments, Nitrates, Métaux, HAP et pesticides.

L'un des objectifs du projet étant la non-dégradation de la qualité des eaux, il s'agit d'un enjeu fort pour le projet Eole, en particulier sur les secteurs où des opérations de rejet en Seine sont prévues ainsi qu'au droit du futur port fluvial.

1.4 LE RISQUE INONDATION

1.4.1 Généralités

Une inondation est une submersion, lente ou rapide, d'une zone habituellement hors d'eau. Le risque inondation est la conséquence de deux composantes :

- ♦ l'eau qui peut sortir de son lit habituel d'écoulement ou survenir par remontée de la nappe d'eau souterraine (l'aléa),
- ♦ l'homme qui s'installe dans la zone inondable pour y implanter toutes sortes de constructions, d'équipements et d'activités (l'enjeu).

On distingue **trois types d'inondations** :

- ♦ **la montée lente des eaux en région de plaine** :
 - les inondations de plaine : la rivière sort de son lit mineur lentement et peut inonder la plaine pendant une période relativement longue. La rivière occupe son lit moyen et éventuellement son lit majeur ;
 - les inondations par remontée de la nappe phréatique : lorsque le sol est saturé d'eau, il arrive que la nappe libre affleure et qu'une inondation spontanée se produise. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés et peut perdurer ;
- ♦ **la formation rapide de crues torrentielles** consécutives à des averses violentes : lorsque des précipitations intenses tombent sur tout un bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, d'où des crues brutales et violentes dans les torrents et les rivières torrentielles. Le lit du cours d'eau est en général rapidement colmaté par le dépôt de sédiments, bois morts ou autres corps flottants qui peuvent former des barrages, appelés embâcles. Lorsqu'ils viennent à céder, ils libèrent une énorme vague, qui peut être mortelle.
- ♦ **le ruissellement pluvial urbain** : l'imperméabilisation du sol (bâtiments, voiries, parkings, etc.) limite l'infiltration des pluies et accentue le ruissellement, ce qui occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales. Il en résulte des écoulements plus ou moins importants et souvent rapides dans les rues.

Le régime pluvial du bassin de la Seine expose les territoires riverains à des crues dont certaines se sont traduites par des inondations catastrophiques (1785, 1910, etc.).

Il s'agit d'inondations de plaine résultant de pluies prolongées sur des reliefs dans l'ensemble peu marqués et aux sols assez perméables, où le ruissellement est long à se déclencher.

Le phénomène est accru par l'imperméabilisation naturelle et temporaire (saturation des sols, gel) ou artificielle des sols. La vulnérabilité est accentuée par la forte occupation des sols et l'urbanisation toujours croissante en Île-de-France. On note de façon générale une diminution des espaces naturels constituant des zones d'expansion des crues.

Néanmoins des barrages et réservoirs écrêteurs de crue ont été construits en amont de Paris (barrages réservoirs de la Marne et de la Seine) mais ils n'emmagasinent qu'une partie des volumes de crues).

1.4.2 Outils de prévention contre le risque inondation sur le territoire

Le risque étant la combinaison de l'aléa et de la vulnérabilité, il est possible de limiter l'exposition des populations à l'aléa. Il existe pour cela des outils réglementaires, dont les Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI).

Les PPRI ont pour objectif de :

- ♦ De définir les zones exposées aux risques prévisibles,
- ♦ De définir les zones non directement exposées aux risques mais où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations pourraient les aggraver ou en provoquer de nouveaux.
- ♦ D'édicter des prescriptions et interdictions relatives à ces aménagements. Ces documents viennent remplacer les dispositifs suivants : les Plans d'Exposition aux Risques (PER) issus de la loi plus ancienne du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles, les périmètres de risques délimités en application de l'article R111-3 du code de l'Urbanisme, et les Plans des Surfaces Submersibles des vallées issus du décret loi du 3 Octobre 1935.

Au sein de l'aire d'étude, plusieurs PPRI sont recensés, soit de l'Est vers l'Ouest :

Tableau 14 : PPRI interceptés par l'aire d'étude

Source : Direction Régionale et Interdépartementale de l'Équipement et de l'Aménagement d'Île-de-France (DRIEA), Préfecture de Paris et d'Île-de-France, Direction Départementale des Territoires (DDT) 92, Mairie d'Argenteuil, DDT 78

Département	Intitulé du PPRI	Date d'approbation	Commune(s) de l'aire d'étude concernée(s)
Paris (75)	PPRI du département de Paris	Approuvé le 15/07/2003 et révisé le 19/04/2007	Paris
Hauts-de-Seine (92)	PPRI de la Seine dans les Hauts-de-Seine	09/01/2004	Concerne 18 communes dont 5 sur la zone d'étude : Colombes, Courbevoie, Nanterre, Neuilly-sur-Seine, Puteaux

Les règlements de ces PPRI sont présentés en annexe 14.

1.4.3 La directive inondation

Face au bilan catastrophique des inondations de ces dernières décennies, la Commission européenne s'est mobilisée en adoptant la directive 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, dite « directive inondation ». Cette directive introduit **une nouvelle obligation en droit français** qui s'applique sur tout le territoire : réduire **les conséquences négatives de tous les types d'inondation** (débordement de cours d'eau, submersions marines, ruissellements et remontées de nappes) pour les enjeux de santé humaine, d'environnement, de patrimoine culturel et d'activité économique. Ces enjeux exposés aux risques augmentent, tandis que les chercheurs redoutent l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des aléas résultant des changements climatiques.

La France dispose d'une politique de prévention des risques inondation et d'une politique de solidarité pour la réparation des dommages qui ont permis jusqu'ici d'assurer la gestion des événements passés. Cependant ces politiques, mises localement en œuvre au gré des événements, souffrent d'une application inégale d'un territoire à l'autre et d'approches hétérogènes quant aux objectifs poursuivis. L'évaluation de l'efficacité de ces politiques est de plus rendue difficile par le manque d'une vision homogène et partagée des risques existants sur le territoire.

La directive inondation est donc une opportunité pour objectiver la gestion des risques à l'échelle nationale et identifier les priorités d'action afin de mieux répartir les moyens sur tout le territoire.

Sur le territoire francilien, elle est mise en œuvre au travers de plusieurs étapes de travail :

- ♦ En 2010/2011 a été réalisée l'Évaluation Préliminaire des Risques Inondation (EPRI) du bassin Seine-Normandie, arrêtée par le préfet le 20/12/2011, avec pour objectif d'évaluer les risques potentiels liés aux inondations sur le district hydrographique, et pour finalité l'identification et la sélection des Territoires à Risque d'Inondation important.
- ♦ En 2012, 6 « Territoires à Risques Importants » d'inondation (TRI) ont été identifiés (liste arrêtée le 27 novembre 2012), parmi lesquelles concernant le territoire d'étude, le TRI « Métropole francilienne ».

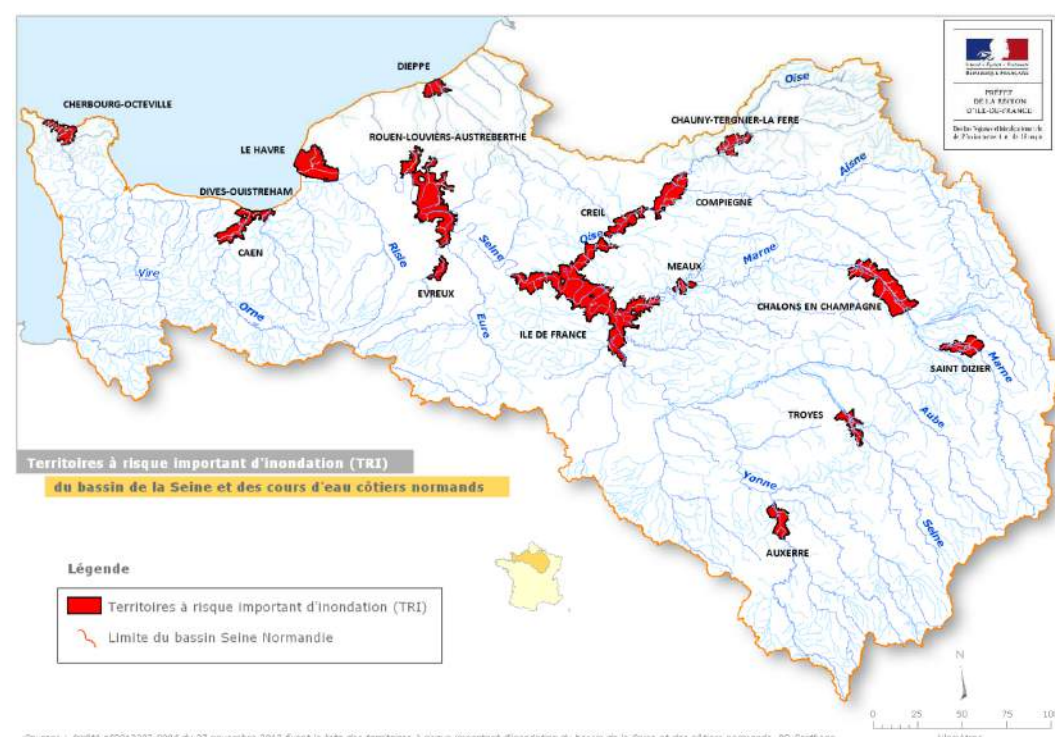


Figure 30 : Carte des TRI retenus sur le bassin Seine-Normandie – source : DRIEE

- ♦ Ces TRI ont fait l'objet d'une cartographie des surfaces inondables et des risques d'inondations, approuvée par le préfet de la région d'Île-de-France, préfet de Paris, préfet coordonnateur du bassin Seine-Normandie le 20 décembre 2013.
- ♦ Sur la base de la cartographie vont être élaborés en 2014/2015 un Plan de Gestion des Risques Inondations (PGRI) à l'échelle du bassin Seine Normandie et des stratégies locales de gestion du risque (SLGRI) à l'échelle de chaque TRI. Ils sont la déclinaison opérationnelle de la directive inondation à l'échelle des territoires.
- ♦ Il est prévu à ce jour que le PGRI soit finalisé/arrêté fin 2015 et que les programmes d'actions découlant des stratégies locales soient opérationnelles avant fin 2016.

A ce jour, les seules contraintes réglementaires relatives au risque inondation pour un projet d'aménagement sont donc les PPRI.

1.4.4 Localisation des zones exposées au risque inondation

1.4.4.1 A l'échelle du projet

La carte suivante présente l'enveloppe des plus hautes eaux connues (P.H.E.C.) à l'échelle du périmètre d'étude.

Cette enveloppe correspond aux limites des zones qui ont été inondées lors de crues passées.

La Seine et les zones inondables associées sont traversées par la ligne Mantes-La Défense. La présence de cours d'eau et de zones inondables peut être contraignante en fonction de la nature des travaux envisagés. Des élargissements d'ouvrages au-dessus des cours d'eau ou la création de remblais en zones inondables peuvent impacter le risque inondation.

1.4.4.2 Secteurs de travaux concernés par le risque inondation

D'est en ouest, les zones de travaux qui sont concernés par un PPRI sont :

- ◆ **Pour le PPRI de Paris**
 - Le puits d'accès au tunnel souterrain Pasquier, situé en **Zone Bleue**

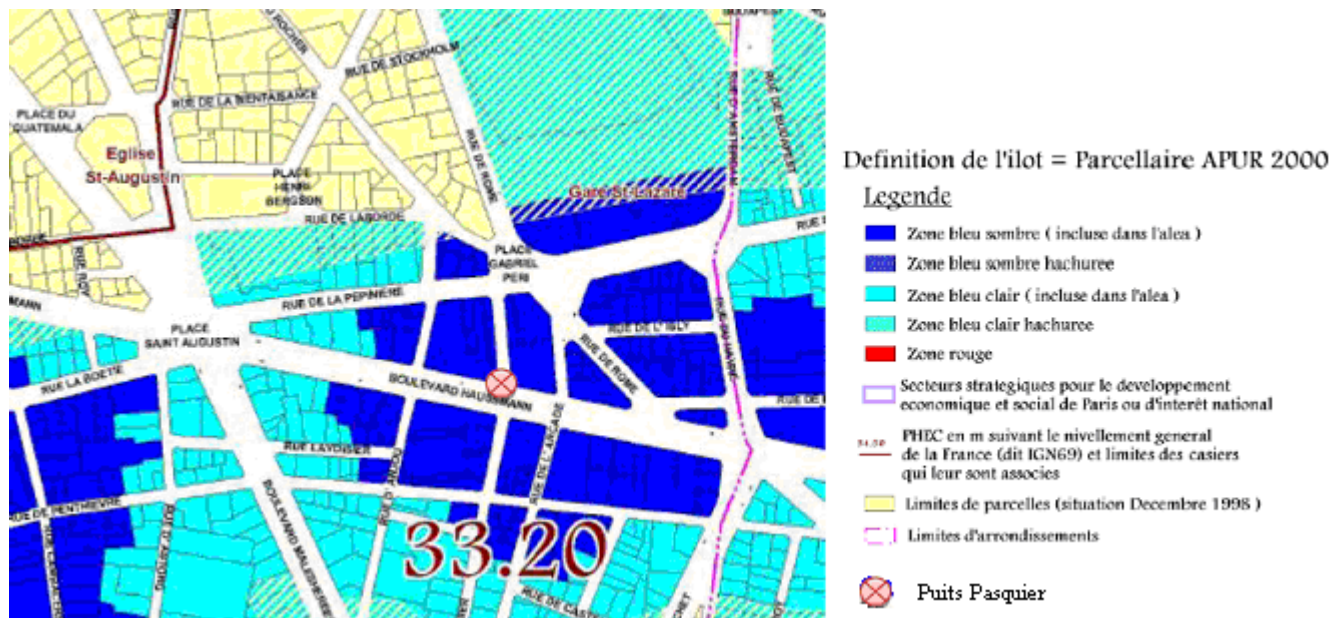


Figure 31 : Extrait du PPRI de Paris au droit du futur puits Pasquier

- ◆ **Pour le PPRI des Hauts de Seine**
 - Le puits Abreuvoir est situé en **Zone B**
 - Le port fluvial de Courbevoie est situé en **Zone A**, la plateforme du port fluvial est toutefois située au-dessus des PHEC.

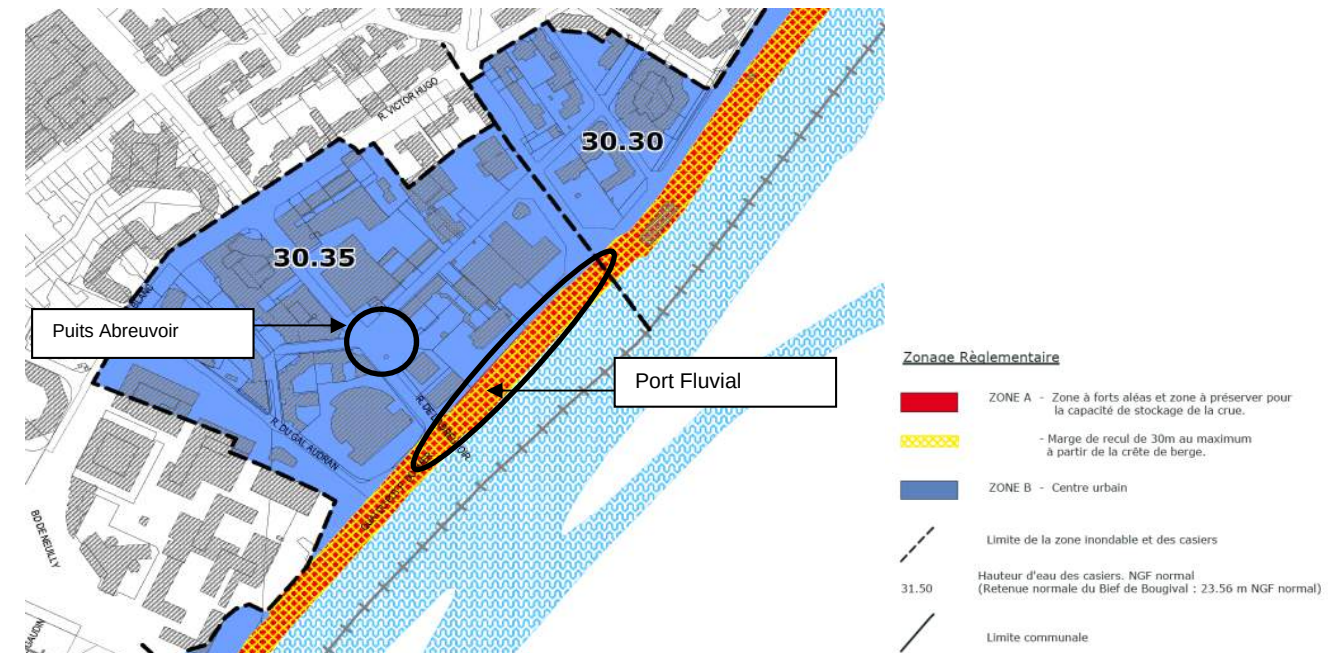


Figure 32 : Extrait de la carte du PPRI des Hauts de Seine à Courbevoie

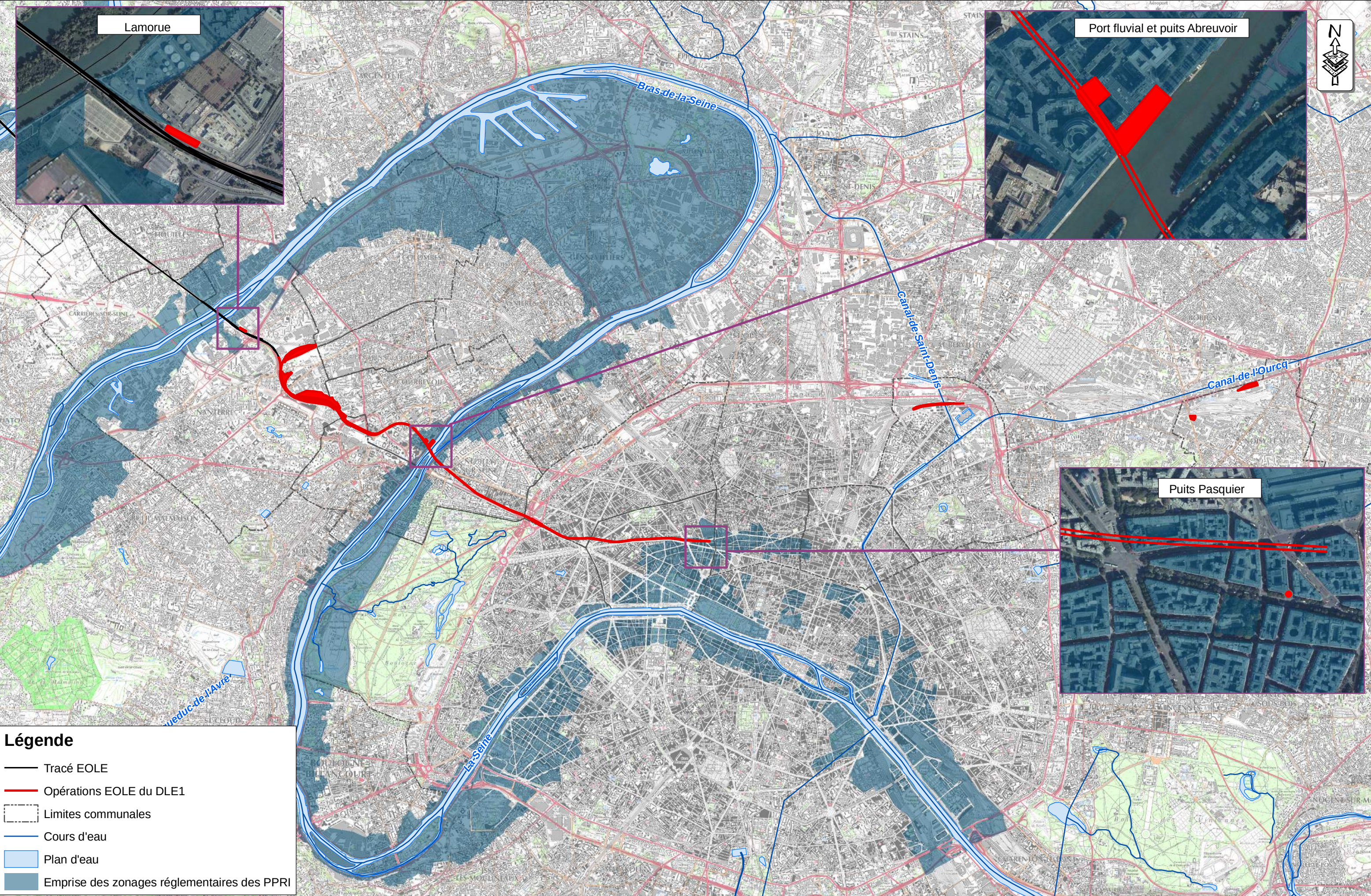
1.4.5 Synthèse des enjeux liés au risque inondation

Trois opérations du projet Eole sont concernées par un PPRI :

- ◆ Le puits Pasquier est concerné par le PPRI de Paris,
- ◆ Le puits Abreuvoir et le port fluvial sont concernées par le PPRI des Hauts-de-Seine,

Ces trois opérations nécessitent la mise en place d'ouvrages et de matériel en zone inondable sur une période de 4 à 5 ans.

Le risque inondation est donc **un enjeu fort au droit de ces trois sites, mais représente un enjeu faible sur le reste du projet.**

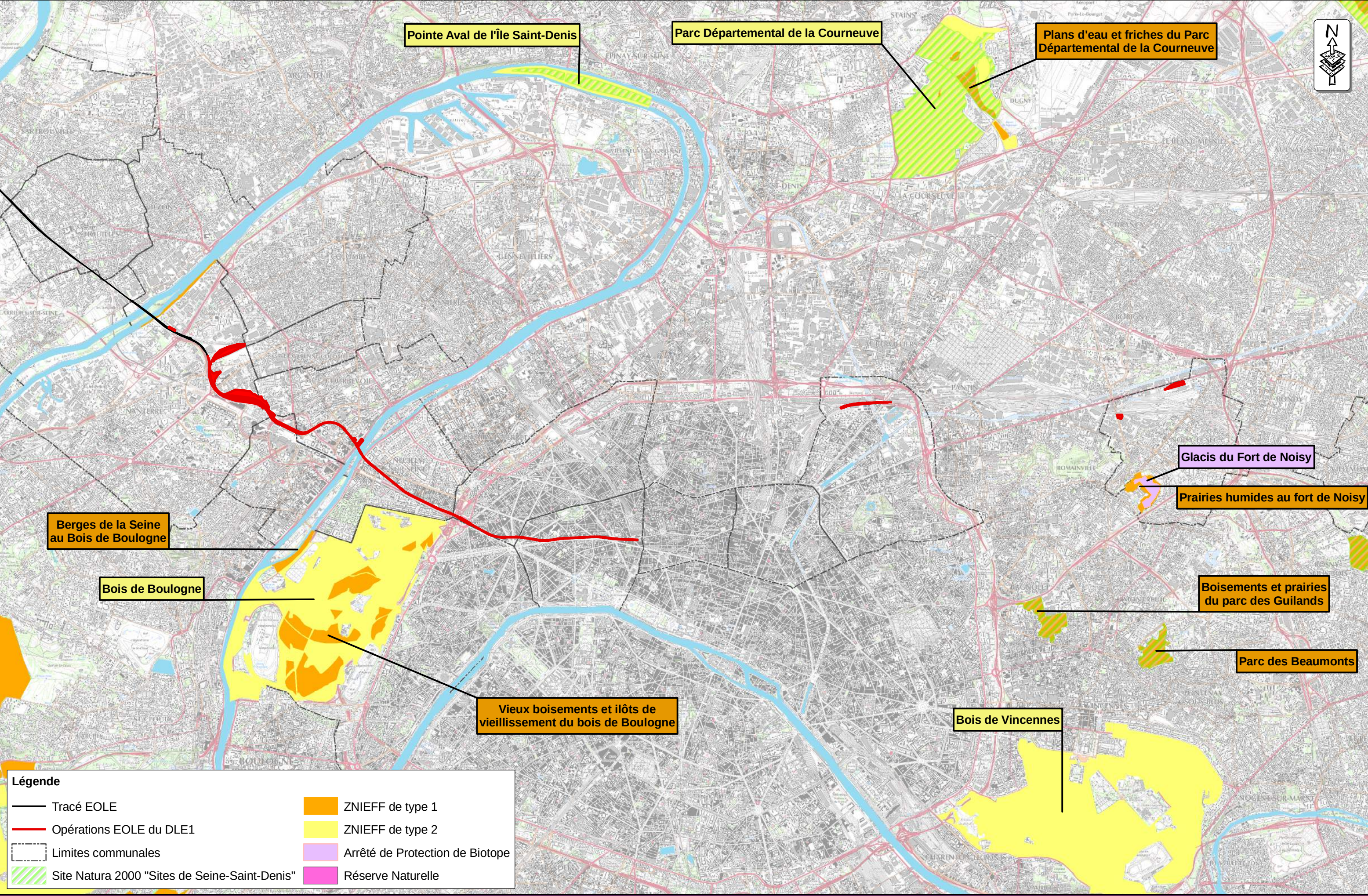


1.5 LES MILIEUX NATURELS, AQUATIQUES ET HUMIDES

Les paragraphes suivants présentent un recensement des milieux naturels liés à l'eau concernés par le périmètre d'étude. Ce recensement se base sur :

- ◆ L'analyse des zonages existants à proximité du périmètre du projet notamment :
 - Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique ;
 - Les sites Natura 2000 ;
 - Réserves naturelles nationales ou régionales ;
 - Arrêtés de protection de biotope.
- ◆ Des études spécifiques au droit des sites des travaux à considérer :
 - Une analyse des milieux aquatiques au niveau du port fluvial et du canal Saint-Denis ;
 - Une analyse des zones humides sur le linéaire du projet Eole.

Dans le présent dossier ne figure qu'une synthèse des aspects faunistiques et floristiques liés aux milieux aquatiques. Les milieux naturels dans leur ensemble et concernés par le projet sont présentés au sein de l'étude d'impact.



1.5.1 Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

L'inventaire national ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique) est défini par la circulaire n° 91-71 du 14 mai 1991. Il a pour objectif d'identifier et de décrire des secteurs présentant de fortes capacités biologiques et un bon état de conservation. On distingue deux types de ZNIEFF :

- ♦ **Le type I** correspond à des secteurs de grand intérêt biologique ou écologique avec une superficie en général assez limitée, caractérisés par la présence d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel ou régional ;
- ♦ **Le type II** correspond aux grands ensembles naturels (massifs forestiers, vallées, plateaux, estuaires...) riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

L'inventaire ZNIEFF n'a pas de portée juridique directe, même si ces données doivent être prises en compte, notamment dans les documents d'urbanisme, les projets d'aménagement et dans les études d'impacts.

Même sans portée réglementaire, la présence de ZNIEFF est un indicateur de la présence de milieux à considérer.

Comme l'illustre la carte précédente, aucune opération du présent dossier n'intercepte une emprise de ZNIEFF. Les sites les plus proches sont présentés ci-après à l'appui des données disponibles auprès de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN).

♦ Le bois de Boulogne

Le Bois de Boulogne accueille des populations de chiroptères et plusieurs insectes remarquables sur ses lisières et dans les vieux boisements. Les données entomologiques¹¹ indiquent un caractère particulièrement ancien de ce massif. Les vieux bois ont un rôle majeur pour la faune saproxylique¹² plutôt exceptionnel pour un massif enclavé comme celui-ci.

À l'ouest de la zone, les rives de la Seine permettent le développement de plusieurs plantes liées aux milieux humides et aux rives. Les friches et certains milieux plus anthropisés sont également propices au développement de quelques plantes remarquables.

♦ Vieux boisements et îlots de vieillissement du bois de Boulogne

Cette ZNIEFF accueille de belles populations de Grand Capricorne (protection nationale et annexe II de la directive "Habitats") et d'autres espèces remarquables également associées aux vieux boisements. Les espèces xylophages¹³ relatent le stress hydrique de ces parcelles forestières. A long terme cette ZNIEFF est fragile car ces bois vieillissants sont susceptibles de disparaître. Il convient donc de conserver des bois qui prendront le relais et permettront ainsi de pérenniser les espèces.



Figure 33 : Grand Capricorne (source : INPN/MNHN – F.Merlier)

¹¹ L'entomologie est la branche de la zoologie dont l'objet est l'étude des insectes.

¹² Les organismes saproxyliques dépendent du bois mort pour leur cycle de vie.

¹³ Organismes se nourrissant de bois.

♦ Berges des Seine au bois de Boulogne

L'intérêt de la ZNIEFF concerne essentiellement la végétation des berges au sein de laquelle se développent deux espèces protégées au niveau régional : la Cuscute d'Europe et la Cardamine impatiente. Ces deux plantes ont été observées à plusieurs reprises ces dernières années (entre 1997 et 2003).



Figure 34 : Cuscute d'Europe (source : INPN/MNHN)



Figure 35 : Cardamine impatiente (source : Egis)

♦ Prairie humide au fort de Noisy

Le site est remarquable pour sa population de Crapaud calamite (*Bufo calamita*) dont la reproduction est régulière depuis plusieurs années. Ce site bénéficie à cet effet d'un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope.

Les pelouses et les prairies sont pâturées par des chevaux et des poneys. Ce site est également entretenu par les lapins (zone de végétation rase). Le site héberge deux coléoptères : *Onthophagus vacca*, dont la présence est liée à l'élevage, et *Onthophagus ovatus*, qui vit au dépend des crottes de lapin. Ces espèces sont considérées comme rare à très rare et en très forte régression.

En 1992, le Carex à épis distants (*Carex distans*), assez rare et déterminant ZNIEFF, et le Persil des moissons (*Petroselinum segetum*), très rare et déterminant sous conditions, ont été recensés sur le site. Ces deux plantes n'ont pas été mentionnées depuis.



Figure 36 : Crapaud calamite (source : INPN/MNHN)



Figure 37 : Carex à épis distants / *Onthophagus vacca* (source : INPN/MNHN)



Le pâturage de ces espaces offre donc des potentialités certaines pour la flore et pour la faune, notamment les lépidoptères (papillons...) et les orthoptères (sauterelles...). Des inventaires réguliers devraient être réalisés sur ces espaces.

1.5.2 Les Sites Natura 2000

1.5.2.1 Généralités

Le réseau Natura 2000 est un réseau écologique majeur qui doit structurer durablement le territoire européen et contribuer à la préservation de la diversité biologique et valoriser le patrimoine naturel de nos territoires. Deux textes de l'Union Européenne établissent la base réglementaire de ce grand réseau écologique européen :

- ♦ La Directive 79/409/CEE du 2 avril 1979 (modifiée en mars 1991), soit la **Directive « Oiseaux »**. Elle intéresse la conservation des oiseaux sauvages à long terme, en classant les sites les plus adaptés à la conservation des habitats de ces espèces en tenant compte de leur nombre et de leur superficie en tant que Zones de Protection Spéciales (ZPS).
- ♦ La Directive 92/43/CEE du 21 mars 1992 soit la **Directive « Habitats faune flore »**. Elle concerne la conservation de la faune et de la flore sauvage ainsi que de leur habitat. Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) permettent une protection de ces habitats et espèces menacées présentant un intérêt communautaire.

Une section particulière concernant les sites Natura 2000 dans le Code de l'Environnement précise le cadre général de la désignation et de la gestion des sites Natura 2000 en France (articles L. 414.1 à L. 414.7 du Code de l'Environnement). Ainsi, sur chacun des sites désignés, les Documents d'objectifs (DOCOB) doivent fixer les mesures de gestion adéquates à mettre en œuvre afin de répondre aux objectifs de protection.

Aucun site Natura 2000 n'est intercepté par le projet. Cependant plusieurs sites sont situés aux alentours du projet. Ils constituent un unique site Natura 2000 : les **Sites de Seine-Saint-Denis** (FR1112013). Le plus proche de ces sites est situé à environ 4 km à l'Est du site de Rosa Parks.

1.5.2.2 Les sites de Saint-Denis

A- Description du site

En 2006, **15 parcs et forêts de la Seine-Saint-Denis** ont intégré le réseau Natura 2000 au titre de l'annexe I de la directive « Oiseaux », grâce à la présence de 12 espèces d'oiseaux rares : le Blongios nain, la Bondrée apivore, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, le Butor étoilé, la Gorgebleue à miroir, le Hibou des marais, le Martin-pêcheur d'Europe, le Pic mar, le Pic noir, la Pie-grièche écorcheur, et la Sterne pierregarin.



Figure 38 : Blongios nain (source : INPN/MNHN)



Figure 39 : Busard cendré (source : Oiseaux.net)



Figure 40 : Butor étoilé (source : Oiseaux.net)



Figure 41 : Pie-grièche écorcheur (source : INPN/MNHN)

Ce site de **1157 hectares s'étend sur 20 villes**, soit la moitié des villes du département : Aulnay-sous-Bois, Bagnolet, Dugny, Clichy-sous-Bois, Coubron, Gagny, La Courneuve, Le Raincy, L'Île-Saint-Denis, Livry-Gargan, Montfermeil, Montreuil, Neuilly-sur-Marne, Neuilly-Plaisance, Rosny-sous-Bois, Saint-Denis, Sevran, Stains, Vaujours, Villepinte.

Le **site Natura 2000 FR1112013 « Sites de la Seine-Saint-Denis »** a pour particularité d'être un site « réseau », constitué de 15 parcs et forêts répartis sur l'ensemble du département :

- ♦ Parc départemental Georges-Valbon (415 hectares),
- ♦ Parc départemental du Sausset (200 hectares),
- ♦ Parc départemental de la Haute-Île (65 hectares),
- ♦ Parc départemental Jean-Moulin - Les Guilands (26 hectares),
- ♦ Parc départemental de la Fosse Maussoin (24 hectares),
- ♦ Parc départemental de l'Île-Saint-Denis (23 hectares),

- ◆ Parc forestier de la Poudrerie (137 hectares),
- ◆ Bois départemental de la Tussion (19 hectares),
- ◆ Forêt régionale de Bondy (166 hectares),
- ◆ Coteaux de l'Aulnoye (82 hectares),
- ◆ Bois de Bernouille (39 hectares),
- ◆ Bois de Chelles (22 hectares),
- ◆ Promenade de la Dhuis (7 hectares),
- ◆ Parc communal des Beaumonts (25 hectares),
- ◆ Futur parc intercommunal du Plateau d'Avron (66 hectares).

Une fiche descriptive du site est disponible en annexe 15.

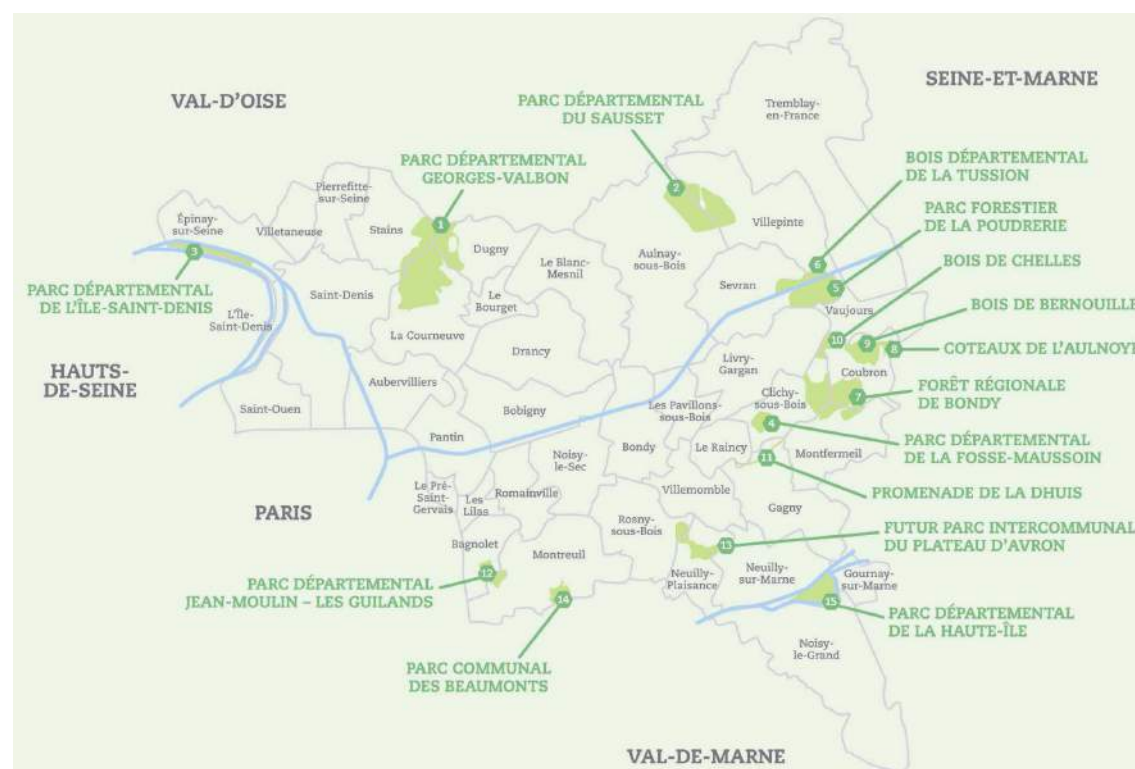


Figure 42 : Localisation des 15 parcs constituant les sites de Saint-Denis

Source : Bilan annuel de l'animation du Site Natura 2000 – Décembre 2012

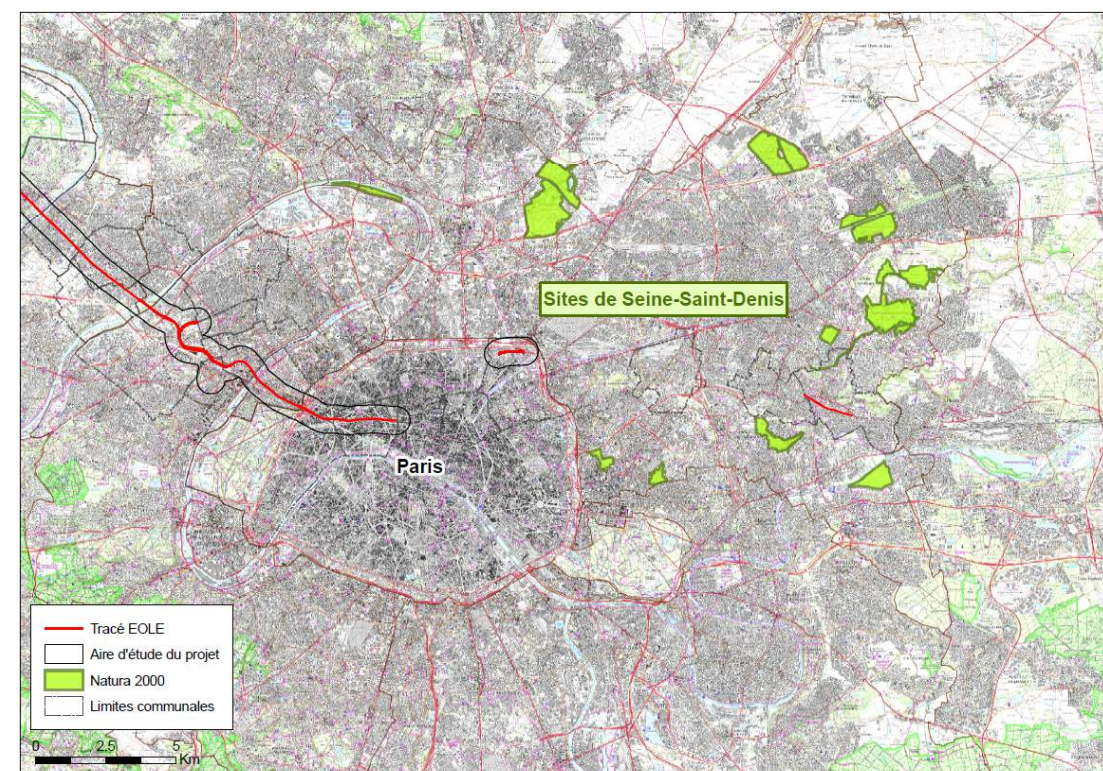


Figure 43 : Localisation du projet Eole par rapport au site

Le site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis présente des enjeux naturalistes remarquables pour un milieu urbain. Il dispose par ailleurs de potentialités d'accueil avérées pour ces espèces. Pour autant, le site fait face à des équilibres localement précaires, du fait de la forte fréquentation et des projets d'urbanisation.

Les principaux habitats rencontrés sur le site sont présentés dans le tableau suivant :

Classe d'habitat	Pourcentage de couverture
N06 : Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes)	5 %
N07 : Marais (végétation de ceinture), Bas-marais, Tourbières,	1 %
N09 : Pelouses sèches, Steppes	1 %
N10 : Prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées	5 %
N14 : Prairies améliorées	12 %
N16 : Forêts caducifoliées	35 %
N20 : Forêt artificielle en monoculture (ex: Plantations de peupliers ou d'Arbres exotiques)	21 %
N21 : Zones de plantations d'arbres (incluant les Vergers, Vignes, Dehesas)	10 %
N23 : Autres terres (incluant les Zones urbanisées et industrielles, Routes, Décharges, Mines)	10 %

B- Le Document d'Objectifs

Le DOCOB (Document d'Objectifs) qui fixe les mesures de gestion à mettre en œuvre afin de garantir la conservation des espèces pour lesquels le site a été désigné a été approuvé par arrêté préfectoral le 5 septembre 2011, et le Département a été désigné comme structure animatrice du site Natura 2000 le 29 novembre 2011.

Le DOCOB du site Natura 2000 de la Seine-Saint-Denis définit 4 grands Objectifs de Développement Durable (ODD), qui visent à améliorer les effectifs des 12 oiseaux :

- ♦ ODD1 : « **Poursuivre et améliorer la gestion en faveur des milieux et des espèces d'oiseaux Natura 2000** ». Cet objectif vise à augmenter la surface et améliorer la qualité écologique des habitats des 12 oiseaux, afin de permettre aux populations de se développer. Des préconisations d'actions d'aménagement et de gestion pour les différents milieux (humides, ouverts et forestiers) sont ainsi proposées aux gestionnaires.
- ♦ ODD2 : « **Favoriser une fréquentation du public en adéquation avec la conservation des espèces et de leurs habitats** ». Les parcs et forêts du site Natura 2000 de Seine-Saint-Denis accueillent environ 10 millions de visiteurs par an, ce qui est considérable. Cet équilibre entre loisirs et biodiversité constitue un enjeu majeur pour le site. Par ailleurs, dans un contexte de fréquentation du public constamment à la hausse, cet objectif doit être maintenu dans les prochaines années.
- ♦ ODD3 : « **Maîtriser les impacts des plans et projets urbains et d'aménagement, sur et à proximité du site, et améliorer la connectivité du réseau d'entités qui composent le site Natura 2000** ». La dynamique des projets urbains autour du site Natura 2000 est très forte, notamment pour le développement des transports en commun et la construction de logements, deux enjeux majeurs pour le territoire. La maîtrise de ces projets, l'évaluation de leurs incidences sur le site et l'information des porteurs de projets est un enjeu primordial, pour éviter à terme un mitage du site, de même que le maintien et l'amélioration des connexions écologiques entre les entités.
- ♦ ODD4 : « **Développer des actions de valorisation du site et de sensibilisation à l'environnement** ». Le site Natura 2000 de Seine-Saint-Denis est l'un des seuls en France à être intégralement situé en milieu urbain dense. Il constitue ainsi une vitrine pour sensibiliser les citoyens à la présence de la biodiversité dans leur ville. Cet objectif vise à faire connaître le site et ses espèces aux différents publics (grand public, scolaires, élus, aménageurs) afin de leur permettre de prendre conscience de la nécessité d'œuvrer pour le préserver.

C- Espèces d'intérêt communautaire du site

Douze espèces d'oiseaux figurant à l'annexe I de la directive « Oiseaux » sont recensées sur le site.

Espèces	Code Natura 2000
Blongios nain	A022
Bondrée apivore	A072
Busard cendré	A084
Busard Saint-Martin	A082
Butor étoilé	A021
Gorge bleue à miroir	A272
Hibou des marais	A222
Martin-pêcheur d'Europe	A229
Pic mar	A238
Pic noir	A236
Pie-grièche écorcheur	A338
Sterne pierregarin	A193

D- Enjeux et vulnérabilité du site

La nature a su s'installer discrètement au sein du tissu urbain alors qu'elle n'y était pas ou peu attendue.

Les éventuels projets d'aménagements ainsi que la gestion de ces espaces, devront prendre en compte les enjeux avifaunistiques de ce territoire.

La fréquentation très importante de la plupart de ces sites, qui ne saurait être remise en cause compte tenu des enjeux sociaux qu'elle sous-tend, pourra utilement être réorientée, dans certains secteurs, vers une sensibilisation à l'environnement, centrée notamment sur les oiseaux.

La mise en réseau des différentes entités peut favoriser une meilleure conservation de la biodiversité.

SYNTHÈSE DES ENJEUX DE CONSERVATION PAR ESPÈCE							
Espèce	Etat actuel des populations	Habitats de l'espèce	Menaces pesant sur l'espèce	Modalités de gestion vis-à-vis de l'espèce	Valeur patrimoniale actuelle par entité	Potentiel d'évolution future par entité	Niveau d'enjeu global
Blongios nain (code Natura 2000 : A022)	Population nicheuse faible (3 à 4 couples)	Milieu humide à roselières et eau libre stagnante Etat de conservation : moyen à bon	Dérangement, diminution des surfaces en roselières, variation du niveau de l'eau en période de nidification, pollution de l'eau Niveau de menace : moyen	Gestion future envisagée : maintien voire augmentation des surfaces en roselière	Forte : Georges Valbon Moyenne : Forêt de Bondy, Sausset	Fort : Georges Valbon, Sausset Moyen : Forêt de Bondy, Haute-Ile	FORT
Bondrée apivore (code Natura 2000 : A072)	Population nicheuse faible (1 à 2 couples), effectifs migrateurs variables	Boisement de feuillus matures associé à des milieux ouverts Aire minimale de reproduction : 150 ha de boisement associé à 1000 ha de milieux ouverts Etat de conservation : moyen	Dérangement (espèce très sensible), diminution des milieux ouverts et des ressources alimentaires Niveau de menace : moyen	Gestion actuelle : aucune Gestion future envisagée : vieillissement des boisements et maintien de zones ouvertes à proximité	Moyenne : Forêt de Bondy, Georges Valbon, Plateau d'Avron	Moyen : Forêt de Bondy, Fosse Maussoin, Georges Valbon, Plateau d'Avron, Poudrière-Tussion, Sausset	MOYEN
Busard cendré (code Natura 2000 : A084)	Espèce présente de façon anecdotique. (une seule observation en migration active)	Fourré arbustif, prairie sèche Aire minimale de fréquentation en migration : 10 hectares Etat de conservation : moyen	Régression et fragmentation des surfaces en friches, dérangement, diminution des ressources alimentaires Niveau de menace : moyen	Gestion future envisagée : peu d'évolution, réouverture de milieux en cours de fermeture		Moyen : Haute-Ile	FAIBLE
Busard Saint-Martin (code Natura 2000 : A082)	Espèce présente de façon anecdotique et irrégulière en migration, voire en hivernage (1-2 individus)	Fourré arbustif, prairie sèche, prairie humide Aire minimale de fréquentation en migration : 10 ha Etat de conservation : moyen	Régression et fragmentation des surfaces en friches, dérangement, diminution des ressources alimentaires Niveau de menace : moyen	Gestion actuelle : fauche rotationnelle, pâturage extensif à la Haute-Ile Gestion future envisagée : peu d'évolution, réouverture de milieux en cours de fermeture		Moyen : Haute-Ile	FAIBLE

SYNTHÈSE DES ENJEUX DE CONSERVATION PAR ESPÈCE							
Espèce	Etat actuel des populations	Habitats de l'espèce	Menaces pesant sur l'espèce	Modalités de gestion vis-à-vis de l'espèce	Valeur patrimoniale actuelle par entité	Potentiel d'évolution future par entité	Niveau d'enjeu global
Butor étoilé (code Natura 2000 : A021)	Population hivernante très faible et irrégulière (1-2 individus selon les années)	Milieu humide à roselières et eau libre stagnante Etat de conservation : moyen à bon	Dérangement, diminution des surfaces en roselières, variation du niveau de l'eau en période de nidification, pollution de l'eau Niveau de menace : moyen	Gestion actuelle : fauche rotationnelle des roselières Gestion future envisagée : maintien voire augmentation des surfaces en roselière	Moyenne : Georges Valbon	Fort : Georges Valbon Moyen : Haute-Ile, Sausset	MOYEN
Gorgebleue à miroir (code Natura 2000 : A272)	Population faible et irrégulière observée en halte migratoire. (1 à quelques individus)	Végétation dense à proximité de zones humides et de cours d'eau Etat de conservation : bon	Pollution accidentelle de l'eau. Dérangement	Gestion actuelle : fauche des roselières, pas de gestion particulière des fourrés arbustifs Gestion future envisagée : maintien voire augmentation des surfaces en roselière	Moyenne : Georges Valbon, Haute-Ile	Moyen : Georges Valbon, Haute-Ile, Sausset	MOYEN
Hibou des marais (code Natura 2000 : A222)	Espèce présente de façon anecdotique et irrégulière en halte migratoire. (1 à quelques individus)	Fourré arbustif, prairie sèche, prairie humide Aire minimale de fréquentation en migration : 10 hectares Etat de conservation : bon	Régression des surfaces en friches. Dérangement. Variation/diminution des ressources alimentaires	Gestion actuelle : fauche rotationnelle, pâturage extensif à la Haute-Ile Gestion future envisagée : peu d'évolution, réouverture de milieux en cours de fermeture		Moyen : Haute-Ile	FAIBLE
Martin pêcheur d'Europe (code Natura 2000 : A229)	Population faible et irrégulière observée en halte migratoire. (1 à quelques individus)	Berges naturelles de cours d'eau (Marne et Seine). Aire minimale de reproduction : 1 couple pour environ 1 km de berge Etat de conservation : moyen	Disparition des berges naturelles abruptes, dérangement, pollution de l'eau	Gestion actuelle : aucune Gestion future envisagée : aménagements favorables sur certaines berges ou zones humides	Forte : Haute-Ile Moyenne : Beaumonts, Forêt de Bondy, Sausset, Georges Valbon, Ile-Saint-Denis, Poudrerie-Tussion	Fort : Georges Valbon, Haute-Ile, Ile-Saint-Denis Moyen : Beaumonts, Forêt de Bondy, Poudrerie-Tussion, Sausset	FORT
Pie-grièche écorcheur (code Natura 2000 : A338)	Population faible mais assez régulière observée en halte migratoire (1 à quelques individus). Espèce anciennement nicheuse en population faible (1 à quelques couples)	Fourré arbustif, prairie sèche Aire minimale de reproduction : 0,5 ha Etat de conservation : moyen à bon	Diminution et fermeture des milieux ouverts, dérangement	Gestion actuelle : fauche rotationnelle, pâturage extensif à la Haute-Ile, débroussaillage et fauche de pelouses marno-calcaires, plantations d'arbustes et d'arbres alignés ou isolés. Gestion future envisagée : peu d'évolution, réouverture de milieux en cours de fermeture	Forte : Haute-Ile Moyenne : Plateau d'Avron	Fort : Haute-Ile Moyen : Beaumonts, Georges Valbon, Ile-Saint-Denis, Jean-Moulin - Les Guilands, Plateau d'Avron, Sausset	MOYEN

SYNTHÈSE DES ENJEUX DE CONSERVATION PAR ESPÈCE							
Espèce	Etat actuel des populations	Habitats de l'espèce	Menaces pesant sur l'espèce	Modalités de gestion vis-à-vis de l'espèce	Valeur patrimoniale actuelle par entité	Potentiel d'évolution future par entité	Niveau d'enjeu global
Pic noir (code Natura 2000 : A236)	Population nicheuse de 1-2 couples, en augmentation probable. Espèce présente régulièrement depuis plusieurs années	Boisement de feuillus matures Aire minimale de reproduction : 100 ha, avec des arbres de plus de 50 cm de diamètre Etat de conservation : moyen à bon	Dérangement, fragmentation des boisements, suppression des vieux arbres	Gestion actuelle : fermeture au public de quelques parcelles forestières, maintien des arbres sénescents et/ou à cavités Gestion future envisagée : maintien d'îlots de sénescence, développement des arbres à grands fûts (Hêtres)	Forte : Aulnoye-Bernouille-Chelles, Forêt de Bondy, Poudrerie-Tussion	Fort : Aulnoye-Bernouille-Chelles, Forêt de Bondy, Poudrerie-Tussion Moyen : Beaumonts, Fosse Maussoin, Georges Valbon, Plateau d'Avron, Sausset	FORT
Pic mar (code Natura 2000 : A238)	Population nicheuse faible (1 à 2 couples), effectifs migrateurs variables	Boisement de feuillus matures Aire minimale de reproduction : 100 ha, avec des arbres de plus de 50 cm de diamètre Etat de conservation : moyen à bon	Dérangement, fragmentation des boisements, suppression des vieux arbres	Gestion actuelle : fermeture au public de quelques parcelles forestières, maintien des arbres sénescents et/ou à cavités Gestion future envisagée : maintien d'îlots de sénescence, développement des chénales-charmaies	Forte : Forêt de Bondy, Poudrerie-Tussion Moyenne : Aulnoye-Bernouille-Chelles, Fosse Maussoin	Fort : Aulnoye-Bernouille-Chelles, Forêt de Bondy, Fosse Maussoin, Poudrerie-Tussion Moyen : Beaumonts, Georges Valbon, Plateau d'Avron, Sausset	FORT
Sterne pierregarin (code Natura 2000 : A193)	Population nicheuse faible (1 couple), effectifs migrateurs variables	Milieux sableux et gravillonneux isolés à proximité de milieux humides et cours d'eau. Etat de conservation : moyen	Dérangement, diminution des surfaces en roselières, variation du niveau de l'eau en période de nidification, pollution de l'eau Niveau de menace : moyen	Gestion actuelle : aménagement d'un îlot à la Haute-Ile Gestion future envisagée : maintien de l'îlot existant, création éventuel d'autres îlots.	Forte : Haute-Ile Moyenne : Georges Valbon, Ile-Saint-Denis	Fort : Haute-Ile Moyen : Sausset, Georges Valbon	FORT

Figure 44 : Extrait du DOCOB - synthèse des enjeux de conservation par espèce

1.5.3 Les zones humides potentielles et avérées du territoire

Les zones humides sont définies à l'article L.211-1 du Code de l'Environnement comme « des 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 ».

Plus de la moitié des zones humides ont disparu au cours des deux dernières décennies. Cette évolution s'accompagne d'une dégradation de la qualité floristique, faunistique et fonctionnelle de ces milieux. Les principales causes de régression sont multiples : exploitation en sous-sol, urbanisation, industrialisation, dépôt de produits de dragage (Boucles de la Seine), assèchement des nappes...

Pour faciliter la préservation des zones humides et leur intégration dans les politiques de l'eau, de la biodiversité et de l'aménagement du territoire à l'échelle de l'Île-de-France, la DRIEE a lancé en 2009 une étude visant à consolider la connaissance des secteurs potentiellement humides de la région selon les deux familles de critères mises en avant par l'arrêté du 24 juin 2008 modifié - critères relatifs au sol et critères relatifs à la végétation.

Cette étude a abouti à une cartographie de synthèse qui partitionne la région en cinq classes selon la probabilité de présence d'une zone humide et le caractère de la délimitation qui conduit à cette analyse. Cette étude s'appuie sur un bilan des études et une compilation des données préexistantes, ainsi que l'exploitation d'images satellites pour enrichir les informations sur le critère sol.

Le tableau ci-après présente une description succincte des différentes classes. Les enveloppes d'alertes correspondent à la probabilité de présence de zones humides. Elles sont présentées sur la carte page suivante.

Tableau 15 : Répartition des zones humides dans l'aire d'étude par rapport aux différentes classes

Source : DRIEE – Novembre 2010

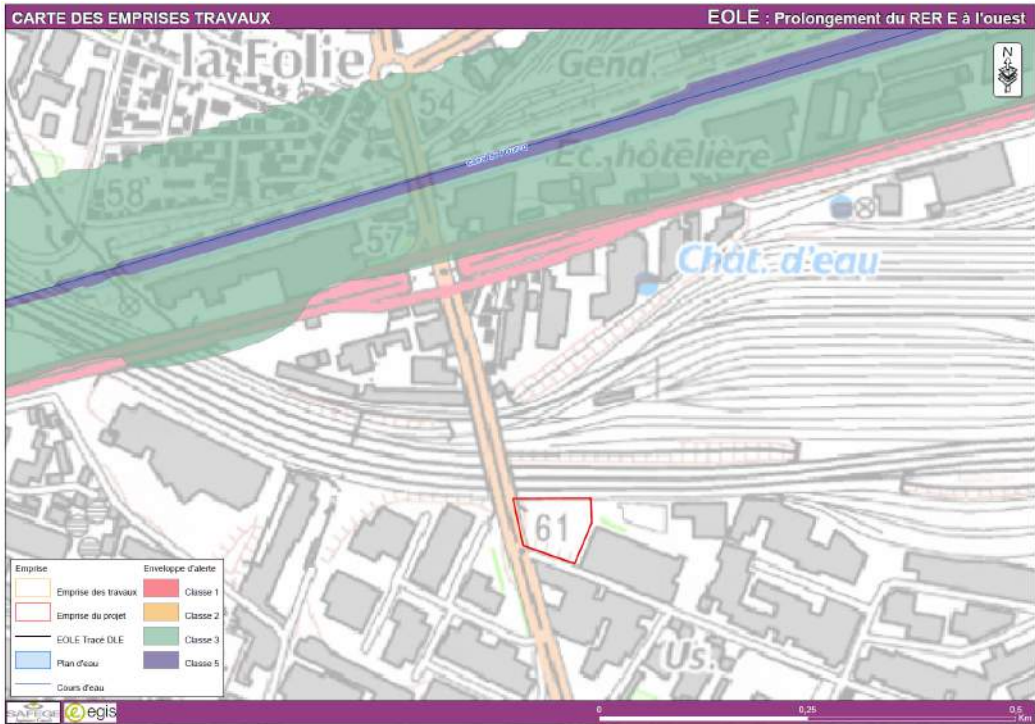
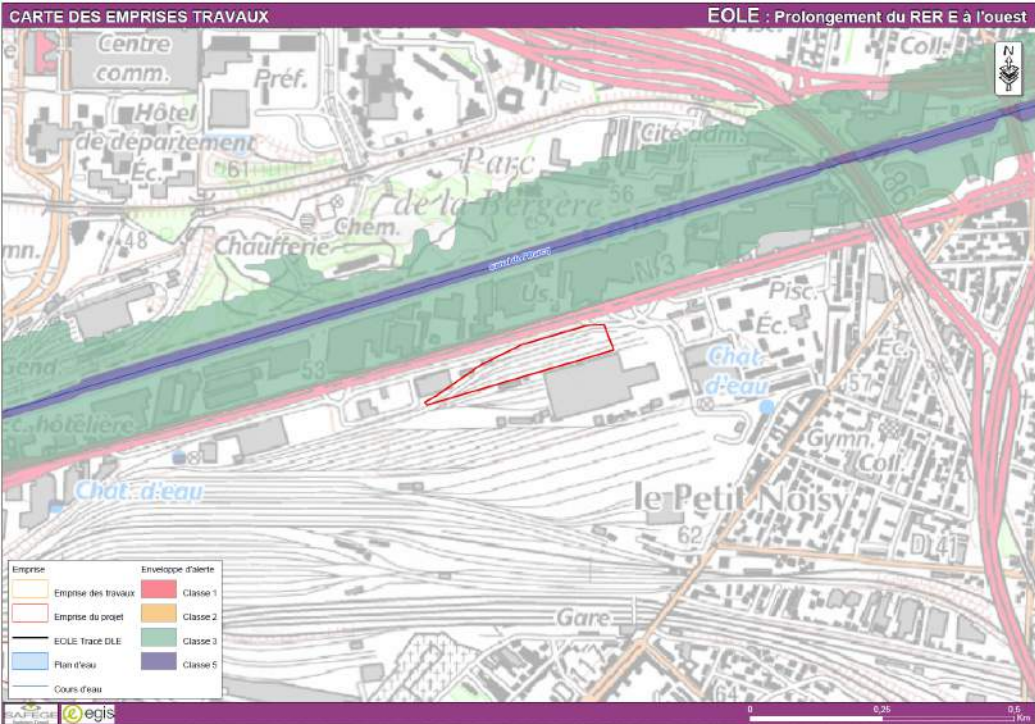
Classe	Définition
1	Zones humides de façon certaine et dont la délimitation a été réalisée par des diagnostics de terrain selon les critères et la méthodologie décrite dans l'arrêté du 24 juin 2008 modifié
2	Zones dont le caractère humide ne présente pas de doute mais dont la méthode de délimitation diffère de celle de l'arrêté: - zones identifiées selon les critères de l'arrêté mais dont les limites n'ont pas été calées par des diagnostics de terrain (photo-interprétation) - zones identifiées par des diagnostics terrain mais à l'aide de critères ou d'une méthodologie qui diffère de celle de l'arrêté.
3	Zones pour lesquelles les informations existantes laissent présager une forte probabilité de présence d'une zone humide, qui reste à vérifier et dont les limites sont à préciser.
4	Zones présentant un manque d'information ou pour lesquelles les informations existantes indiquent une faible probabilité de zone humide.
5	Zones en eau, ne sont pas considérées comme des zones humides.

Aucun inventaire des zones humides avérées n'étant disponible sur la zone d'étude (secteur classé en zone 4), une analyse de chaque site concerné par des travaux dans le cadre du projet Eole a été effectuée.

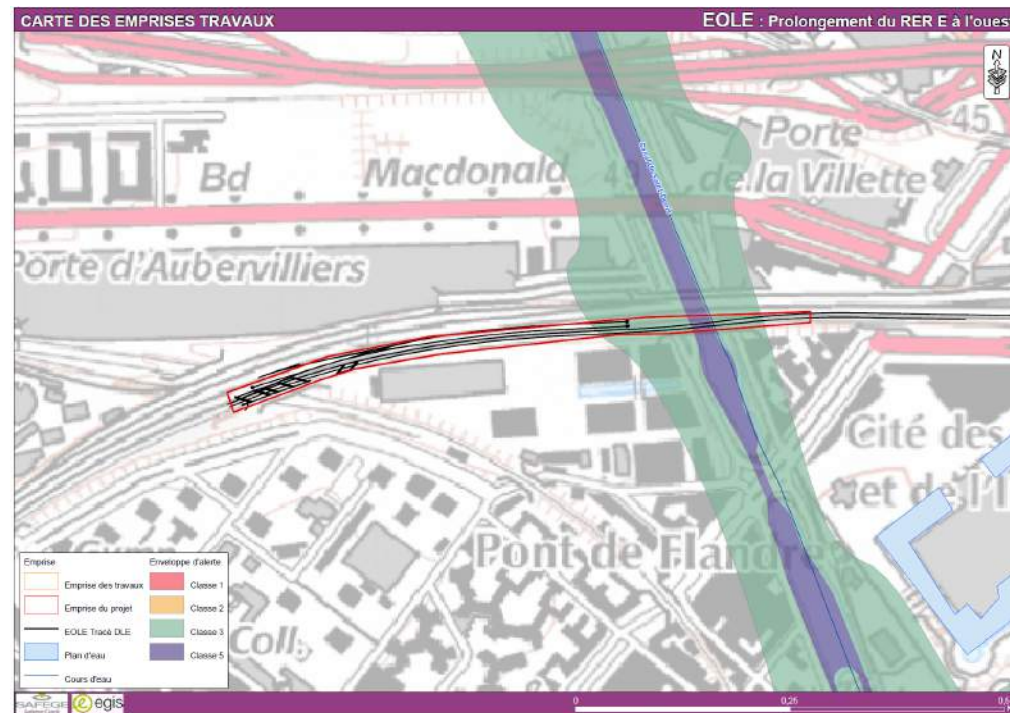
Sur le périmètre du présent dossier, aucune zone humide avérée n'a été identifiée.

En effet, en synthèse :

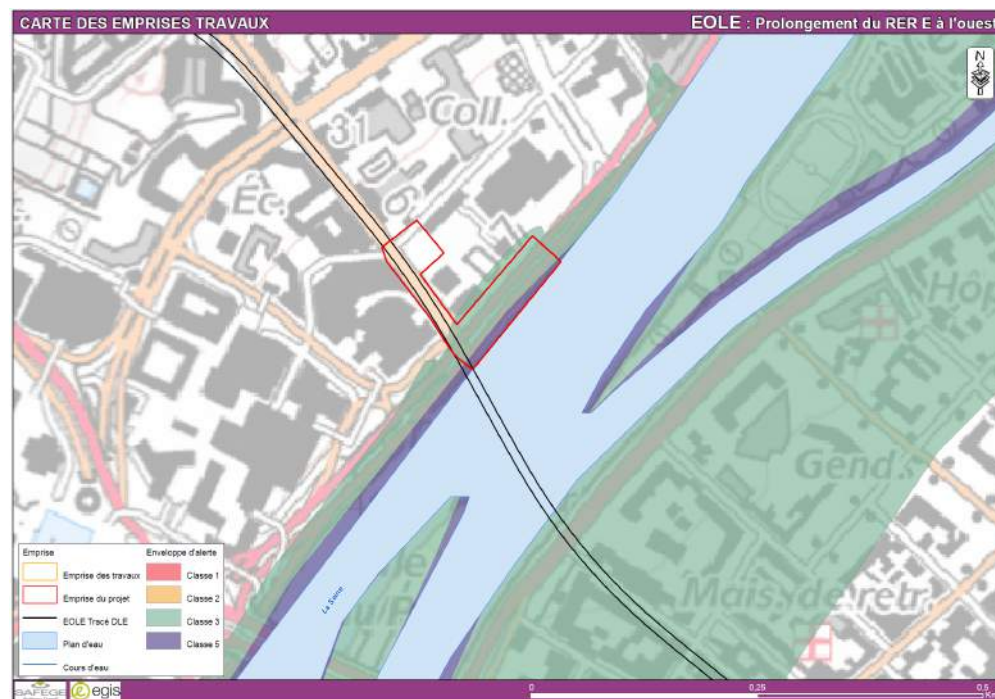
- Sur le **secteur de Noisy-le-Sec**, les travaux se situent en dehors de l'enveloppe d'alerte des zones potentiellement humides et à un minimum de 150 m de la seule zone en eau du secteur : le canal de l'Ourcq. Cette localisation en contexte urbain dense (site industriel au cœur d'une zone urbaine) et la réalisation des travaux sur la plateforme ferroviaire écarte toute présence avérée de zone humide.



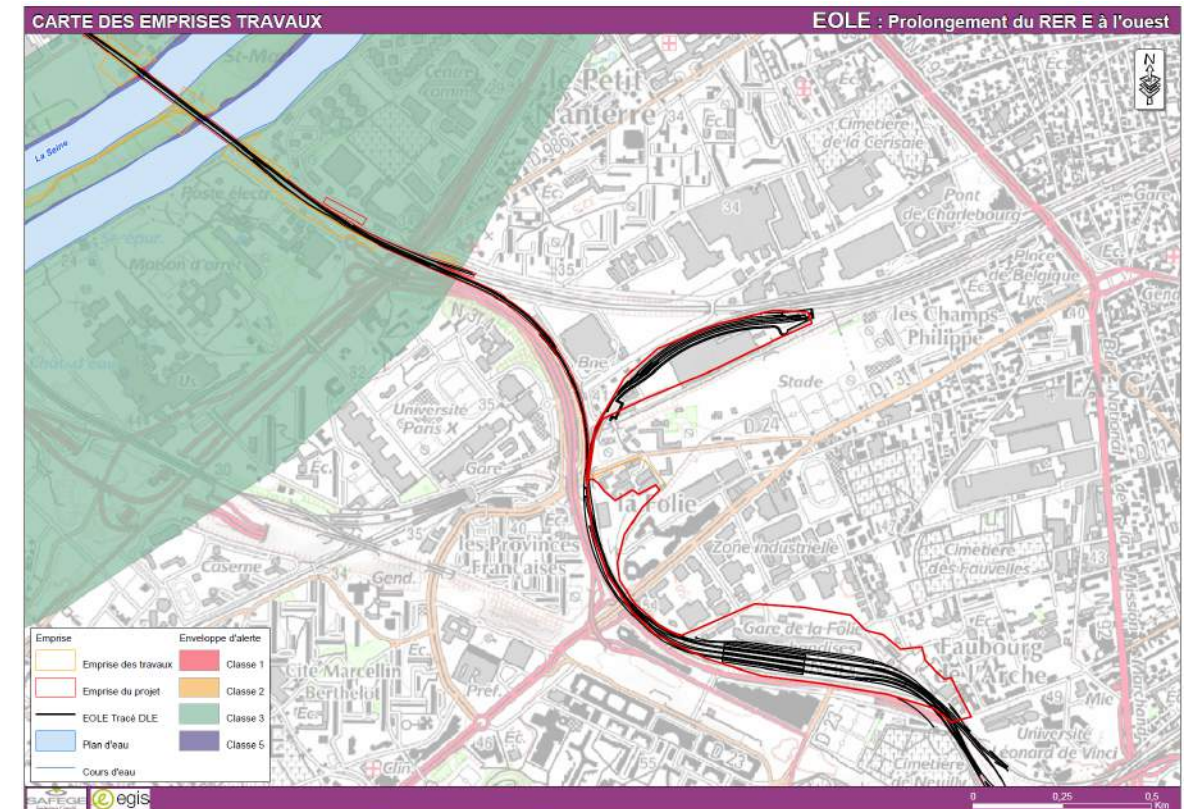
- ◆ Sur le **secteur Rosa Parks**, les travaux sont effectués sur un secteur totalement imperméabilisé. Bien qu'identifié en zone de classe 3, le caractère artificiel du milieu et le contexte urbain écarte toute présence de zone humide.

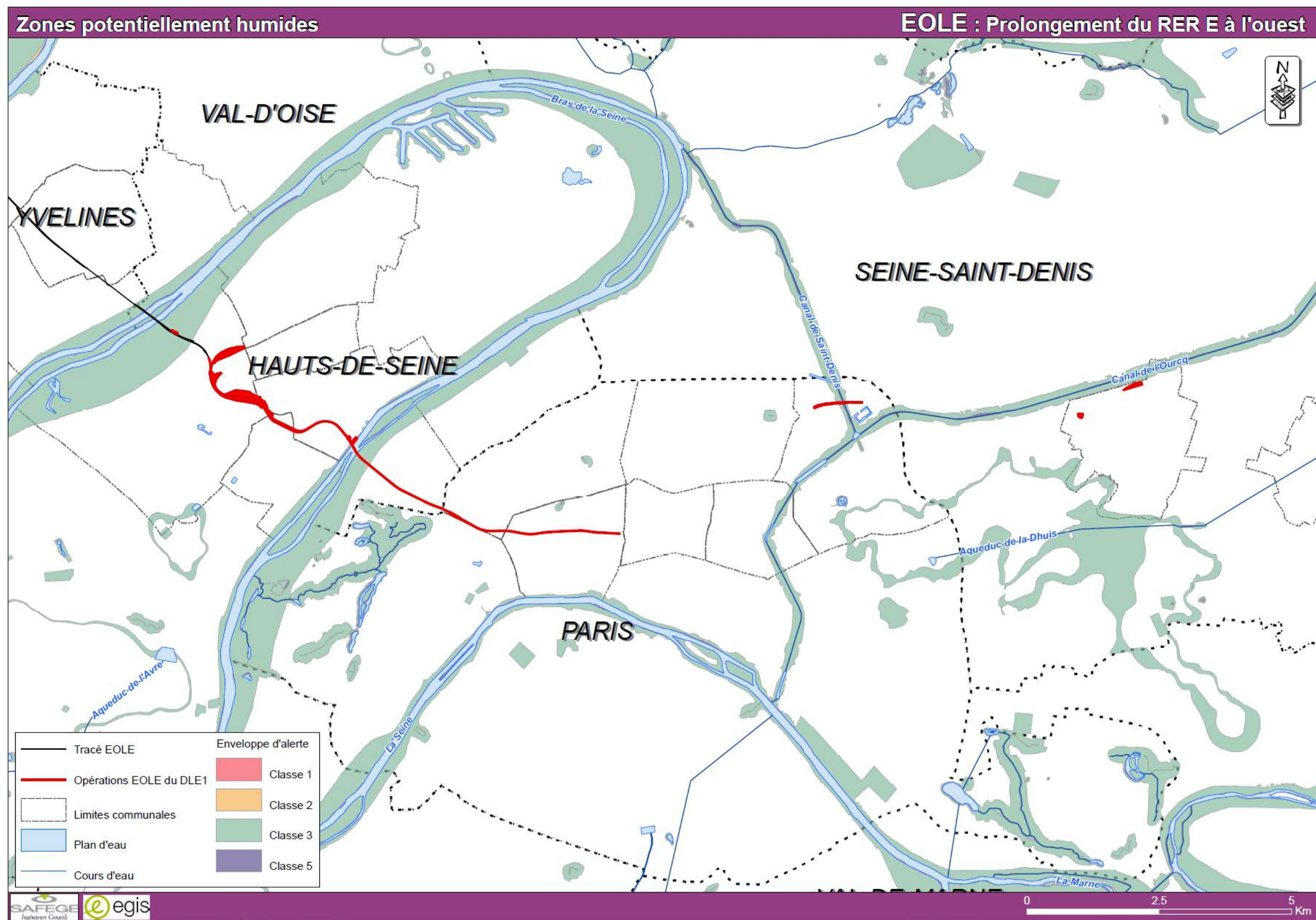


- ◆ Entre **Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre**, les travaux sont réalisés en souterrain à des profondeurs importantes ne pouvant pas impacter de potentielles zones humides. Ce secteur n'est donc pas concerné par cette problématique.
- ◆ Au droit du **port fluvial**, les travaux prévus sont localisés en secteur urbain dense. Toutefois, ils touchent le lit mineur de la Seine et sont donc étudiés dans le cadre des incidences du projet sur les milieux aquatiques du lit mineur de la Seine



- ◆ Sur le **secteur de Nanterre**, les travaux sont intégralement réalisés sur l'emprise ferroviaire, en dehors de terrains naturels. Le caractère urbanisé du secteur écarte toute probabilité de zone humide avérée. Concernant le site de Lamorue, les travaux se situent dans l'emprise d'un parking existant.





1.5.4 Les milieux aquatiques

Les milieux aquatiques sont des milieux intrinsèquement liés à la présence d'eau : cours d'eau, plans d'eau. Dans le périmètre du présent dossier, les milieux aquatiques à considérer sont la Seine et le canal Saint-Denis.

Afin d'étudier les incidences du projet, il est donc nécessaire d'inventorier les milieux aquatiques présents au droit des opérations sur ces cours d'eau.

Cette analyse a été réalisée à partir de données disponibles sur le secteur, et notamment certaines études :

- ♦ Une étude réalisée par le bureau d'études BIEF sur la Seine en 2011 dans le cadre du projet de desserte fluviale du chantier « Hermitage Plaza » sur la commune de Courbevoie (cf. annexe 16) ;
- ♦ Une étude réalisée par le bureau d'études Hydrosphère en mai 2014 sur les berges de la Seine à Courbevoie et sur l'île de la Jatte à Neuilly dans le but de définir les mesures compensatoires écologiques à mener pour la préservation/valorisation du potentiel écologique du secteur (cf. annexe 17) ;
- ♦ Le schéma environnemental des berges de voies navigables en Île-de-France réalisé par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France ;
- ♦ Le schéma des berges du Conseil Général des Hauts-de-Seine (Document cadre des orientations d'aménagement, de préservation et de valorisation des berges de la Seine portées par le département).

1.5.4.1 Le canal Saint-Denis

A- Présentation générale

Source : paris.fr

Long de 6,6 kilomètres, le canal Saint-Denis relie le rond-point des canaux (parc de la Villette) à la Seine aval en Seine-Saint-Denis par sept écluses et six biefs sur un dénivelé de vingt-huit mètres, en traversant le 19^e arrondissement de Paris, les communes d'Aubervilliers et de Saint-Denis. Il est ouvert à la navigation 363 jours par an.

Cette voie d'eau à grand gabarit peut accueillir des bateaux (mille tonnes au maximum) qui franchissent la totalité des sept écluses en deux heures et demie.

Sa vocation industrielle est très prononcée car le canal permet la desserte des ports de fret situés le long de ses berges. Ces ports servent au chargement et au déchargement de matériaux de construction, à l'évacuation de déblais et à la production de béton " prêt à l'emploi ".

Cette activité, en associant le transit vers le canal de l'Ourcq et le canal Saint-Martin, représente un trafic annuel qui fluctue, en fonction de l'activité du bâtiment et des travaux publics, entre 500 000 et 1 million de tonnes par an.

Le canal Saint-Denis assure également la régulation permanente des niveaux des plans d'eau pour la sécurité des usagers et des riverains par rejet en Seine des excédents provenant du canal de l'Ourcq.

Il permet une navigation de bateaux de plaisance et de transport de passagers desservant le Stade de France.



Figure 45 : Linéaire du canal Saint-Denis - source : paris.fr

B- Les milieux aquatiques du canal

Entièrement bétonné et régulièrement chômé (tous les 8 à 10 ans), le canal Saint-Denis ne constitue pas un site où le potentiel du milieu peut se développer durablement pour les espèces présentes. Cependant, il est identifié comme étant un corridor écologique à restaurer dans le schéma régional de cohérence écologique d'Île-de-France.

Aussi, même s'il ne constitue pas un milieu où les espèces séjournent, s'alimentent ou se reproduisent, c'est un axe de circulation permettant aux espèces de transiter vers des zones plus propices à leur développement.



Figure 46 : Canal Saint-Denis en période de chômage (07/01/2009) – Source : www.paris.fr

Une étude menée en 2011 par l'Atelier Parisien d'Urbanisme¹⁴ a permis de rassembler quelques données sur la qualité des milieux et la biodiversité des canaux. Il en ressort que le développement de la biodiversité le long du canal serait favorisé par les écluses, piles de pont, darses permettant aux espèces de fougères et de mousses de s'implanter sur les parois. Le canal Saint-Denis présenterait ainsi des espaces favorables à la biodiversité si une gestion différenciée était mise en œuvre sur l'ensemble des berges, ce qui n'est pas la vocation première du canal.

D'autre part, la ville de Paris a mené en 2011/2012 une étude de restauration écologique et fonctionnelle du Domaine Public Fluvial de Paris comprenant un diagnostic des enjeux paysager, faunistique, floristique et de continuité écologique au droit des canaux. La figure suivante illustre la synthèse des enjeux identifiés.

Il en ressort, au droit du site de Rosa Parks, de faibles enjeux paysager et floristique et un enjeu moyen concernant la faune. Cela vient confirmer les éléments présentés précédemment.

¹⁴ Situations et perspectives de la place de la nature à Paris – 4^{ème} atelier - les canaux : Saint-Martin, Ourcq, Saint-Denis - mai 2011



1.5.4.2 Les milieux aquatiques de la Seine au droit du port fluvial à Courbevoie

A- Qualité globale des berges de Seine dans les Hauts de Seine

Les éléments ci-après sont issus du schéma des berges des Hauts-de-Seine.

La Seine est identifiée comme un corridor écologique d'importance nationale. A ce titre, les berges de Seine dans les Hauts-de-Seine sont, par endroit, des écosystèmes fragiles dont le fonctionnement écologique est à préserver, voire à améliorer.

L'état des lieux et le diagnostic des berges réalisés par le Conseil Général des Hauts-de-Seine montrent que les berges de la Seine dans le 92 sont imperméabilisées à 80% principalement de la limite amont avec Paris jusqu'au port de Gennevilliers, les zones les plus naturelles se situant sur Rueil-Malmaison et Nanterre.

Malgré ce constat, et d'après l'ONEMA, le potentiel piscicole est plutôt bon avec des zones de frai existantes relativement variées (hauts fonds, berges naturelles et végétalisées, enrochements libres ...). Les analyses hydrobiologiques tendent, cependant, à montrer que la qualité des zones de frai reste très médiocre en raison notamment du phénomène de batillage¹⁵, de l'érosion causée par les crues naturelles du fleuve et de la qualité de l'eau.

La Seine et ses berges sont le lieu de vie d'une quarantaine d'espèces de poissons et de 19 espèces végétales :

- ♦ des poissons sédentaires, dont 7 sont protégées : la bouvière (*Rhodeus sericeus amarus*), la loche de rivière (*Cobitis taenia*), le brochet (*Esox lucius*), la truite fario (*Salmo trutta fario*), l'ide mélanote (*Leuciscus idus*), la vandoise (*Leuciscus leuciscus*), le hotu (*Chondrostoma nasus*) ;
- ♦ 7 espèces protégées de poissons amphihalins¹⁶ potentiellement et/ou occasionnellement présents dans les Hauts-de-Seine : la truite de mer (*Salmo trutta trutta*), la lamproie marine (*Petromyzon marinus*), la lamproie fluviatile (*Lampetra fluviatilis*), la grande alose (*Alosa alosa*), l'alse feinte (*Alosa fallax*), le saumon atlantique (*Salmo salar*), l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) ;
- ♦ 1 espèce végétale protégée pour la faune au niveau national : la Grande Douve (*Ranunculus Lingua*) ;
- ♦ 1 espèce végétale protégée pour la flore au niveau régional : la Cardamine impatiente (*Cardamine impatiens*) ;
- ♦ 17 espèces végétales déterminantes pour la flore au niveau régional dont seule la Pesse d'eau (*Hippuris vulgaris*) concerne potentiellement les berges de Seine.



Figure 48 : Truite fario (source INPN/MNHN)



Figure 49 : Le Saumon atlantique (source INPN/MNHE)



Figure 51 : Grande Douve (source INPN/MNHE)



Figure 50 : Pesse d'eau (source INPN/MNHE)

B- Qualité des milieux au droit du port fluvial à Courbevoie

Une étude a été menée par le bureau d'études BIEF en 2011 dans le cadre d'une demande d'autorisation au titre des articles L.214-2 et L.214-3 du code de l'Environnement des travaux de desserte fluviale du projet des tours « Hermitage » à la Défense-Courbevoie (92).

Ce site se situe à proximité immédiate du présent projet de port fluvial à Courbevoie et la zone concernée par les études BIEF présente une très forte homogénéité avec celle concernée par le projet de Port fluvial au droit de la rue de l'Abreuvoir à Courbevoie. Les résultats de cette étude BIEF peuvent donc être analysés ici grâce à leur bonne représentativité, en accord avec la DRIEE.

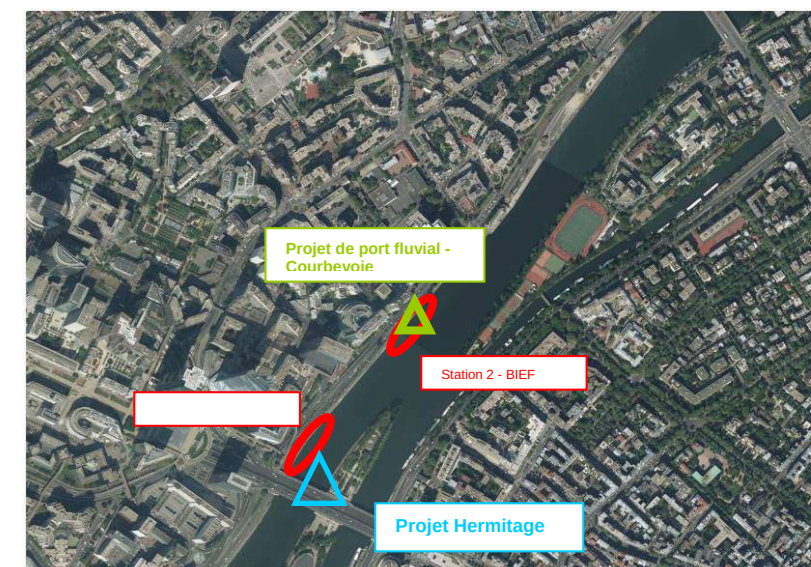


Figure 52 : Localisation des stations de l'étude hydrobiologique BIEF - source : BIEF 2011

Cette mission réalisée en 2011 comprenait un diagnostic de la ripisylve et la réalisation de mesures de la qualité hydrobiologique du site.

En complément de cette étude, le bureau d'études Hydrosphère a été missionné en mai 2014 pour la définition de solutions compensatoires écologiques à la mise en place des installations fluviales en Seine. Dans ce cadre, un nouveau diagnostic des berges et des milieux présents au droit du futur port fluvial à Courbevoie a été réalisé.

¹⁵ Batillage : Ensemble des vagues produites par les bateaux venant s'écraser sur les berges et entraînant une dégradation de ces dernières.

¹⁶ Amphihalin : Espèce migratrice dont le milieu de vie alterne eau douce et milieu marin.

Qualité des berges et de la végétation rivulaire

Les berges de Seine au droit des futurs travaux sont caractéristiques des milieux fortement anthropisés soutenant une intense activité fluviale et routière.



Figure 53 : Vue sur les berges (source : BIEF)

Le profil des berges, sur tout le linéaire, se caractérise par un talus béton de pente 1/1 de 5 m de hauteur. En pied de berge, un perré maçonné vertical est surmonté par une margelle béton de 60 cm de large environ.

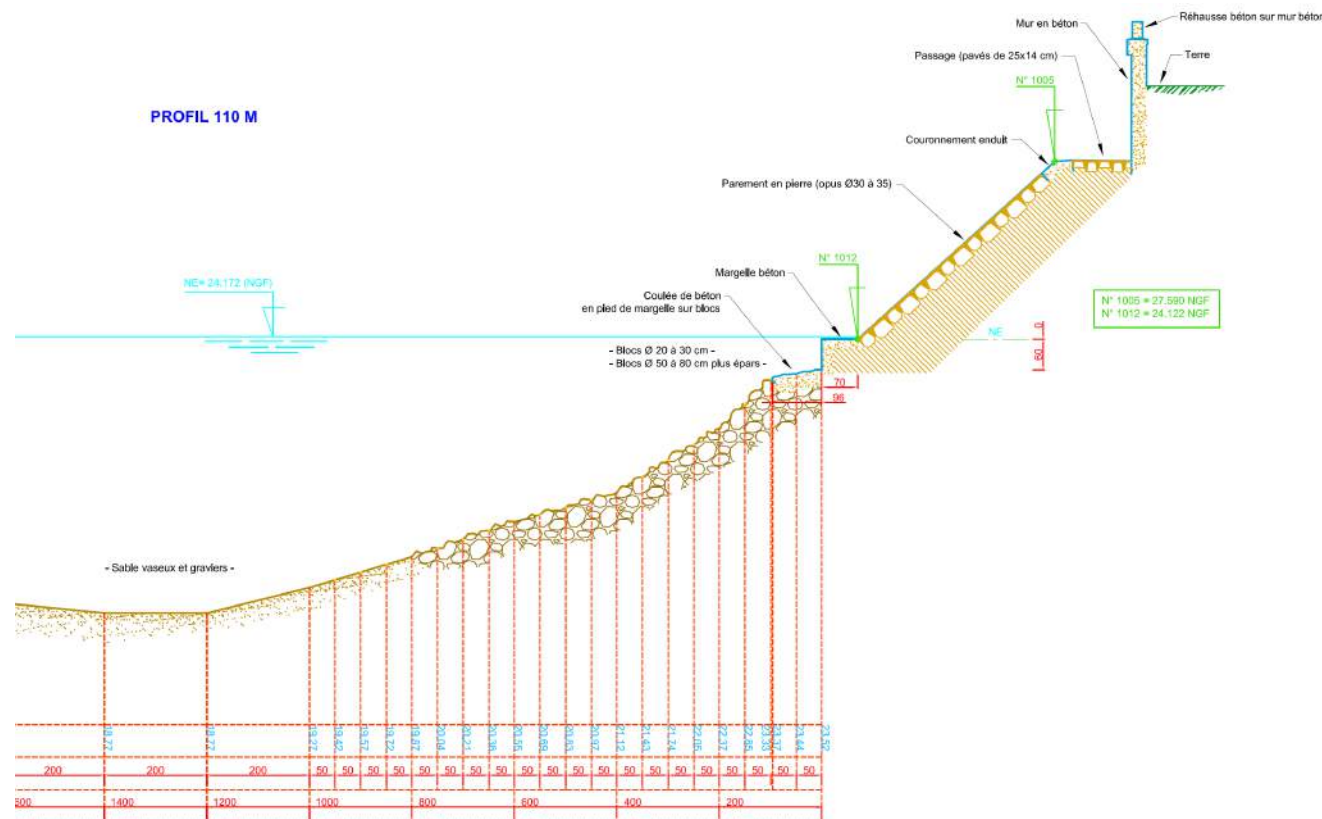


Figure 54 : Profil type de la berge au droit du port fluvial - source : SED

L'inventaire de la végétation reflète un **milieu très faible en diversité et densité**. Cela concorde avec le type d'environnement observé : un terrain peu hospitalier (berges artificielles), favorable aux espèces pionnières et spécialisées.

Sur le parement en pierre, on observe plutôt des plantes ornementales et rudérales¹⁷, à diffusion aisée (Arbre à papillon, Plantain, Pissenlit, Laiterons, etc.). La végétation y est très clairsemée.

Sur la margelle béton au pied du parement, il s'agit d'une flore plus dense et spécialisée dans les milieux aquatiques (Iris, Aulne, Carex, Jonc, Ortie, etc.). L'Érable et l'Aulne sont des espèces de recolonisation arborescente des terrains abandonnés.



Figure 55 : Vue de la berge au droit du port fluvial - source : Hydrosphère 2014



Figure 56 : arbre à papillon observé sur le parement - source : BIEF 2011



Figure 57 : Iris observée sur le parement - source : BIEF 2011

L'examen de la liste floristique montre qu'aucune espèce présente n'est mentionnée dans :

- ♦ L'arrêté du 20 janvier 1982 modifié, relatif à la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire ;
- ♦ L'arrêté du 11 mars 1991 modifié, relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Île-de-France, complétant la liste nationale.

Au pied de cette margelle, la hauteur d'eau varie entre 0,6 et 1,5 m (à 1 m de la berge). Les fonds sont majoritairement composés de gros blocs (90%) constituant quelques abris pour la faune piscicole, de quelques dalles et de sable-limon (10%).

L'intérêt floristique de la ripisylve est donc très faible en termes de sensibilité des espèces compte tenu des espèces relevées.

¹⁷ Plante poussant spontanément dans les friches, décombres, bords de chemin...

Ce diagnostic est conforté par les études menées par l'IAU Île-de-France et le Conseil Général des Hauts de Seine sur les berges.

En effet, ce secteur est classé comme « figé par l'emprise de la route départementale » vis-à-vis des projets d'aménagements. Au droit de la rue de l'Abreuvoir, le tronçon est identifié dans le schéma d'aménagement des berges réalisées par l'IAU comme étant sans opportunité de renaturation.

Mis à part sur les îles de Puteaux et de la Jatte, «verdoyantes», les berges sont généralement très minérales. Elles sont artificialisées par des palplanches et enrochements liaisonnés.

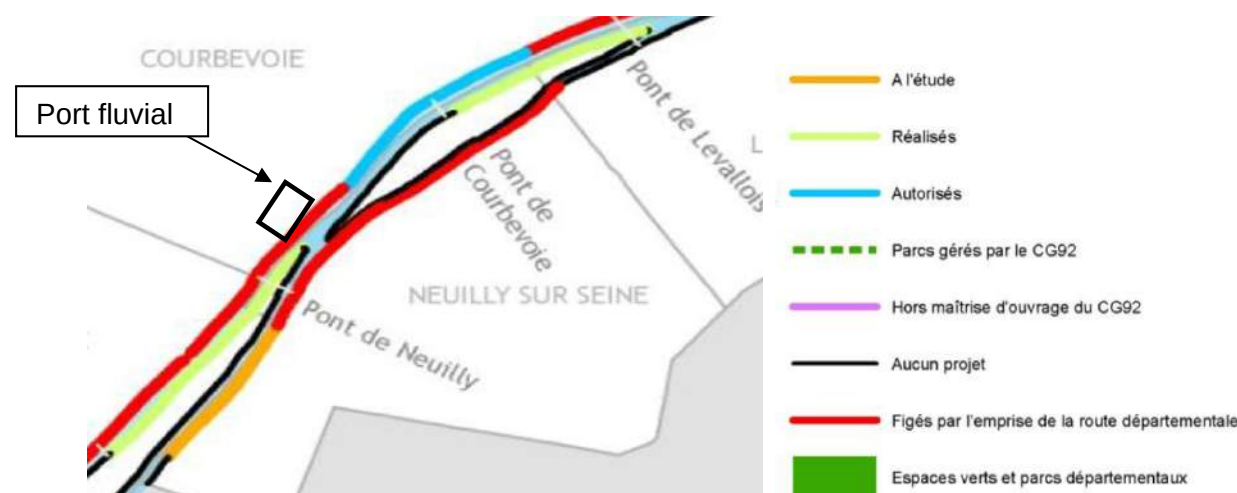


Figure 58 : Répartition des catégories d'aménagements des berges (source : CG92)

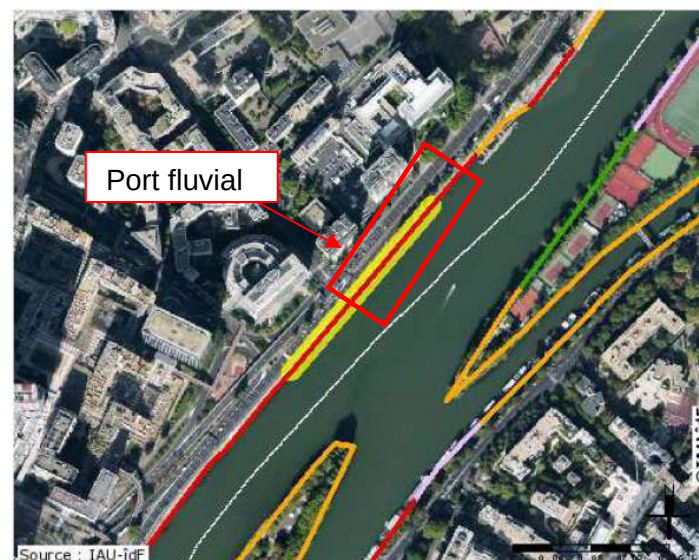


Figure 59 : Diagnostic des berges de la Seine à Courbevoie (source IAU IdF)

A noter que le projet de port fluvial se situe à proximité immédiate du projet d'aménagement des berges de Seine à Courbevoie de reconstituer une promenade piétonne, dont le premier tronçon entre la rue Ficatier et le pont de Courbevoie a été inauguré en juillet 2013.

Qualité de la végétation aquatique

Pour rappel, le paragraphe 1.3.4 présente la qualité biologique de la Seine dans l'aire d'étude.

En complément, l'analyse de la **qualité de la végétation aquatique a été appréhendée** au travers de la réalisation de deux IBMR¹⁸ (par le bureau d'études BIEF dans le cadre de son étude hydrobiologique de 2011) afin d'étudier la qualité et la diversité des macrophytes présents sur la zone (cf. Figure 52).

Les **résultats des deux IBMR** aux deux stations sont identiques. Les notes sont respectivement de 6,48 et de 6,33 / 20. Les indices IBMR montrent pour les 2 stations un niveau trophique de l'eau très élevé (note <8 sur l'échelle de la norme).

Les taxons présents sont les mêmes aux deux stations :

- ♦ La myriophylle en épi : plante hydrophyte fixée et entièrement submergée. On la rencontre dans les eaux faiblement courantes et peu profondes, ou stagnantes et profondes jusqu'à 6 mètres de profondeur. C'est une espèce dont le développement est favorisé par des eaux alcalines, bien minéralisées, une abondante luminosité et des courants modérés. On la retrouve de préférence sur des sédiments fins et de l'argile. Le myriophylle en épi est une espèce hautement compétitrice et envahissante en raison de ces divers moyens de dispersion.
- ♦ La Potamogeton : plante hydrophyte fixée et entièrement submergée. Cette espèce, cependant peu abondante, semble indiquer une légère pollution azotée et phosphatée.
- ♦ Le rubanier : plante hydrophyte fixée et entièrement submergée. Le rubanier se développe dans les eaux stagnantes ou faiblement courantes, rarement dans des eaux au courant plus rapide. Cette espèce pousse en milieu plutôt eutrophe (riche en éléments nutritifs).
- ♦ Des algues, espèces polluo-résistantes qui confirment l'hypothèse d'une légère pollution azotée et phosphatée. Cependant, ceci est à relativiser compte tenu du facteur navigation qui agit sur la distribution des végétaux (tant en les relayant aux berges, qu'en permettant leur propagation).

Les résultats de ces analyses sont présentés en page suivante.

Ils montrent que les habitats aquatiques sont assez homogènes le long du quai au niveau de la zone d'étude.

L'IBMR démontre d'une potentielle pollution azotée et phosphorée. Les végétaux expliquent mieux les pollutions trophiques alors que les macroinvertébrés sont plus sensibles aux contaminations organiques ou métalliques.

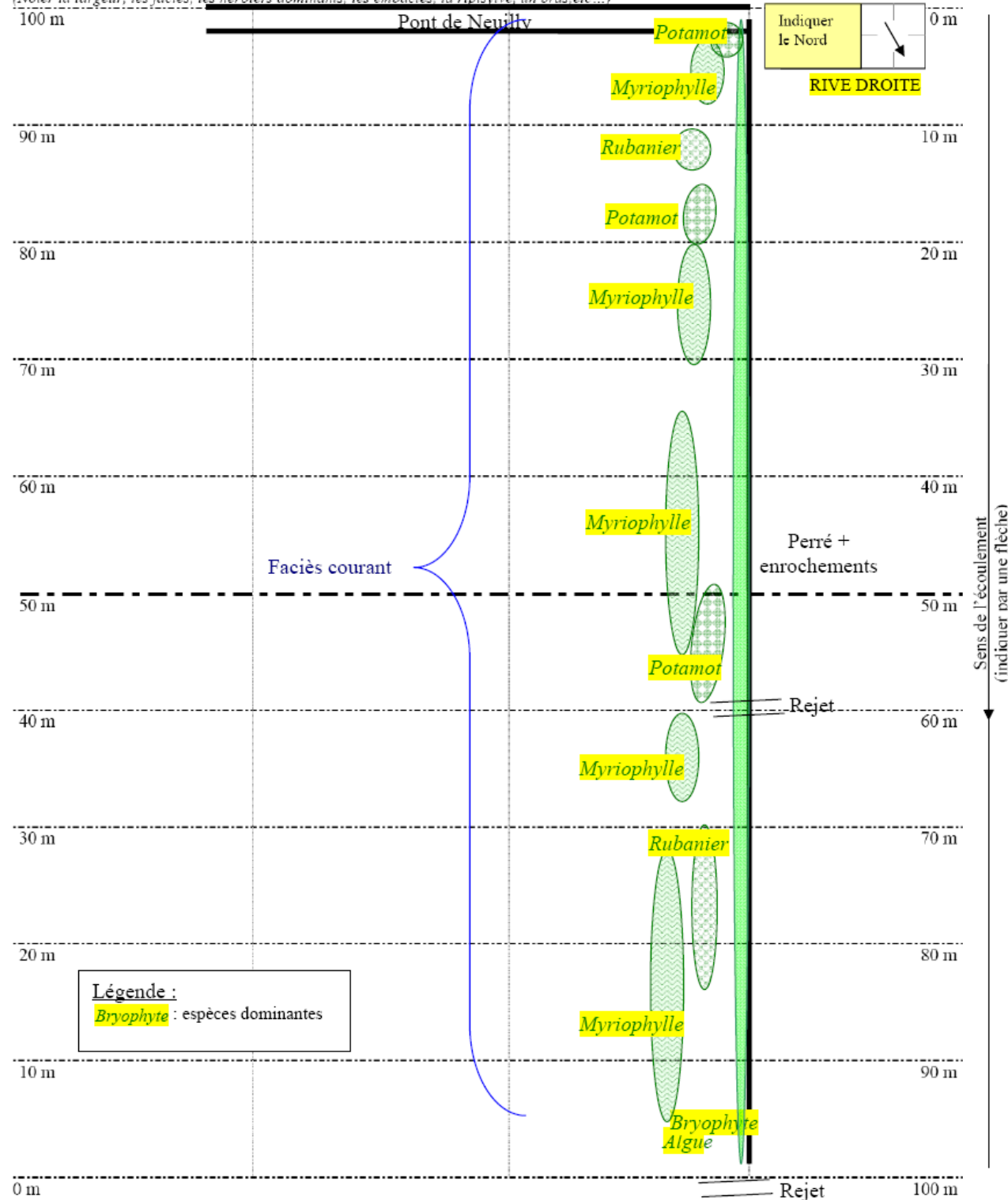
Ces résultats confirment localement les conclusions de l'ONEMA à l'échelle de la région parisienne : il existe bien des zones de frai et d'habitats constitué par cette végétation aquatique. Cependant, la qualité de ces zones reste médiocre (espèces banales, faible diversité), certainement en raison du phénomène de battillage, de l'érosion causée par les crues naturelles du fleuve et de la qualité de l'eau.

¹⁸ IBMR : Indice Biologique Macrophytique en Rivière, est fondée sur l'examen des macrophytes (végétaux) pour déterminer le statut trophique des rivières (quantité de matière organique produite en fonction des apports en azote et phosphore).

Indice Biologique Macrophytique en Rivière – I.B.M.R. GIS Macrophytes – v.2
RELEVÉ DE TERRAIN : SCHEMA DE LA STATION conforme norme NFT90-395 oct. 2003

Cours d'eau :	Seine	Date :	16/06/2011
Nom station :	Station 1 AMONT	Code station :	/
Organisme / Opérateur :	BIEF	Réf. dossier :	10.69

(Noter la largeur, les faciès, les herbiers dominants, les embâcles, la ripisylve, un bras, etc...)



Indice Biologique Macrophytique en Rivière – I.B.M.R. GIS Macrophytes – v.2
RELEVÉ DE TERRAIN : SCHEMA DE LA STATION conforme norme NFT90-395 oct. 2003

Cours d'eau :	Seine	Date :	16/06/2011
Nom station :	Station 2 AVAL	Code station :	/
Organisme / Opérateur :	BIEF	Réf. dossier :	10.69

(Noter la largeur, les faciès, les herbiers dominants, les embâcles, la ripisylve, un bras, etc...)

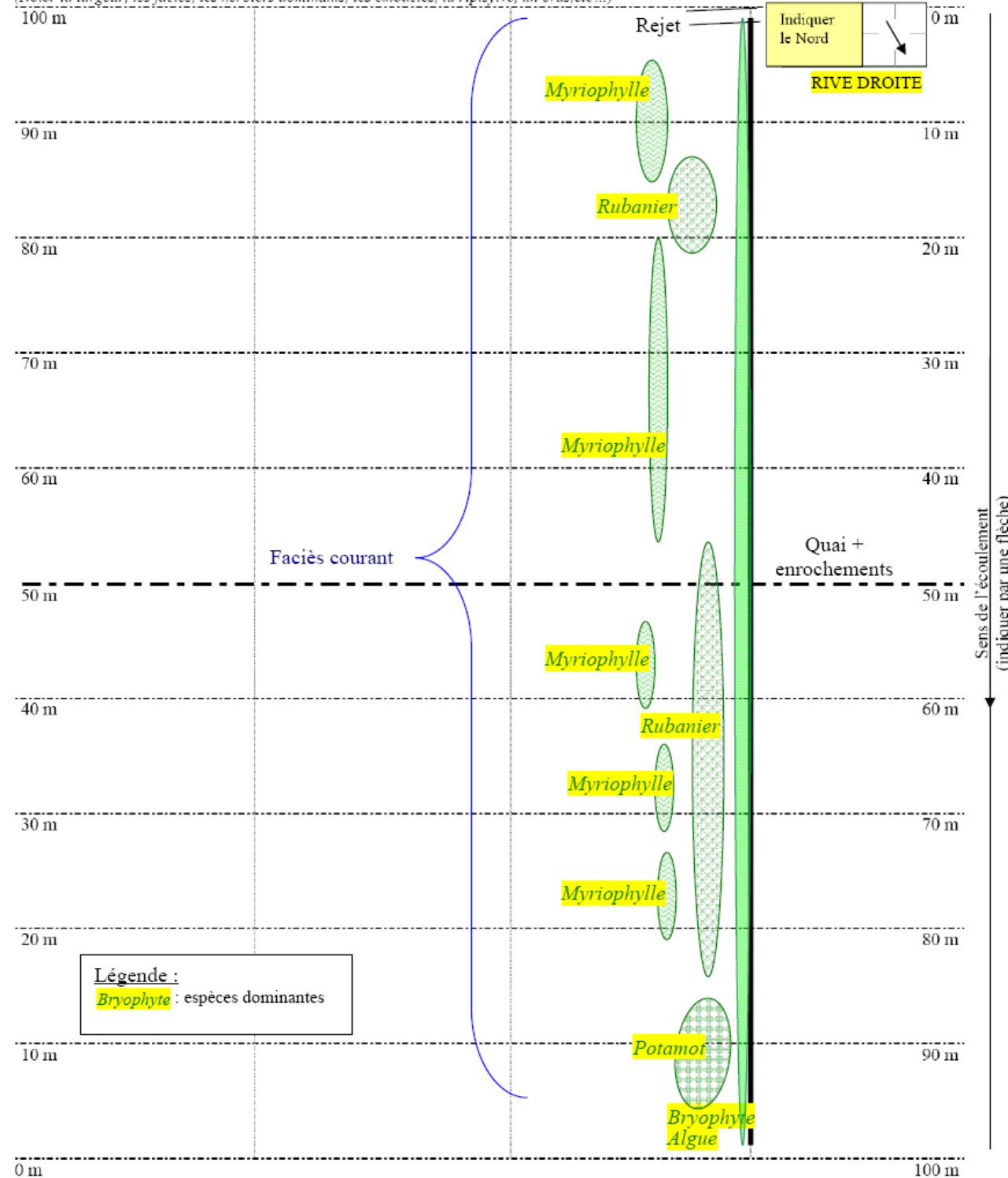
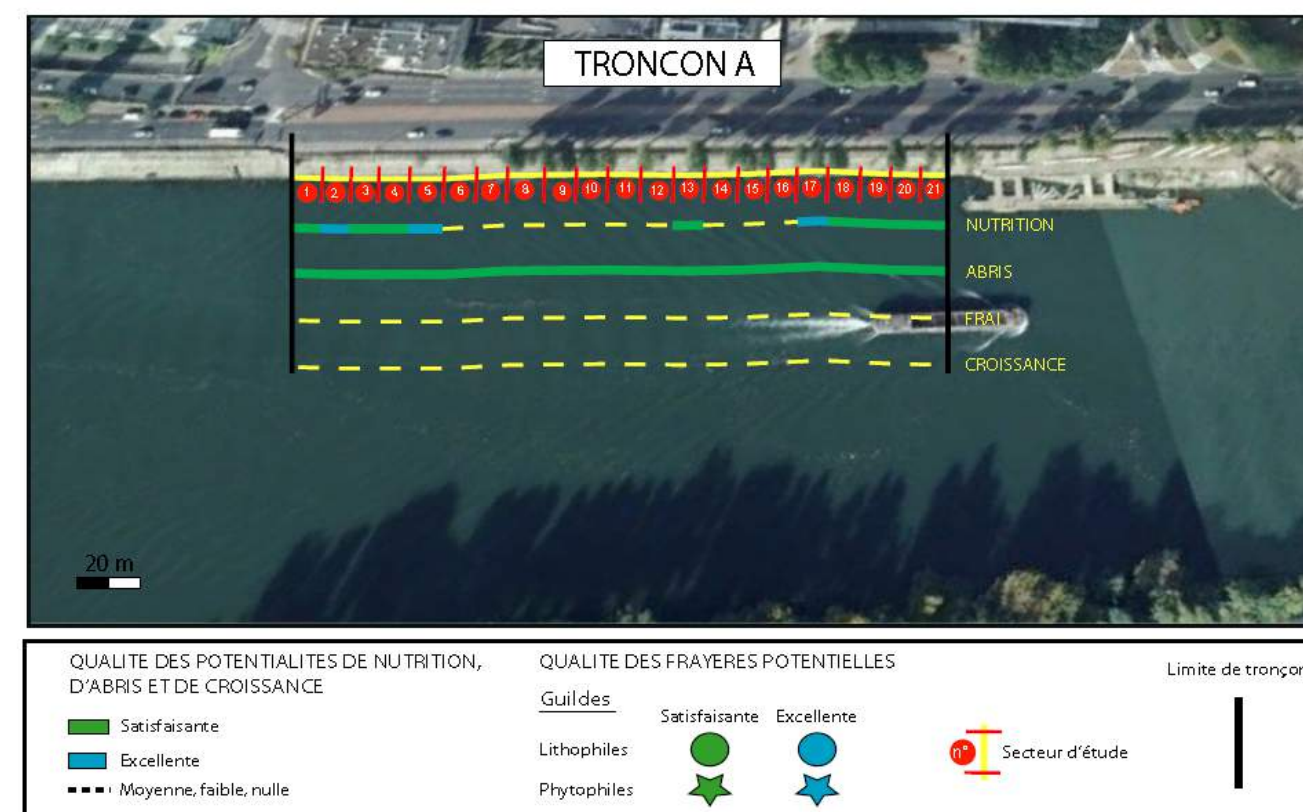


Figure 60 : Localisation des herbiers aquatiques au droit des stations 1 et 2 (Source : étude BIEF - 2011)

Potentialités piscicoles des berges de Courbevoie

L'étude réalisée par Hydrosphère en 2014 propose une évaluation des potentialités piscicoles des berges de la Seine au travers de la mise en œuvre de la méthode PPIB (Potentialités Piscicoles des Berges, version 5.0), mise au point par le cabinet Hydrosphère. Elle permet de localiser et de hiérarchiser les tronçons de berges offrant un intérêt pour les quatre principales fonctions vitales des poissons à savoir : la **reproduction**, la **croissance**, l'**alimentation** et l'**abri**. Le détail de cette analyse est présenté en annexe 17, seules les conclusions sont proposées ici. Il en ressort que :

- ◆ les **potentialités de frai des espèces lithophiles sont extrêmement réduites** sur l'ensemble du secteur d'étude. Les hauteurs d'eau globalement élevées, le batillage notable engendré par la navigation, la taille relativement importante du substrat minéral et le colmatage des fonds constituent les facteurs limitant. Par ailleurs, la pente des berges est relativement importante, ce qui explique l'absence de hauts fonds sur le linéaire. L'absence presque totale d'herbiers le long des rives de la Seine sur ce secteur, ainsi que leur taille très réduite nuisent à l'expression des potentialités de frai des espèces phytophiles. De surcroît, le batillage et le colmatage réduisent encore les potentialités.
- ◆ les **potentialités de croissance des espèces phytophiles sont nulles à très faibles** sur l'ensemble du tronçon. L'absence presque totale d'herbiers de taille significative, la présence de colmatage et de batillage notable explique ces faibles potentialités. Les zones de croissance pour les espèces lithophiles n'expriment que des potentialités très légèrement supérieures aux potentialités de frai. L'absence de hauts fonds et la granulométrie très homogène, composée de sable et de blocs, sont peu compatibles à la constitution de zones de croissance. Par ailleurs, ces potentialités sont une fois encore réduites à cause des facteurs contraignant comme le batillage et le colmatage.
- ◆ Les substrats de fond sont majoritairement composés de dalle, peu attractives pour les invertébrés, et de granulats de taille très variées (blocs et sable), sur lesquels la densité d'invertébrés est « élevée » avec près de 800 ind./m². Ponctuellement cette granulométrie est associée à des massifs d'herbiers beaucoup plus productifs (plus de 1000 ind./m²). Au final, la juxtaposition de ces substrats permet l'expression de **potentialités nutritives « satisfaisantes » et même « excellentes »** sur les parties amont et aval du secteur.
- ◆ Les **potentialités d'abris piscicoles** du secteur reposent principalement sur l'existence de larges anfractuosités entre les blocs et, de façon plus localisée, sur la présence d'herbiers qui contribuent également à la diversité des abris. La berge présente finalement des potentialités **excellentes** sur la majorité du secteur d'étude.



Hydrosphère

Peuplement piscicole au droit du site

Concernant la faune piscicole, la Seine est classée en 2nde catégorie¹⁹ piscicole au niveau de la zone d'étude.

Les données piscicoles utilisées pour cette synthèse comprennent 10 pêches réalisées entre 2001 et 2011 par l'ONEMA (Office national de l'eau et des milieux aquatiques), organisme de référence pour le suivi et la connaissance des milieux aquatiques, sur la station de suivi d'Asnières-sur-Seine (station RHP 03920068). Cette station de suivi de la qualité piscicole est située à proximité immédiate du projet. Les résultats de ces opérations sont synthétisés et détaillés dans le tableau ci-après.

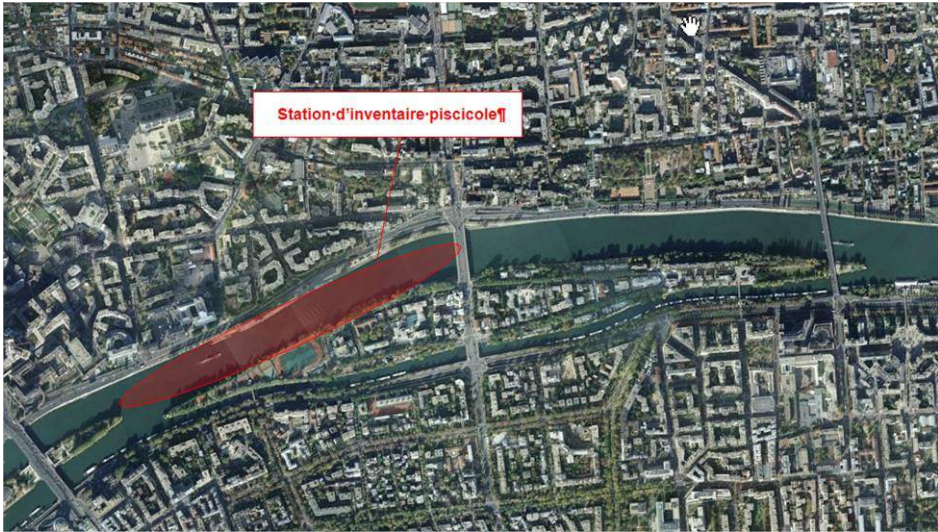


Figure 61 : Localisation de la station d'inventaire piscicole – source : hydrosphère

Sur les 10 pêches considérées, 20 espèces de poissons ont été recensées sur cette station de suivi. La diversité spécifique annuelle est très variable. Elle évolue entre 4 et 14 espèces. Le peuplement récurrent, c'est-à-dire présent à 9 reprises sur les 10 années de suivi, se compose seulement de 4 espèces « très communes » en grand cours d'eau : l'Anguille, le Chevesne, le Gardon et la Perche Commune. A ces espèces peuvent s'ajouter l'Ablette, le Goujon et la Vandoise qui ont été capturés à 7 reprises sur les 10 années de suivi. A l'inverse, 4 espèces n'ont été pêchées qu'à une seule reprise. Elles peuvent ainsi être considérées comme anecdotiques sur cette station. Il s'agit de la Bouvière, du Brochet, du Carassin et du Sandre.

A noter la présence de 6 espèces d'intérêt patrimonial (l'Anguille, la Bouvière, le Brochet, le Chabot, la Truite Fario et la Vandoise) et de 2 espèces exotiques potentiellement invasives (la Perche Soleil et le Silure Glane). A noter que la Truite Fario, n'est pas une espèce de la Seine et provient très probablement d'acte de repoissonnement.

		ESPECES / HABITATS PROTEGES		STATUT DE CONSERVATION
Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	NIVEAU NATIONAL		NATIONAL
		ESPECES PROTEGEES (Destruction œufs et aires de reproduction interdite) Arrêté du 8 déc. 88. article 1	PROTECTIONS DES FRAYERES Arrêté du 23 avril 2008	Catégorie Liste rouge France 2009
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>			CR
Bouvière	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>	X		LC
Brochet	<i>Esox lucius</i>	X	X	VU
Chabot commun	<i>Cottus gobio</i>		X	DD
Truite de rivière	<i>Salmo trutta fario</i>	X	X	LC
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>	X	X	DD

Légende

Arrêté du 8 dec. 88: Liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national

Arrêté du 23 avril 2008:

Liste rouge : Liste rouge des espèces de poissons menacées en France (16 décembre 2009)

NT : Quasi menacée	DD : Données insuffisantes
LC : Préoccupation mineure	EN : En danger
CR : En danger critique d'extinction	VU : Vulnérable

Tableau 16 : Statuts des espèces piscicoles d'intérêt patrimonial

En ce qui concerne la diversité fonctionnelle, le peuplement piscicole de la Seine sur cette station peut être qualifié d'intermédiaire avec la présence :

- d'une **majorité d'espèces ubiquistes** (que l'on rencontre dans des milieux très différents), **eurytopes** (i.e. vivant dans des biotopes très différents) et généralement **phyto-lithophiles** (i.e. qui se reproduisent sur tous les types de substrats), capables de s'adapter à une grande variété de milieux : l'Ablette, la Brème, le Chevesne, le Gardon, le Goujon, la Grémille, le Sandre, le Silure et la Perche Commune ;
- de **quelques espèces spécialisées, limnophiles** (qui ont une préférence pour les eaux calmes) et **phytophiles** (qui se reproduisent sur des substrats végétaux), adaptées aux milieux lenticules et relativement exigeantes vis-à-vis de la qualité du milieu : le Brochet, le Carassin, le Rotengle ;
- de **quelques espèces spécialisées, lithophiles** (qui se reproduisent sur des substrats minéraux) et **rhéophiles** (qui ont une préférence pour les zones de courant), adaptées aux milieux lotiques et considérées comme les plus exigeantes vis-à-vis de la qualité de leur milieu : le Barbeau Fluvial, le Chabot et le Hotu. La Truite n'a pas été considérée ici du fait de sa provenance probablement liée à des actes de repoissonnement.

¹⁹ Les cours d'eau, canaux et plan d'eau sont classés en 2 catégories. La première comprend ceux caractérisés par un lit à pente élevé et par des eaux vives, fraîches et bien oxygénées (zone amont des cours d'eau) principalement peuplés par les espèces de la famille des salmonidés (truites...). Le second comprend tous les autres types de cours d'eau, plus souvent constitués d'eaux calmes à température élevée en période estivale, abritant plus souvent des espèces de la famille des cyprinidés (carpe, gardon...) et des carnassiers (brochet...).

En ce qui concerne les **densités d'individus**, le peuplement piscicole est également très largement dominé par les **individus ubiquistes**, représenté pour l'essentiel par des **Ablettes, des Gardons et des Perches Communes**. Ces individus sont **très tolérants vis-à-vis de la qualité des milieux** aquatiques que ce soit au niveau de la nature et de la structure des habitats rivulaires, des conditions d'écoulements ou encore de la qualité physico-chimique des eaux.

Les individus appartenant aux espèces plus spécialisées, qui sont nettement plus sensibles à la qualité des habitats aquatiques, ne représentent qu'une faible proportion du peuplement. En effet, qu'ils soient phyto-limnophiles ou litho-rhéophiles, leur densité relative dépasse rarement 10%. Cette large dominance des individus tolérants indique généralement une dégradation marquée des habitats aquatiques au sens large du terme.

La qualité piscicole de la Seine a été évaluée entre 2009 et 2011 selon, le référentiel de l'Indice Poisson Rivière. Les résultats témoignent d'une nette amélioration sur les 3 années avec un passage de qualité médiocre à excellent en 3 ans.

La présence d'espèces spécialisées telles que la Bouvière, le Chabot, la Vandoise et le Goujon dans des proportions plus importantes est l'un des facteurs prépondérant dans l'amélioration de la qualité.

Tableau 17 : Le peuplement piscicole de la Seine à Asnières-sur-Seine (Données ONEMA ; 2001-2011) - source : Hydrosphère

Espèce	Nom latin	Densités (nb. Ind./100m2)									
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011
Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>		0,1	11,1	0,1	2,2	9,5	2,8			0,6
Anguille européenne	<i>Anguilla Anguilla</i>	0,7	2,0	3,1	0,5	2,4	2,6	2,3	0,5	1,4	1,8
Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>				0,1	0,1				0,1	0,6
Bouvière	<i>Rodeus amarus</i>										0,1
Brèmes	<i>Abramis sp.</i>	0,3			0,7		0,2	0,7			0,1
Brochet	<i>Esox lucius</i>					0,1					
Carassins	<i>Carassius sp.</i>								0,2		
Chabot	<i>Cottus gobio</i>		0,2						0,1	0,3	0,5
Chevesne	<i>Squalius cephalus</i>	0,6	0,4		0,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,2	6,3
Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	11,8	0,3	0,4	0,2	2,0	1,3	2,8	2,8	12,6	21,8
Goujon	<i>Gobio gobio</i>	0,1			0,7	0,1	0,2	0,8	0,2		1,2
Grémille	<i>Gymnocephalus cernua</i>					0,1	0,5			0,2	
Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>	0,2	0,1					0,2			0,2
Perche commune	<i>Perca fluviatilis</i>	3,2	0,7	0,3	0,2	1,1	1,4	1,0	3,4	1,1	0,8
Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>					0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1
Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>					0,2	0,1				
Sandre	<i>Sander luciperca</i>							0,1			
Silure glane	<i>Silurus glanis</i>					0,3	0,2	0,1			0,5
Truite de rivière	<i>Salmo trutta</i>	0,1									
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>	0,2	0,1		0,7	0,1	0,1			0,4	1,2
Densité totale		17,2	3,7	15,1	3,4	9,1	16,5	11,6	7,7	16,7	35,8
Diversité spécifique		9	8	4	9	13	12	11	8	9	14
Indice Poisson Rivière (IPR) les 3 dernières années de données									22,1	10,1	3,8

Qualité IPR
Médiocre
Bonne
Excellente

Productivité piscicole des berges de Courbevoie

Un diagnostic de la productivité piscicole des berges de Courbevoie a été réalisé en 2011 au droit du projet par Hydrosphère. Lors de cette pêche, un linéaire d'environ 1000 m avait été échantillonné via une méthode de stratification des habitats homogènes. La méthode employée est décrite en annexe 17.

Sur les 10 espèces pêchées en moyenne ces 5 dernières années (cf. 2.1.1), seules 5 espèces ont été pêchées au stade d'alevins : le Chabot (*Cottus gobio*), le Chevesne (*Squalius cephalus*), le Gardon (*Rutilus rutilus*), la Vandoise (*Leuciscus leuciscus*) et la Perche Commune (*Perca fluviatilis*). Parmi ces espèces, le Chabot et la Vandoise sont considérées comme patrimoniales. A noter également la présence de l'Anguille européenne (*Anguilla anguilla*) au stade « adulte » qui elle est aussi considérée comme patrimoniale.

En termes de densité, la productivité est faible avec à peine 1.1 alevin/EPA. Le peuplement d'alevins est largement dominé par les Chevesnes avec 41.8% de l'effectif. Viennent ensuite les Perches Communes et les Gardons qui représentent respectivement 27.3% et 25.5 % de l'effectif. Enfin, les Vandoises et les Chabots, sont très secondaires, et représentés par seulement 1 à 2 individus.

L'analyse de la productivité par habitat permet d'évaluer l'intérêt relatif de ces habitats en tant que zones de nurseries. Il ressort de cette analyse que :

- ♦ les Gardons sont présent sur tous les types de substrats ;
- ♦ les Perches Communes se trouvent surtout sur les enrochements ;
- ♦ les Chevesnes sont présents sur les perrés et notamment au droit des rejets pluviaux, qui offrent des abris de prédilection pour les alevins ;
- ♦ les Vandoises ont également été échantillonnées sur les perrés au droit des rejets pluviaux ;
- ♦ l'unique Chabot pêché l'a été sur l'enrochement sableux.

1.5.5 Synthèse des enjeux

L'analyse hydroécologique des berges de Seine au droit du projet a permis de mettre en évidence les points suivants :

- ♦ **Les berges de Seine sont fortement anthropisées** et caractérisées par (1) un talus béton de pente 1/1, (2) un pied de berge constitué d'un perré maçonné vertical surmonté d'une margelle béton, (3) une hauteur d'eau variant entre 0,6 et 1.5 m, (4) un substrat de fond composé de gros blocs (90%), de quelques dalles et de sable-limon (10%) et, (5) quelques petits herbiers éparses. **Dans l'ensemble, les potentialités hydroécologiques apparaissent comme faibles.**
- ♦ L'analyse des **potentialités piscicoles** montre que les berges ne présentent que **peu d'intérêt pour la reproduction piscicoles, que ce soit pour les espèces lithophiles ou phytophiles**. Les substrats et supports en pied de berge, représentés majoritairement par des blocs et des dalles de bétons, sont donc peu attractifs en tant que zones de croissances ou de nurseries. Seules les potentialités de nutrition et d'abris apparaissent intéressantes.
- ♦ Les pêches rivulaires alevins confirment cette analyse théorique puisque la productivité piscicole est très réduite au droit du projet, que ce soit en termes de diversité (5 espèces au stade d'alevins) ou de densité (1.1 alevins/EPA). De surcroit, au sein du peuplement d'alevins, la proportion des individus spécialisés (litho-rhéophiles ou phyto-limnophiles) est très réduite.
- ♦ **Le peuplement piscicole de la Seine au droit du projet peut être qualifié d'intermédiaire** avec un assemblage nettement dominé par des individus appartenant à des espèces ubiquistes, peu sensibles à la qualité des habitats. Néanmoins, la présence, même réduite, d'individus appartenant à des espèces spécialisées révèle **un potentiel d'amélioration de la qualité piscicole**. De surcroit, l'occurrence de plusieurs espèces à caractères patrimoniales (Anguille, Brochet, Chabot et Vandoise notamment) renforce ce potentiel.
- ♦ La **qualité hydrobiologique est considérée comme « bonne » mais reste fragile** avec un indice IBGA évoluant entre 14/20 et 15/20 mais de nombreux organismes polluo-résistants témoignent de l'excès de matières organiques dans le milieu.

1.6 LES USAGES DE L'EAU

1.6.1 Alimentation en eau potable

1.6.1.1 Généralités

L'eau destinée à la consommation humaine peut avoir deux origines en Île-de-France :

- ♦ L'eau de rivière potabilisée (prise d'eau en Seine notamment)
- ♦ L'eau souterraine prélevée dans les différents aquifères géologiques.

Des périmètres de protection de captage sont établis autour des sites de captages d'eau destinés à la consommation humaine, en vue d'assurer la préservation de la ressource. L'objectif est donc de réduire les risques de pollutions ponctuelles et accidentelles de la ressource dans ces périmètres.

Les périmètres de protection de captage sont définis dans le Code de la Santé Publique (article L-1321-2). Ils ont été rendus obligatoires pour tous les ouvrages de prélèvement d'eau d'alimentation depuis la loi n° 92-3 du 03 janvier 1992 sur l'eau.

Cette protection mise en œuvre par les Agences Régionales de Santé comporte trois niveaux établis à partir d'études validées par des hydrogéologues agréés en matière d'hygiène publique qui proposent une délimitation de ces périmètres :

- ♦ **Le périmètre de protection immédiate** : site de captage clôturé (sauf dérogation) appartenant à une collectivité publique, dans la majorité des cas. Toutes les activités y sont interdites hormis celles relatives à l'exploitation et à l'entretien de l'ouvrage de prélèvement de l'eau et au périmètre lui-même. Son objectif est d'empêcher la détérioration des ouvrages et d'éviter le déversement de substances polluantes à proximité immédiate du captage.
- ♦ **Le périmètre de protection rapprochée** : secteur plus vaste (en général quelques hectares) sur lequel toute activité susceptible de provoquer une pollution y est interdite ou est soumise à prescription particulière (construction, dépôts, rejets ...). Son objectif est de prévenir la migration des polluants vers l'ouvrage de captage.
- ♦ **Le périmètre de protection éloignée** : facultatif, ce périmètre est créé si certaines activités sont susceptibles d'être à l'origine de pollutions diffuses importantes. Ce secteur correspond généralement à la zone d'alimentation du point de captage, voire à l'ensemble du bassin versant.

L'arrêté préfectoral d'autorisation de prélèvement et d'institution des périmètres de protection fixe les servitudes de protection opposables au tiers par déclaration d'utilité publique (DUP).

1.6.1.2 Alimentation en eau de Paris

L'alimentation en eau potable de Paris est principalement assurée par des apports extérieurs au département :

- ♦ de l'eau de rivière potabilisée provenant soit de la Seine (usine d'Orly²⁰), soit de la Marne (usine de Joinville) ; cette eau représente environ la moitié de l'eau potable alimentant Paris ;
- ♦ de l'eau souterraine prélevée du côté de Provins, Sens, Fontainebleau, Montreuil-sur-Eure ou de Verneuil-sur-Avre. Ces eaux sont acheminées par des aqueducs jusqu'à Paris, en s'écoulant gravitairement. Les principaux sont celui de l'Avre à l'Ouest, et ceux de la Vanne et du Loing au Sud. Il existe 4 usines de traitement des eaux souterraines situées à Longueville (77), Sorques (77), Saint-Cloud (92) et l'Hay-les-Roses (94)
- ♦ de l'eau souterraine prélevée à Paris par des captages puisant dans la nappe de l'Albien. Cette nappe étant située à grande profondeur (plus de 500m) et étant bien protégé des pollutions de surface, ces captages ne disposent que d'un périmètre de protection immédiat. Ces captages servent notamment à l'alimentation des fontaines publiques d'eau potable.

Ces captages d'eau souterraine et prises d'eau superficielle permettant d'alimenter en eau potable la Ville de Paris ne sont pas concernés par l'aire d'étude du projet de prolongement à l'Ouest du RER E.

Consommation du 10/07/2011 : 515 Millions de litres

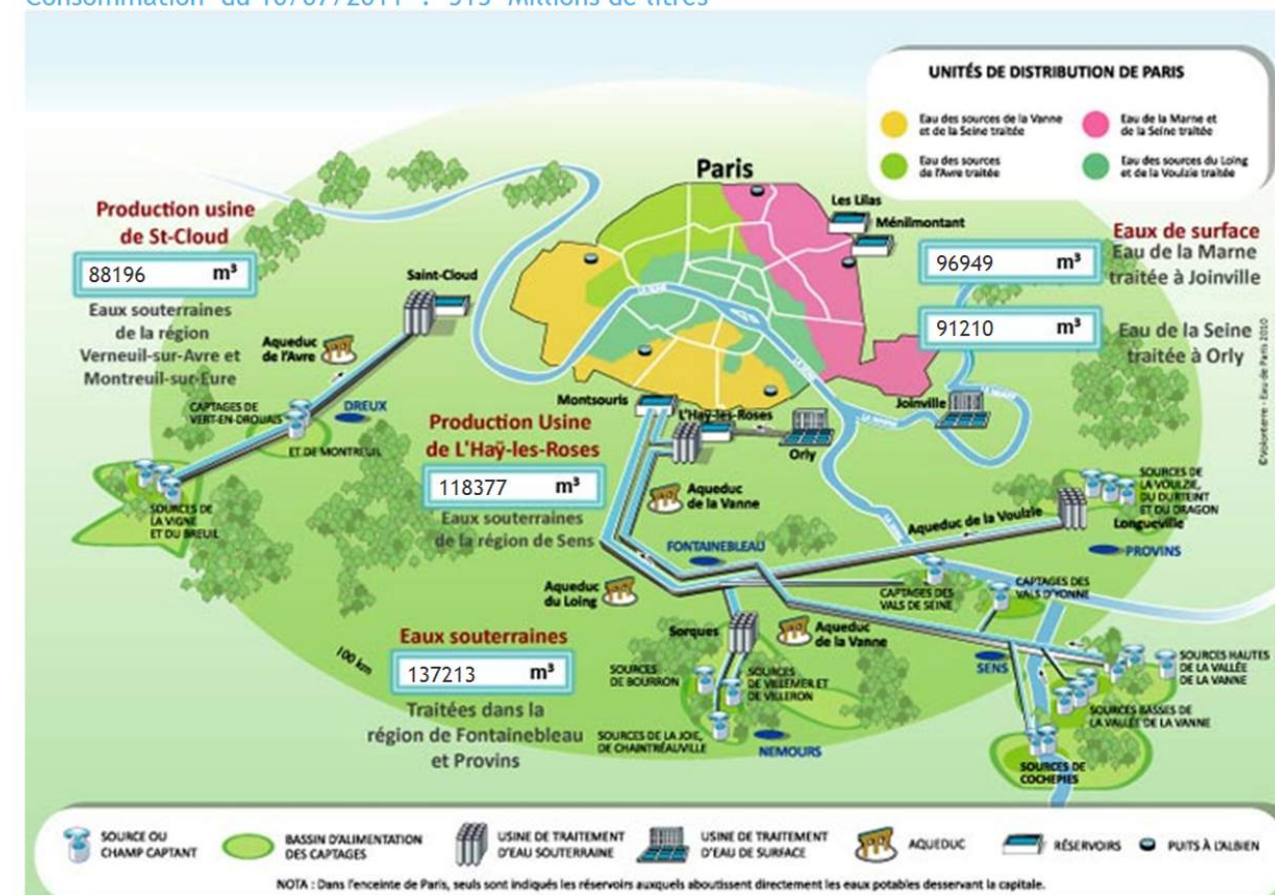


Figure 62 : Origine de l'eau potable à Paris (volume sur une journée)

Source : www.eaudeparis.fr

²⁰ Une autre usine de potabilisation existait à Ivry-sur-Seine. Elle a été fermée en 2010 compte tenu de la réduction significative de la consommation en eau de Paris (Source : Rapport annuel d'activités de 2009 d'Eau de Paris).

Par ailleurs, la Ville de Paris dispose sur son territoire d'un certain nombre de fontaines d'eau potable dans l'espace public. Cette forme de distribution d'eau potable couvre des usages multiples pour l'ensemble de la population (habitants riverains, touristes, piétons, cyclistes, personnes sans domicile,...). Ceci constitue en outre un moyen de limiter les déchets engendrés par la multiplication des bouteilles en plastique. La Ville de Paris souhaite donc promouvoir ces points d'accès à l'eau en multipliant leur présence sur l'ensemble du territoire parisien.

En 1994, la Ville de Paris a confié à Eau de Paris la rénovation des forages anciens (certains datant de 1855) qui puisent dans la nappe de l'Albien (nappe souterraine profonde qui s'étend sous l'ensemble du bassin parisien à plus de 500 m de profondeur ; son volume est estimé à plus de 700 milliards de mètres cubes).

Eau de Paris a proposé leur réhabilitation avec l'idée que ces points d'eau puissent constituer une alimentation de secours. L'autorisation pour réaliser les travaux correspondants a été donnée en 1996.

À la suite de ces travaux, trois puits ont été équipés de fontaines publiques. Elles sont installées :



- ◆ square de la Madone dans le 18^{ème} (à 600 m du secteur de la gare d'Évangile).
- ◆ square Lamartine dans le 16^{ème} (à un peu moins d'1 km de la zone d'étude),
- ◆ place Paul Verlaine dans le 13^{ème} arrondissement (à 5,2 km de la zone d'étude),

Photographie 1 : Fontaine du puits du square de la Madone – source : Eau de Paris

Outre ces trois puits, la délégation territoriale de Paris de l'ARS a indiqué la présence de deux autres captages AEP (Alimentation en Eau Potable) puisant également la nappe de l'Albien ; ils se trouvent :

- ◆ au niveau du réservoir de Ménilmontant dans le 20^{ème} (à 2,7 km d'Évangile),
- ◆ place Henri Queille dans le 15^{ème} (à 2,8 km de l'aire d'étude).

Précisons que les puits captant l'Albien creusés dans Paris étaient artésiens, lors de leur forage à la fin du 19^{ème} siècle. Dans les puits artésiens, l'eau jaillit et s'élève à une hauteur plus ou moins considérable, en vertu du principe des vases communicants. Aujourd'hui, un seul puits est encore artésien, celui de Queille. L'eau remonte de 20 à 120 mètres de la tête de puits de façon naturelle, puis elle est pompée pour atteindre la sortie du puits.

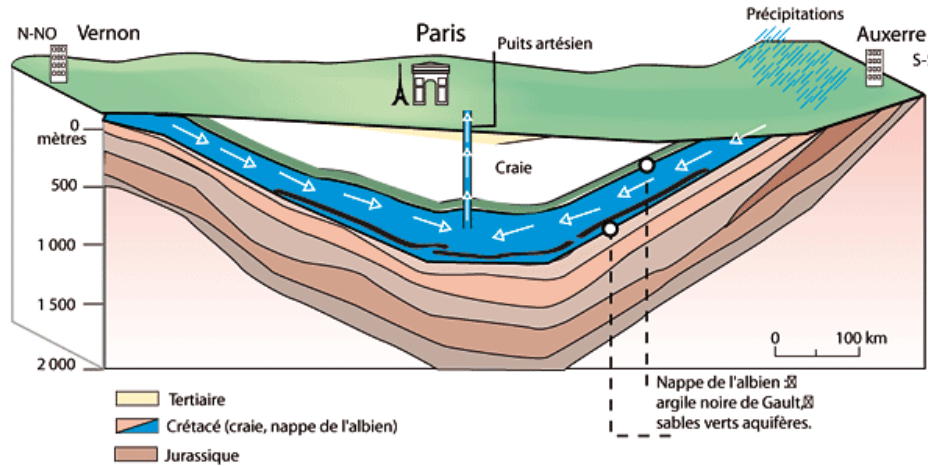


Figure 63 : Principe artésien - Source : Eau de Paris

Enfin, la nappe profonde de l'Albien est naturellement protégée. Pour les 5 captages AEP précités, il n'existe donc pas de périmètre de protection rapprochée ou éloignée. Seules les installations (fontaines publiques par exemple) constituent le périmètre de protection immédiat.

1.6.1.3 Alimentation en eau des Hauts-de-Seine

Le département des Hauts-de-Seine est alimenté en eau potable en grande majorité par de l'eau d'origine superficielle préalablement traitée ; moins de 10 % de la population est alimentée par de l'eau souterraine (sans mélange avec des eaux superficielles).

Ainsi, l'origine de l'eau est soit :

- ◆ Externe au département des Hauts-de-Seine :
 - eau souterraine captée dans les Yvelines à Croissy-sur-Seine, Bougival et Aubergenville (cf. paragraphe ci-après traitant de l'AEP dans ce département) ;
 - eau superficielle de la Seine captée à Choisy-le-Roi, dans le Val-de-Marne soit en amont du projet.
- ◆ Interne au département :
 - eau superficielle de la Seine captée à Suresnes, non loin de l'aire d'étude, elle fait l'objet d'une procédure visant à instituer des périmètres de protection rapprochée et éloignée en amont du captage ;
 - eau souterraine captée au droit de deux forages existants sur la commune de Neuilly-sur-Seine et captant la nappe de l'Albien.
 - eau souterraine captée à Villeneuve-la-Garenne et Gennevilliers à partir d'un champ captant de 18 forages puisant dans les aquifères du Lutétien, de l'Yprésien et de l'Albien.

Au sein du département des Hauts de Seine, seuls les forages de Neuilly sont situés dans l'aire d'étude, le tracé du futur tunnel reliant Haussmann Saint-Lazare et Nanterre ainsi que le Port fluvial de Courbevoie ne sont pas situés dans le périmètre de protection immédiat de ces forages. A noter qu'en raison de la protection naturelle de la nappe de l'Albien, aucun périmètre de protection rapproché ou éloignée n'est défini pour ces ouvrages.

Tableau 18 : Forage des Hauts-de-Seine concernés par le périmètre d'étude (source : ADES)

Commune	Référence du forage	Profondeur de l'ouvrage (en m)	Nappe captée
Neuilly-sur-Seine	01832C0336/B1	642	Albien
	01832C0337/B2	640	Albien

Les autres ouvrages du département ne sont pas concernés par l'aire d'étude.

1.6.1.4 Alimentation en eau de la Seine-Saint-Denis

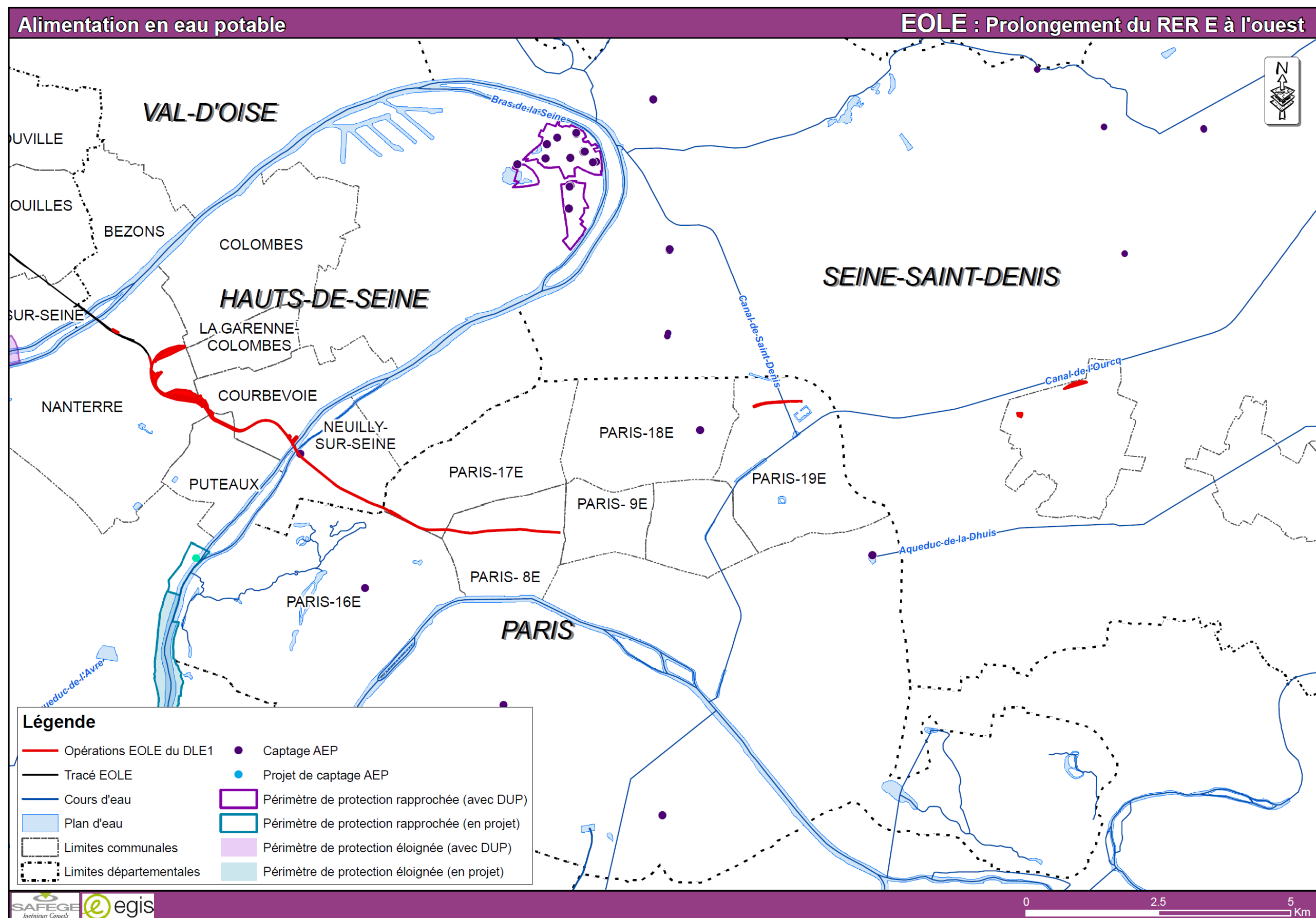
Sur le département de la Seine Saint-Denis, l'alimentation en eau potable provient en grande partie des eaux de surfaces, notamment via une prise d'eau dans la Marne et via l'aqueduc de la Dhuys qui fut construit pour apporter l'eau aux parisiens, mais qui sert également aujourd'hui à fournir en eau le parc Eurodisney et l'est de la région parisienne.

Les nappes les plus profondes, de l'Albien et du Néocomien, sont des nappes d'eaux très pures, surveillées en tant que réserve en cas de crise d'alimentation en eau potable.

Au total, quatorze captages sont recensés sur le département de la Seine Saint-Denis, dont neuf publics, les cinq autres étant à usage privé :

Tableau 19 : Captages de Seine-Saint-Denis (source : ADES)

Commune	Référence du captage	Usage	Type d'eau prélevé	Profondeur	Masse d'eau concernée
BLANC-MESNIL(LE)	01834A0092	Public	Souterraine	nc	Éocène du Valois
BLANC-MESNIL(LE)	01834A0095	Public	Souterraine	nc	Éocène du Valois
TREMBLAY-EN-FRANCE	01545X0087	Public	Souterraine	117	Éocène du Valois
TREMBLAY-EN-FRANCE	01841X0166	Public	Souterraine	120.6	Éocène du Valois
NOISY-LE-GRAND	01845X0126	Public	Superficielle	-	La Marne
AULNAY-SOUS-BOIS	01834B0017	Public	Souterraine	232.3	Albien
SAINT-DENIS	01833C0029	Privé	Souterraine	779.23	Albien
AULNAY-SOUS-BOIS	01834B0118	Public	Souterraine	104.9	Éocène du Valois
AULNAY-SOUS-BOIS	01834B0119	Public	Souterraine	nc	Éocène du Valois
SAINT-DENIS	01833C0099	Privé	Souterraine	119	Éocène du Valois
SAINT-DENIS	01833A0338	Privé	Souterraine	118	Éocène du Valois
SAINT-DENIS	01833A0461	Privé	Souterraine	116	Éocène du Valois
BLANC-MESNIL(LE)	01834A0147	Public	Souterraine	110	Éocène du Valois
VILLETANEUSE	01833A0319/F	Privé	Souterraine	105	Éocène du Valois



1.6.2 Prélèvements et usages industriels

D'après l'Agence de l'eau, sur le bassin Seine-Normandie, l'industrie prélève environ 1,5 milliard de mètres cubes d'eau, dont trois quarts proviennent des eaux de surface. La consommation d'eau par l'industrie représente 60% des prélèvements d'eau de surface du bassin (dont 60% pour EDF) et 20% des prélèvements souterrains. La plus grande partie des eaux de surface prélevées est destinée au refroidissement des équipements de production et est restituée au milieu.

Les volumes prélevés en nappe et dans les eaux de surface font l'objet d'un suivi de la part de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Depuis 2006, les redevances perçues par les Agences de l'eau sur ces prélèvements sont considérées comme des taxes, et non pas comme des redevances pour service rendu. Par conséquent, elles relèvent du code des impôts, et toutes les données utilisées pour leur calcul sont protégées par le secret fiscal, dont les volumes de prélèvements en eau. Les dernières données disponibles datent donc de 2007 et sont présentés dans le tableau ci-dessous, à l'échelle des communes concernées par le projet.

Tableau 20 : Volumes prélevés par commune en 2007 – Source : Agence de l'Eau Seine-Normandie

Département	Communes	Prélèvement des collectivités (en m³)	Prélèvement de l'industrie (en m³)		TOTAL (en m³)
			Eaux de surface	Nappes	
Seine-Saint-Denis (93)	Noisy-le-Sec	-	0	0	0
Paris (75)	Paris	25 658 418	70 784 466	1 663 947	98 106 831
Hauts-de-Seine (92)	Colombes	-	-	10 661	10 661
	Courbevoie	-	-	0	0
	La Garenne-Colombes	-	-	1 290	1 290
	Nanterre	-	2 975 598	0	2 975 598
	Neuilly-sur-Seine	976 824	-	0	976 824
	Puteaux	-	-	0	0
TOTAL					102 071 204

En 2007, sur l'ensemble des communes concernées par le projet, 102 millions de m³ ont été prélevé dans le milieu naturel dont 72% dans les eaux de surface pour les prélèvements industriels.

1.6.3 Autres usages de la ressource en eau souterraine

Au sein des ouvrages recensés par la Banque de données du Sous-Sol (BSS), les dossiers de déclaration ou autorisation auprès de la Police de l'Eau ont été recensés pour repérer ceux pouvant être affectés par les pompages de rabattement sur les secteurs de Haussmann Saint-Lazare, Gare Maillot et du CNIT-La Défense. La liste de ces ouvrages est présentée ci-après, ils sont localisés sur des cartes dans le document d'incidence (tome 2, pièce 4).

Ces sites ont d'abord été contactés par téléphone courant décembre 2013 puis par mail en février 2014 afin de réaliser une fiche d'identification de ces ouvrages. Les sites ayant apporté une réponse et ainsi permis la réalisation d'une fiche d'identification sont représentés en gras dans le tableau ci-contre. Les fiches d'identifications correspondantes sont présentées en annexe 18. Ces ouvrages ont essentiellement une fonction géothermique.

Tableau 21 : Ouvrages pouvant être impactés recensés par le Banque du Sous-Sol (source : BSS / SED)

Nomination	Adresse	Maitre d'ouvrage/Pétitionnaire	Nappe captée
ROYAL INVEST	29/35 Avenue Matignon / Paris 8	ROYAL INVEST	Lutétien
SFD	7/9 rue Tronchet / Paris 8	SFD	Lutétien
VIIDEO	28/30 rue de la Victoire / Paris 9	VIIDEO	Lutétien
GENERALI	Rue de la Chaussée d'Antin / Paris 9	GENERALI	Lutétien
EDF	22 Avenue de Wagram / Paris 17	EDF	Yprésien
SC Pragir	23 rue St Pierre / Neuilly	SC Pragir	Lutétien
Terne Etoile	9/11 Avenue des Ternes / Paris 16	Grand Optical	Lutétien
JOHNSON CONTROLS	28 bis boulevard du Château / Neuilly sur Seine	JOHNSON CONTROLS	Lutétien
Fondation Louis Vuitton	8, avenue du Mahatma Gandhi / Paris 16	LVMH	Lutétien
Les Frères Blanc La Lorraine	Place des Ternes / 75008 Paris	Les Frères Blanc La Lorraine	Lutétien
Tour Total	2, place de la Coupoles / 92400 Courbevoie	TOTAL FRANCE SA	Craie/ Yprésien
Tour Majunga	10, rue Delarivière Lefoullon / 92800 Puteaux	SNC LEFOULLON	Yprésien
Carpe Diem	Place des Corolles / 92400 Courbevoie	SCI CARPE DIEM	Yprésien
BNP La Croisée	Place de La Croisée /92000 Nanterre	BNP	Craie
Tour EDF	20, place de la Défense / 92800 Puteaux	EDF	Yprésien
Cœur Défense	12, avenue Andre Prothin / 92400 Courbevoie		Yprésien

1.6.4 Activités de tourisme et de loisirs liés à l'eau

1.6.4.1 Le tourisme fluvial

Le tourisme fluvial est perçu depuis quinze ans comme une composante essentielle du tourisme francilien. Dès 1989, le schéma régional de développement du tourisme et des loisirs d'Île-de-France le considérait comme « le vecteur d'image potentiellement le plus porteur pour la région ». C'est dans ce contexte que le conseil régional a adopté en février 1992 un schéma régional du tourisme fluvial en Île-de-France, ayant pour objectif « la définition d'axes directeurs pour l'intervention de la Région dans ce secteur et, secondairement, la constitution d'un cadre de référence pour l'établissement des concertations entre les acteurs.

En 1997, un schéma directeur du tourisme fluvial dans le Bassin parisien a été rédigé et voté par les Conseils régionaux d'Île-de-France, de Picardie, de Champagne-Ardenne, de Bourgogne, du Centre et de Haute Normandie. Il s'intégrait dans le cadre du contrat de plan interrégional, outil de mise en œuvre de la Charte du Bassin parisien (Article 11 du Contrat de plan interrégional). Il définissait les « axes d'intervention prioritaires » tout en laissant « à chaque région le soin de présenter la forme et l'identité de ses projets ». Ce schéma interrégional a toutefois été abandonné au moment de la signature du contrat de plan État-Région 2000-2006.

Dernier schéma en date, le schéma régional du tourisme et des loisirs en Île-de-France 2000-2010 envisage la problématique du tourisme fluvial à l'échelle du Bassin parisien et envisage une approche globale de développement, s'appuyant sur une évaluation de la demande comme préalable à tout aménagement.

L'ensemble de ces schémas prouve l'intérêt porté par les différentes collectivités au tourisme fluvial et ses potentialités de développement dans la région Île-de-France.

En 2012, le tourisme fluvial représentait :

- ♦ 10,5 millions de passagers sur le bassin de la Seine
- ♦ 53 ports de plaisance et haltes fluviales
- ♦ 148 bateaux à passagers dont 11 paquebots fluviaux

1.6.4.2 Activités de loisirs

De nombreuses activités de loisirs sont liées à la ressource en eau, il s'agit principalement d'activités:

- ♦ Récréatives : baignade, pêche, plaisance...
- ♦ Sportive : voile, aviron, plongée...
- ♦ De découverte : associations de nature...

Sur l'aire d'étude impactée par des travaux, Un site d'activité de loisirs a été recensé, il s'agit de la Société Nautique de la Basse Seine sur la commune de Courbevoie à proximité immédiate du futur port fluvial.

1.6.5 Navigation

Le bassin de la Seine est constitué de 1 468 km de voies navigables réparties en :

- ♦ 941 km de rivière
- ♦ 527 km de canaux

Ces voies sont le support d'un important transport de marchandises, qui s'accroît d'années en années, eu égard à son faible coût. Le transport fluvial s'affirme ainsi en Île-de-France comme une alternative écologique et économique de plus en plus crédible. Le transport de fret par voie fluviale était jusqu'à récemment dédié aux marchandises lourdes (céréales, matériaux de construction, pétrole et charbon, produits sidérurgiques).

En 2012, 22,31 millions de tonnes ont ainsi été manutentionnées par voie fluviale en Île-de-France, dont 2,29 sur le secteur de Paris (Seine et canaux).

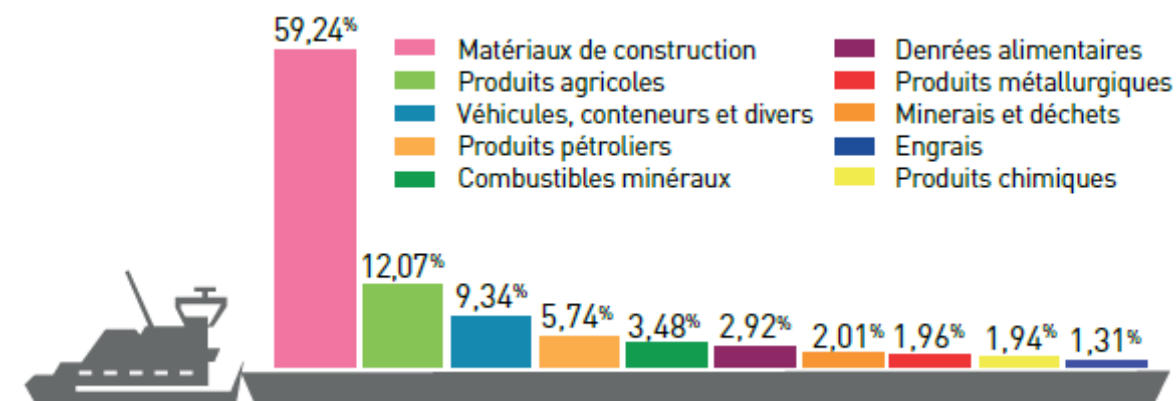


Figure 64 : Nature des marchandises transportées par voie fluviale sur le bassin de la Seine – Source : VNF 2012

Le réseau fluvial est actuellement loin d'être saturé et pourrait absorber 2 à 4 fois plus de trafic avec l'infrastructure existante.

Deux voies navigables sont concernées par le projet :

- ♦ Le canal Saint-Denis
- ♦ La Seine à Courbevoie

1.6.5.1 Le canal Saint-Denis

Long de 6,6 kilomètres, il relie le rond-point des canaux (parc de la Villette) à la Seine aval en Seine-Saint-Denis par sept écluses et six biefs sur un dénivelé de vingt-huit mètres, en traversant le 19^e arrondissement de Paris, les communes d'Aubervilliers et de Saint-Denis. Le canal Saint-Denis est ouvert à la navigation 363 jours par an.

Cette voie d'eau à grand gabarit peut accueillir des bateaux (mille tonnes au maximum) qui franchissent la totalité des sept écluses en deux heures et demie. L'ensemble est géré par des écluses télécommandées depuis les deux postes éclusiers situés à chaque extrémité du canal.

Sa vocation industrielle est très prononcée car le canal permet la desserte des ports de fret situés le long de ses berges. Ces ports servent au chargement et au déchargement de matériaux de construction, à l'évacuation de déblais et à la production de béton " prêt à l'emploi ". Cette activité, en associant le transit vers le canal de l'Ourcq et le canal Saint-Martin, représente un trafic annuel qui fluctue, en fonction de l'activité du bâtiment et des travaux publics, entre 500 000 et 1 million de tonnes par an.

Le canal Saint-Denis assure également la régulation permanente des niveaux des plans d'eau pour la sécurité des usagers et des riverains par rejet en Seine des excédents provenant du canal de l'Ourcq.

Il permet une navigation de bateaux de plaisance et de transport de passagers desservant le Stade de France.



Figure 65 : Le Canal Saint Denis - Source : Paris.fr

1.6.5.2 La Seine à Courbevoie

La Seine de Montereau (89) à Gennevilliers (92) appartient à la classe VI au sens de la circulaire n° 76.38 du 1^{er} Mars 1976, modifiée par la circulaire n°95.86 du 6 Novembre 1995 relative aux caractéristiques des voies navigables. La classe VI correspond à une voie à grand gabarit accessible aux grands convois de deux grandes barges poussées en flèche, avec un port en lourd compris entre 3 000 t et 5 000 t (enfouissement de 3 m).

L'arrêté modifié du 20 décembre 1974 fixe le règlement particulier de police de la navigation sur les canaux, rivières, cours d'eau domaniaux : canal de la Haute-Seine, Seine, Yonne, Marne et Oise.

- ◆ Dans la zone d'étude, les dimensions maximum des convois sont 180m x 11,40m. Le tirant d'eau maximum vaut 3,50 m et le tirant d'air à la Retenue Normale vaut 6,90 m.
- ◆ A partir d'un débit de 600 m3/s mesuré à l'écluse de Suresnes, la montée des eaux à une influence sur la navigation. La navigation est arrêtée à partir de la cote de 27,50 m NGF orthométrique (mesuré aux écluses de Suresnes situées au PK 17 soit 2,6 km en amont de la zone d'étude) soit 27,83 m NGF normal.

Un arrêté préfectoral du 22 juillet 2008 « portant délimitation des zones dans lesquelles le stationnement (ancrage et amarrage) est interdit au titre de la police de navigation sur la rivière Seine dans le département des Hauts de Seine » concerne le site d'implantation du projet port fluvial.

L'article 1er de l'arrêté précise :

« Sans préjudice des autres interdictions ou restrictions qui peuvent être instituées à un autre titre, le stationnement (ancrage et amarrage) est interdit au titre de sécurité de la navigation en Seine, dans les zones qui sont matérialisées sur les plans annexés au présent arrêté, dans les conditions suivantes :

- ◆ Zone 1 : Interdiction absolue.
- ◆ Zone 2 : Zones ne pouvant être utilisées pour le stationnement que dans les conditions fixées par l'article 7.03 (1.h) du Règlement Général de Police (RGP) et, le cas échéant, par le Règlement Particulier de Police (RPP) ;
- ◆ Zones 3 : zones ne pouvant être utilisées pour le stationnement que dans les conditions fixées par le Règlement Particulier de Police (RPP) et les avis à la batellerie (art.7.10-2 du Règlement Général de Police). »

La section de rive concernée par le Port Fluvial constitue une zone 1, correspondant ainsi à une interdiction absolue de stationner. Une demande de dérogation est réalisée en parallèle à la présente de demande.

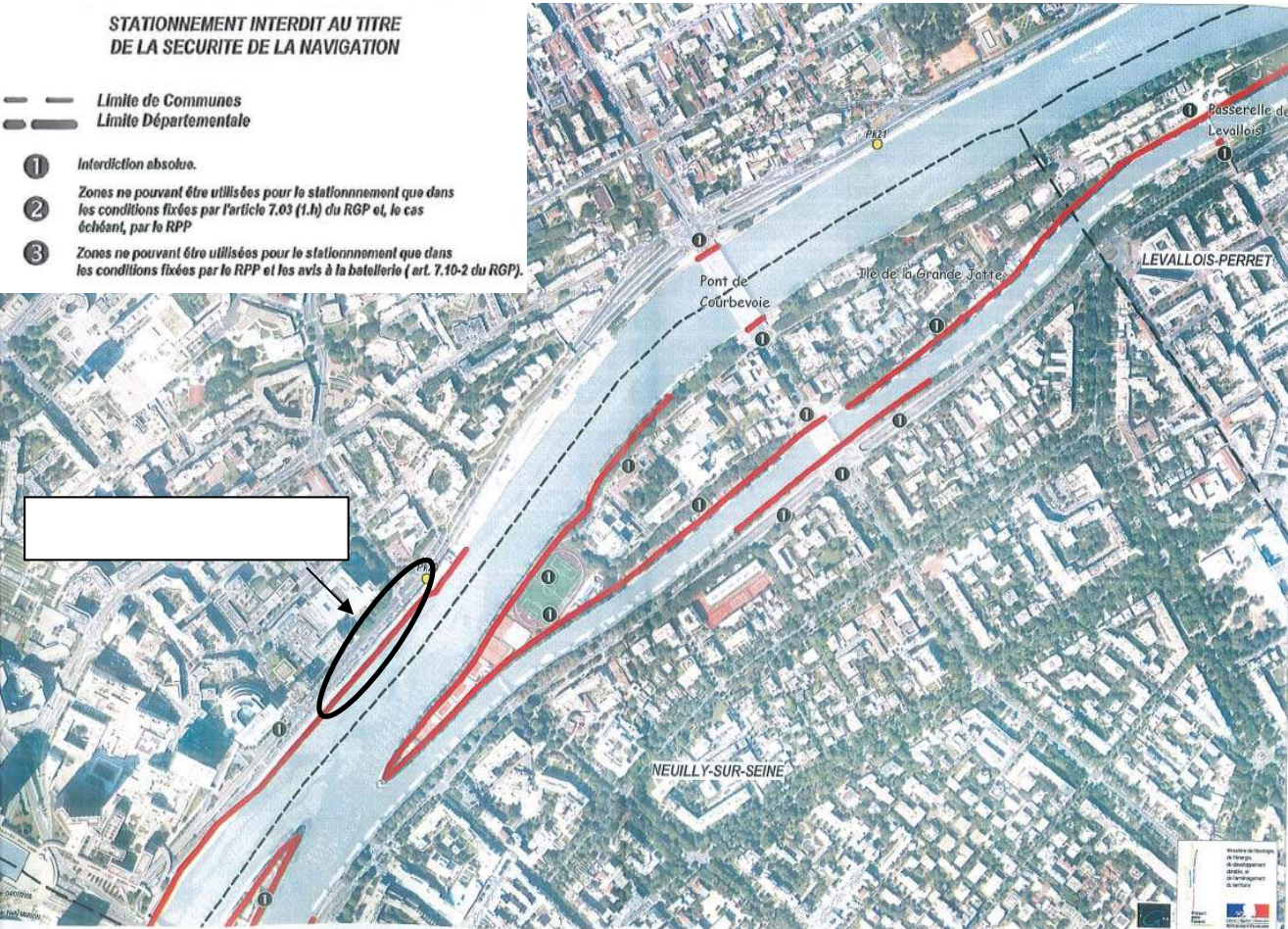


Figure 66 : Zone d'interdiction de stationner (Source : AP n° 2088-88 du 22 juillet 2008)

1.6.6 Synthèse des enjeux liés aux usages de l'eau

Les usages de l'eau susceptibles d'être impactés par le projet Eole sont nombreux :

- ♦ **L'alimentation en eau potable représente un enjeu moyen** en raison de l'absence de périmètres de protection rapprochée ou éloignée traversés par le projet et de la bonne protection de la nappe de l'Albien, principale nappe souterraine concernée par les prélèvements pour l'eau potable à proximité du projet.
- ♦ **L'usage de l'eau à des fins industrielles représente un enjeu fort** en raison de la réalisation d'un rabattement de nappe.
- ♦ **La navigation, le tourisme fluvial et les activités de loisirs liées à l'eau représentent un enjeu fort** en raison des interventions prévues dans le lit mineur du canal Saint-Denis et de la Seine.

1.7 DOCUMENTS DE PLANIFICATION

1.7.1 Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE)

1.7.1.1 Présentation générale et portée du SDAGE

Le SDAGE est un document de planification qui fixe les **objectifs de qualité et de quantité des eaux** et les **orientations d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau** à l'échelle d'un bassin hydrographique, ici le bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands.

Introduit par la loi sur l'eau de 1992, le premier SDAGE du bassin est entré en vigueur en 1996. Depuis l'adoption de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) en 2000, le SDAGE constitue le plan de gestion par bassin hydrographique demandé par la DCE.

Comme demandé par la DCE, le SDAGE est accompagné d'un programme de mesures, qui décline ses grandes orientations en actions concrètes (amélioration de certaines stations d'épuration, restaurations des berges de certains cours d'eau etc.)

Le SDAGE ne crée pas de droit ni de procédure. Il s'appuie sur la réglementation existante et fixe, à l'échelle du bassin, certains éléments techniques prévus par la loi (réservoirs biologiques, volumes maximums prélevables, ...).

Il s'impose par un lien de compatibilité ce qui signifie que les documents qui doivent lui être compatibles ne doivent pas contrarier son contenu.

Aussi, les études d'incidence réalisées dans le cadre de dossiers « Loi sur l'Eau » doivent justifier de cette compatibilité.

1.7.1.2 Le SDAGE « Seine et cours d'eau côtiers normands » (SDAGE Seine-Normandie)

Le périmètre d'étude est entièrement inclus dans le périmètre d'application du SDAGE Seine-Normandie, approuvé le 20 novembre 2009 pour la période 2010-2015.

La compatibilité au SDAGE s'apprécie en premier lieu au regard des objectifs qu'il fixe. Il s'agit :

- ♦ Des objectifs d'état attribués à chaque masse d'eau,
- ♦ D'objectifs généraux liés à des enjeux particuliers (présence de zones protégées, réduction de rejets de substances dangereuses,...

Au-delà de ces objectifs par masse d'eau, le SDAGE fixe les orientations permettant de satisfaire aux principes d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Ces orientations sont déclinées en dispositions qui précisent les moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés. Le SDAGE Seine Normandie définit ainsi **10 orientations fondamentales** :

- ♦ Diminuer les pollutions ponctuelles 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,
- ♦ Acquérir et partager les connaissances,
- ♦ Développer la gouvernance et l'analyse économique.

1.7.1.3 Les objectifs par masse d'eau

Pour préparer le programme d'actions visant à retrouver un bon état de la ressource d'ici 2015, objectif général fixé par la DCE, un découpage des eaux de surface, des eaux souterraines et des eaux côtières en unités homogènes (appelées "masses d'eau"), a été réalisé. Ce découpage sert de base à l'évaluation de l'état des milieux.

Les objectifs des masses d'eau concernées par le présent projet sont présentés aux chapitres 1.2.3, page 24 et 1.3.2.2, page 30. Il s'agit :

- ♦ d'une part, les masses d'eau souterraines concernées par l'aire d'étude ainsi que leurs objectifs de qualité et de quantité fixés par le SDAGE ;
- ♦ d'autre part, les masses d'eau superficielles et leurs objectifs qualitatifs.

1.7.1.4 Les objectifs liés aux zones protégées

Conformément au 5° du IV de l'article L.212-1 du Code de l'environnement, les exigences liées aux zones faisant l'objet de dispositions législatives ou réglementaires particulières en application d'une législation communautaire spécifique doivent être respectées. Ces zones dites « protégées » correspondent à trois registres :

- ♦ un **registre santé** comprenant les zones désignées pour :
 - les **captages d'eau destinés à la consommation humaine** : cette thématique est abordée spécifiquement au sein du chapitre 1.6.1, page 66.
 - les **zones de baignade** : aucune zone de baignade n'est située à proximité du projet, la baignade étant interdite en Seine.
- ♦ un registre de **protection des habitats et des espèces** comprenant :
 - les **zones conchylicoles** : aucune zone de ce type n'est comprise dans l'aire d'étude compte tenu de son éloignement par rapport à la côte.
 - les **zones Natura 2000** : elles sont décrites au sein du chapitre 1.5.2, page 49.
 - les **cours d'eau** désignés au titre de la **directive vie piscicole** ;

Les zones piscicoles sont les cours d'eau désignés au titre de la directive 78/659/CEE du 18 juillet 1978 remplacée par la directive 2006/44/CE du 6 septembre 2006 concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons. Cette directive a pour but de protéger ou d'améliorer la qualité des eaux douces courantes ou stagnantes dans lesquelles vivent ou pourraient vivre, si la pollution était réduite ou éliminée, les poissons appartenant à des espèces indigènes présentant une diversité naturelle ou à des espèces dont la présence est jugée souhaitable, aux fins de gestion des eaux, par les autorités compétentes des États membres.

D'après la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie d'Île-de-France (DRIEE), sur le district, trois départements auraient pris ce type d'arrêtés : le Calvados, l'Oise et la Somme. L'aire d'étude n'est donc pas concernée.

- ♦ un registre sur les **nutriments** :
 - **zones sensibles** (directive 91/271/CEE sur le traitement des eaux résiduaires urbaines) :

Le classement en zone sensible est destiné à protéger les eaux de surfaces des phénomènes d'eutrophisation, la ressource en eau destinée à la production d'eau potable prélevée en rivière, les eaux côtières destinées à la baignade ou à la production de coquillages. Le classement d'un territoire en zone sensible implique des normes sur les rejets des stations d'épuration sur les paramètres phosphore ou azote, voire bactériologiques.

Une première délimitation de ces zones a été fixée par l'arrêté du 23 novembre 1994 avec une échéance de réalisation de travaux pour le 31 décembre 1998. Une deuxième délimitation a été fixée par l'arrêté du 31 août 1999 modifiant l'arrêté précédent qui fixe une échéance de travaux pour le 31 août 2006. Une troisième délimitation est intervenue par l'arrêté du 23 décembre 2005 et fixe une échéance immédiate ou pour le 22 février 2013 au plus tard selon les zonages concernés. La délimitation actuelle classe désormais l'ensemble du bassin Seine Normandie en zone sensible.

▪ **zones vulnérables** (directive 91/676/CEE sur les nitrates).

La directive européenne n° 91/676/CEE du 12 décembre 1991 a pour objectif de protéger les eaux souterraines et de surface contre les pollutions provoquées par les nitrates d'origine agricole et de prévenir toute nouvelle pollution de ce type.

Le classement d'un territoire en zone vulnérable vise notamment la protection de la ressource en eau en vue de la production d'eau potable et la lutte contre l'eutrophisation des eaux douces et des eaux côtières.

La révision des zones vulnérables est examinée tous les 4 ans.

La 4ème révision des zones vulnérables est intervenue en 2012 à partir du programme de surveillance 2010-2011 des eaux du bassin Seine Normandie. Dans ces zones, des programmes d'action régionaux sont mis en place pour prévenir cette pollution.

Ainsi, alors que les programmes précédents se déclinaient à l'échelle départementale et définissaient, au niveau de chaque département par arrêté préfectoral, des contraintes pour les exploitations agricoles (durée de stockage des fumiers et lisiers, périodes autorisées pour l'épandage, limitation des apports d'azote, restriction des conditions d'épandage d'effluents,...etc.), le 5ème programme d'action ne sera plus décliné à l'échelle départementale mais au niveau national et régional. Il comprend des mesures obligatoires au titre de la directive européenne ainsi que des mesures issues du Grenelle.

1.7.2 Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)

Le SDAGE, qui couvre un bassin versant global, définit des sous-bassins versants correspondants à des unités hydrographiques dans lesquelles un SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux), prévu à l'article 5 de la loi sur l'eau, peut être élaboré.

Le SAGE est un **document de planification et de gestion**. Il ne crée pas de droit mais il a une portée juridique. Il vient préciser la réglementation générale en matière d'eau, en fonction des enjeux locaux.

Le format des SAGE a évolué depuis la loi sur l'eau et les milieux aquatiques de 2006, leur conférant une portée juridique renforcée.

Le SAGE est composé **deux documents de nature juridique différente** :

- ◆ le **Plan d'Aménagement et de Gestion Durable** (PAGD) dont la portée juridique relève de la **compatibilité**. Comme pour le SDAGE, cela signifie que les documents d'urbanisme (Schémas de Cohérence Territoriales (SCoT), Plans Locaux d'Urbanismes (PLU) et Cartes Communales), le Schéma Départemental des carrières et les décisions administratives prises dans le domaine de l'eau ne doivent pas contrarier les objectifs généraux qui y sont déclinés. Il est opposable à l'administration.
- ◆ le **Règlement, opposable aux tiers**, dont la portée juridique relève de la conformité, soit un strict respect des règles édictées.

A la date de février 2014, l'aire d'étude intercepte un SAGE : Le SAGE de Croult – Enghien – Vieille Mer, en cours d'élaboration, qui couvre notamment la commune de Noisy-le-Sec ;

Son périmètre a été arrêté le 11/05/2011. Il couvre une superficie de 446km² et s'étend sur deux départements (Seine-Saint-Denis et Val d'Oise) et 87 communes. Au regard de l'emprise du projet de prolongement du RER E, Ce SAGE ne concerne que les communes de Noisy-le-Sec et Villemomble.

Il est porté par le Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement Hydraulique (SIAH) des vallées du Croult et du Petit Rosne.

L'état des lieux / diagnostic du SAGE ont été lancés en 2013. Il ne dispose pas encore de documents ayant une portée juridique impactant le projet.

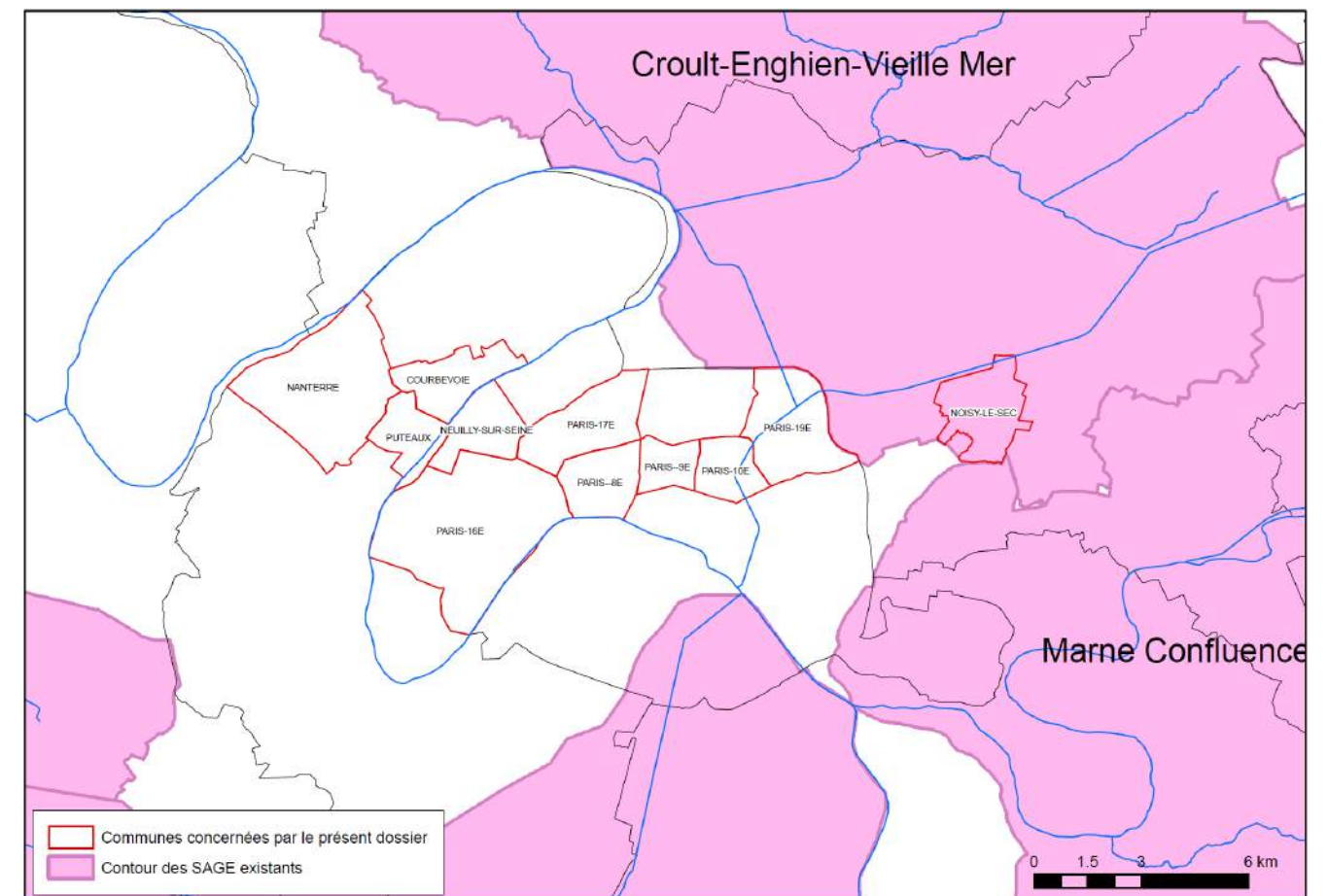


Figure 67 : Périmètre des SAGE et localisation des communes du projet – Février 2014 - source : Gest'eau

1.7.3 Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE)

La trame verte et bleue (TVB) « a pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural. » (Art. L.371-1 du code de l'environnement).

La trame verte et bleue est le réseau écologique formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées au travers de démarches de planification ou de projet à chaque échelle territoriale pertinente. C'est un outil d'aménagement durable du territoire.

La trame verte et bleue contribue à l'état de conservation favorable des habitats naturels et des espèces et au bon état écologique des masses d'eau. Elle doit permettre aux espèces animales et végétales de se déplacer pour assurer leur cycle de vie et favoriser leur capacité d'adaptation

Elle contribue à (Art. L.371-1 du code de l'environnement) :

- ◆ Diminuer la fragmentation et la vulnérabilité des habitats naturels et habitats d'espèces et prendre en compte leur déplacement dans le contexte du changement climatique ;
- ◆ Identifier, préserver et relier les espaces importants pour la préservation de la biodiversité par des corridors écologiques ;
- ◆ Atteindre ou conserver le bon état écologique ou le bon potentiel des eaux de surface et des écosystèmes aquatiques ;
- ◆ Prendre en compte la biologie des espèces sauvages ;
- ◆ Faciliter les échanges génétiques nécessaires à la survie des espèces de la faune et de la flore sauvages ;
- ◆ Améliorer la qualité et la diversité des paysages.

L'enjeu est de (re)constituer un réseau écologique cohérent qui permette aux espèces de circuler et d'interagir, et aux écosystèmes de continuer à rendre à l'homme leurs services (qualité des eaux, pollinisation, prévention des inondations, amélioration du cadre de vie...). Ces réseaux sont appelés « continuités écologiques ». Préserver et remettre en bon état des continuités écologiques demande d'agir à plusieurs niveaux, que ce soit dans les espaces ruraux, au niveau des cours d'eau et dans les zones urbaines.

Le Schéma Régional de Cohérence Écologique est le volet régional de la trame verte et bleue. Co-élaboré par l'État et le conseil régional entre 2010 et 2013, il a pour objet principal la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques. A ce titre :

- ◆ il identifie les composantes de la trame verte et bleue (réservoirs de biodiversité, corridors écologiques, cours d'eau et canaux, obstacles au fonctionnement des continuités écologiques) ;
- ◆ il identifie les enjeux régionaux de préservation et de restauration des continuités écologiques, et définit les priorités régionales dans un plan d'action stratégique ;
- ◆ il propose les outils adaptés pour la mise en œuvre de ce plan d'action.

Approuvé par délibération du Conseil régional du 26 septembre 2013, le schéma régional de cohérence écologique (SRCE) d'Île-de-France a été adopté par arrêté n°2013294-0001 du préfet de la région d'Île-de-France, préfet de Paris, le 21 octobre 2013 et publié au recueil des actes administratifs.

Le décret n°2012-1492 relatif à la trame verte et bleue du 27 décembre 2012 précise que l'obligation de prendre en compte les schémas régionaux de cohérence écologique notamment par les documents de planification, projets ou infrastructures linéaires, ne s'applique pas :

- ◆ aux documents de planification et projets dont l'élaboration est déjà à un stade avancé, c'est à dire ceux mis à disposition du public ou mis à enquête publique dans les six mois qui suivent l'adoption du SRCE,
- ◆ aux documents de planification et projets non soumis à enquête publique et/ou mis à disposition du public, s'ils ont été à la fois élaborés et révisés avant l'adoption du SRCE et ce, au plus tard au cours de l'année suivant l'arrêté de l'adoption du dit schéma. S'agissant des documents d'urbanisme (SCoT et PLU), le code de l'urbanisme précise que cette prise en compte est assurée au plus tard le 1er janvier 2016 (article L.123-1-9 du code de l'urbanisme pour les PLU et article L.122-1-2 du code de l'urbanisme pour les SCoT).

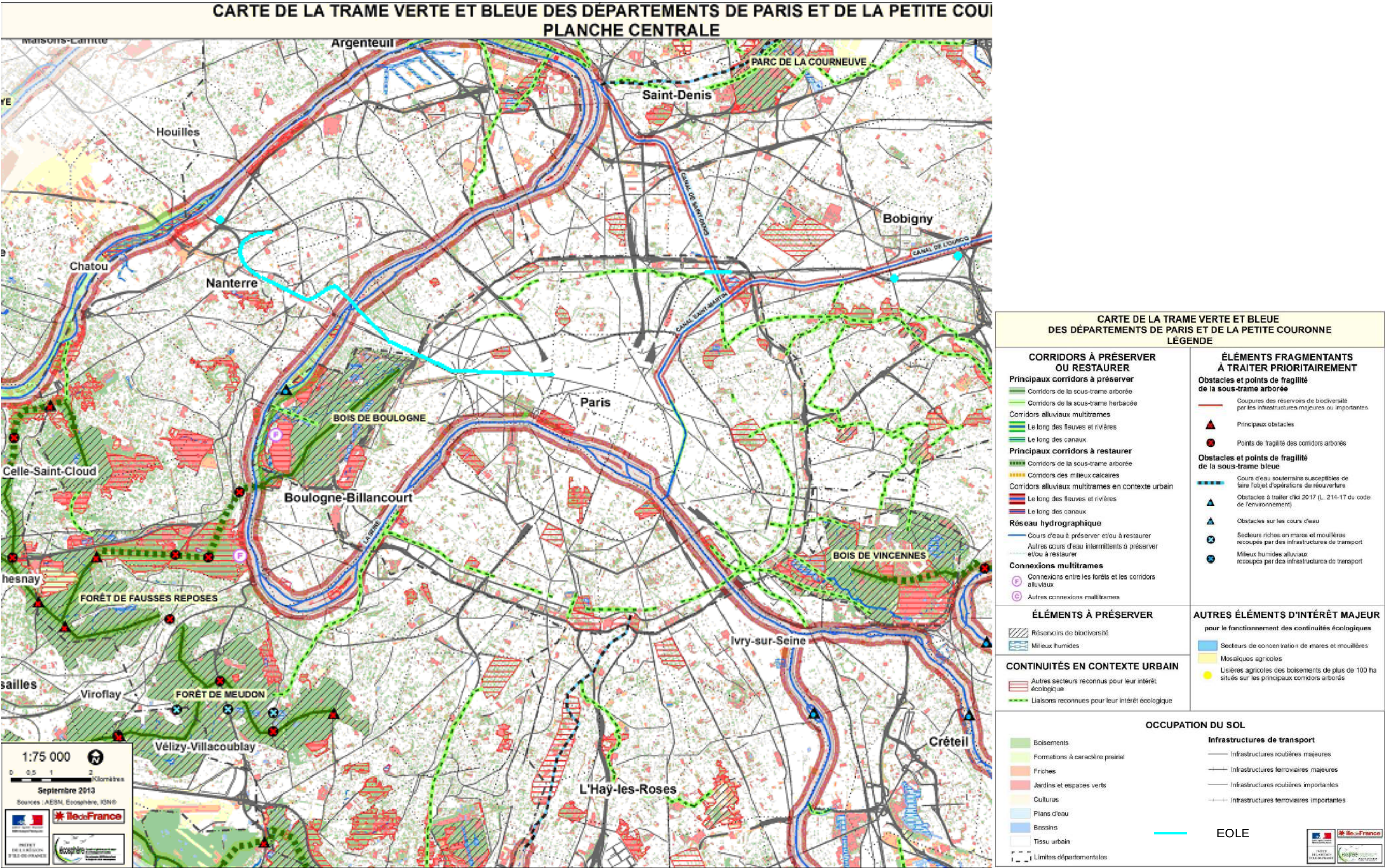


Figure 68 : Carte de la trame verte et bleue de Paris et sa petite couronne - source : Schéma Régional de Cohérence Écologique d'Île-de-France, 2013

2.Évaluation des incidences sur la ressource en eau souterraine

2.1 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES ET LES ECOULEMENTS SOUTERRAINS ET MESURES ASSOCIEES

L'état quantitatif des eaux souterraines peut être impacté de deux façons :

- ♦ Par une modification du **niveau des nappes** (appelé la piézométrie) :
 - dans le cas de prélèvements d'eau dans les nappes souterraines (par pompage pour un rabattement de nappe, ou par drainage par un ouvrage souterrain) ;

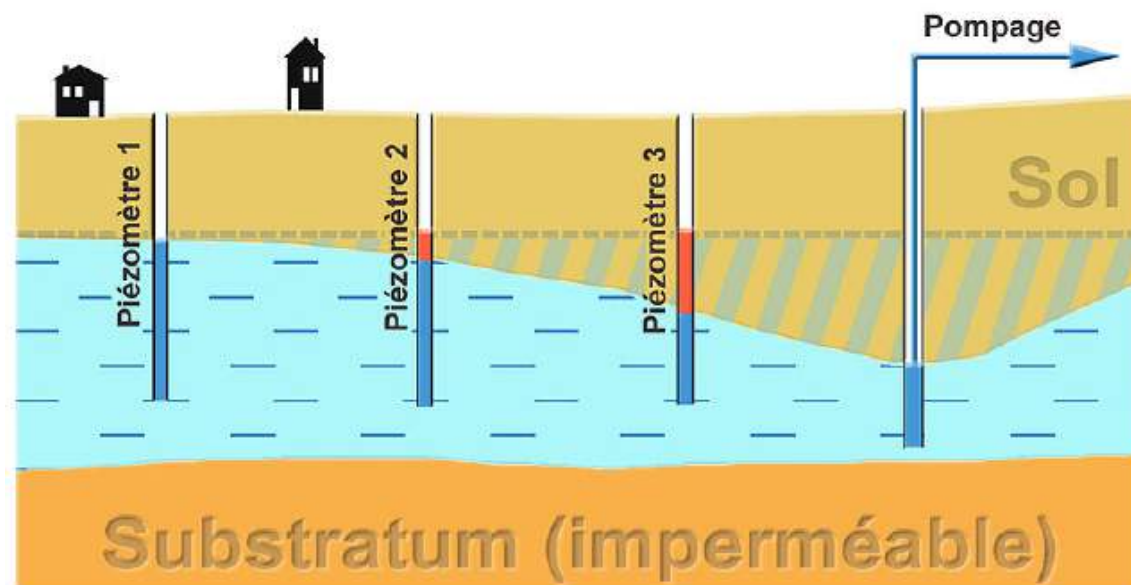


Figure 69 : Schéma de l'effet d'un pompage sur les niveaux de nappe - source : SED

- dans le cas d'une recharge des eaux souterraines par infiltration ou réinjection d'eaux superficielles ;
- ♦ Par une modification des **écoulements souterrains** : dans le cas de la mise en place de structures étanches au sein des nappes susceptibles de perturber l'écoulement des eaux souterraines : cela peut produire localement ou plus largement un effet de barrage ralentissant l'écoulement de la nappe et pouvant créer une différence de niveau d'eau et donc de pression de part et d'autre de l'ouvrage (relèvement du niveau en amont de l'ouvrage et abaissement en aval).

Dans le cadre du projet de prolongement du RER E à l'ouest, certaines opérations sont susceptibles d'avoir des incidences sur les aspects quantitatifs des eaux souterraines en phase chantier comme en phase exploitation. Les paragraphes suivants présentent l'analyse des incidences du projet pour chacune de ces phases.

2.1.1 En phase travaux

2.1.1.1 Synthèse des opérations ayant un effet sur l'état quantitatif

En phase travaux, les opérations ayant un effet sur l'état quantitatif des eaux souterraines sont essentiellement celles impliquant un **rabattement de la nappe**. Les effets de recharge par infiltration ou les effets sur les écoulements souterrains (« effet barrage ») étant maximum en phase d'exploitation, ils seront traités au chapitre présentant les incidences de la phase exploitation sur les eaux souterraines (chapitre 2.1.2 p. 96).

Parmi les opérations visées par le présent dossier, des rabattements de nappe de longue durée (4 à 4,5 ans) sont nécessaires à la réalisation de nouvelles structures souterraines entre Haussmann Saint-Lazare et Nanterre, et plus particulièrement²¹ pour la réalisation de :

- ♦ L'entonnement Haussmann Saint-Lazare ;
- ♦ La gare Porte Maillot ;
- ♦ La gare CNIT-La Défense.

Rappelons que le choix de la réalisation d'un rabattement de nappe pendant la durée des travaux au droit de ces trois sites est lié à des raisons techniques et de sécurité.

En effet, une réalisation sous nappe aurait conduit à des difficultés techniques majeures pour certains traitements de terrain, pour la sécurité des ouvriers sur le chantier, pour la maîtrise des tassements liés aux risques d'instabilités en souterrain ainsi que pour la maîtrise du risque sur l'exploitation. Le rabattement complet de la nappe permet donc :

- ♦ **De sécuriser les conditions de travail du personnel en souterrain** avec :
 - **Une amélioration de la stabilité intrinsèque du sol** (suppression de la pression interstitielle). Les dépendances aux procédés d'injection sont alors réduites (événement redouté : instabilité du front, chute de pierres... pouvant entraîner des risques corporels) ;
 - **Une amélioration de la fiabilité des traitements sous les structures environnantes** (événement redouté : effondrement de roche en clé de voûte due à la faible couverture de calcaire entraînant des risques corporels) et **des traitements par jet-grouting des Sables de Cuise** pour éviter le débouillage (événement redouté : débouillage catastrophique en excavation stross ou piédroit entraînant des risques corporels graves et perte de vies humaines) ;
 - **Une réduction de la pénibilité du travail dans un contexte de venue d'eau en radier**, l'excavation de l'entonnement dans un milieu sec permettant de minimiser les risques liés aux venues d'eau.
- ♦ La maîtrise du risque de désordre sur les ouvrages avoisinants avec l'amélioration
 - **de la fiabilité des traitements de confortement sous ces structures** (ligne de métro, fondations d'immeubles...) donnant une assise fiable au revêtement des ouvrages avoisinants, (événement redouté : déformation excessive du revêtement entraînant un risque de désordre dans le revêtement maçonné) ;
 - **des traitements dans les Sables de Cuise** pour éviter le débouillage catastrophique lors de l'excavation (événement redouté : une instabilité, donc un tassement non contrôlé de l'assise de la voûte de l'entonnement entraînant un risque de désordre dans les structures anthropiques et bâti) ;

²¹ Pour mémoire, la réalisation des puits et du tunnel creusé au tunnelier ne nécessiteront pas de rabattement de nappe.

- ♦ **La maîtrise du risque sur l'exploitation** avec la simplification des dispositions contre :
 - l'inondation de la ligne RER E en exploitation ;
 - les désordres au revêtement et sur les ouvrages environnants.

Il est en outre à relever que :

- ♦ **L'ouvrage aurait, sans rabattement initial, agit comme un drain durant sa réalisation** ; ce qui aurait conduit à un rabattement implicite, non maîtrisé, de la nappe.
- ♦ **Les deux gares et l'entonnement Haussmann Saint-Lazare ne sont pas faisables sans un rabattement minimum.** En effet, le Jet-Grouting (cf. Tome 1, chapitre 10.2.4), seule technique connue pour traiter de manière efficace les Sables de Cuise, ne peut être réalisée depuis la surface et sa réalisation sous nappe dans les conditions attendues est impossible.

Les travaux prévus sur le reste du tracé ne nécessitent pas de rabattement de nappe, ces travaux ne concernant que les couches les plus superficielles du sol, au-dessus du niveau de la nappe.

Par ailleurs, la réalisation du tunnel au tunnelier et des puits à l'aide de parois moulées permet également de ne pas recourir à un rabattement de nappe.

2.1.1.2 Effets des rabattements de nappe pour la mise en place d'une nouvelle infrastructure souterraine entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre

La réalisation de l'entonnement d'Haussmann Saint-Lazare et des gares souterraines de Porte Maillot et du CNIT-La Défense, creusées en méthode traditionnelle, nécessite un rabattement de la nappe de l'Yprésien/Lutétien (Sables de Cuise et des Calcaires grossiers : SC-CG) et donc la mise en place de pompages sur ces trois sites.

Afin de dimensionner les caractéristiques des pompages nécessaires aux rabattements et d'évaluer leurs incidences, un modèle hydrogéologique 3D de la nappe a été réalisé par la maîtrise d'œuvre SED (groupement des bureaux d'études SETEC, EGIS, DUTILLEUL avec participation d'ANTEA) sous le logiciel MARTHE 3D développé par le BRGM. Élaboré en 1980 et régulièrement développé depuis cette époque pour répondre aux évolutions des standards informatiques et pour intégrer de nouvelles fonctionnalités en hydrodynamique et en transport, ce code de modélisation est dédié spécifiquement à la simulation des ressources souterraines (évaluation et gestion des ressources aquifères, impact de prélèvements et d'aménagements) et des transferts d'éléments dissous (éléments chimiques, éléments radioactifs, biseaux salés).

Une présentation synthétique du modèle et des résultats est réalisé ci-dessous, **les caractéristiques et les résultats détaillés du modèle sont présentés en annexe 5.**

Les résultats présentés ici sont **représentatifs** de l'ordre de grandeur des débits à prélever pour rabattre la nappe sous la cote objectif.

A- Présentation synthétique du modèle

Extension du modèle

Le modèle s'étend sur 832 km² avec une extension limitée au Sud du projet Eole et une extension beaucoup plus importante au Nord, due à la configuration des couches géologiques concernées par le projet et à la présence d'ouvrages de prélèvement pour l'Alimentation en Eau Potable captant les formations Lutésiennes et Yprésiennes (Champ Captant de Villeneuve-la-Garenne et d'Aulnay-sous-Bois notamment) situés à moins d'une dizaine de kilomètres du projet.

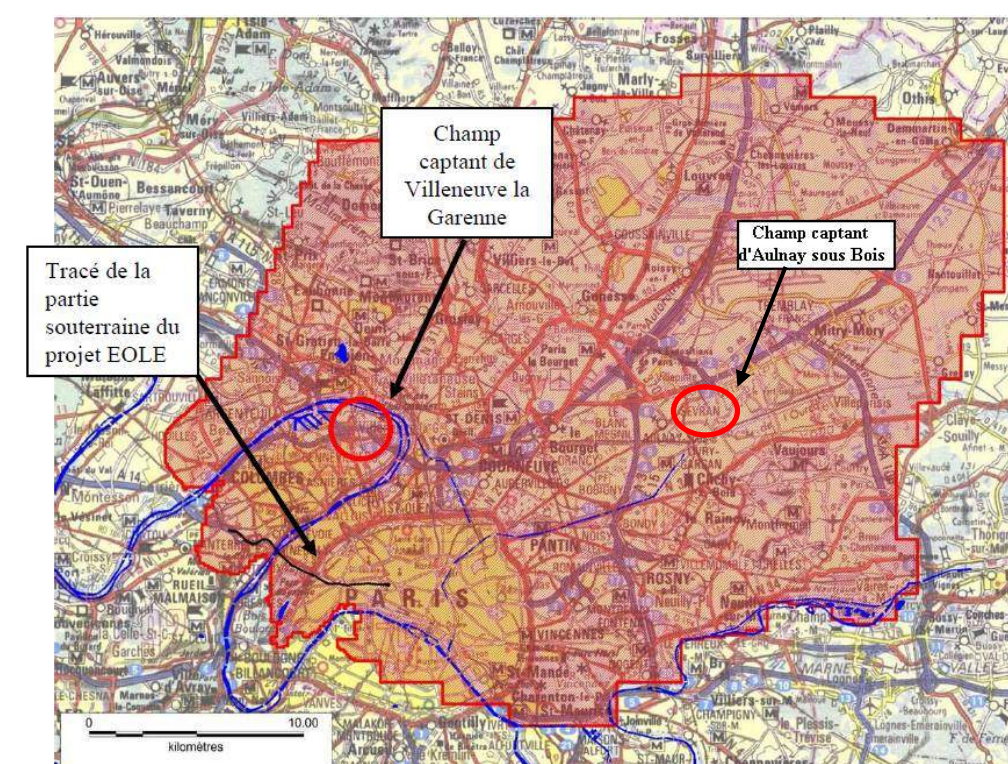


Figure 70 : Extension du modèle hydrogéologique Eole – source : SED, 2013

Il a été bâti en prenant en compte les sept couches géologiques suivantes :

- ◆ Alluvions Modernes
- ◆ Alluvions Anciennes
- ◆ Éocène Supérieur (Calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)
- ◆ Marnes et Caillasses (Lutétien)
- ◆ Calcaires Grossiers (Lutétien)
- ◆ Sables de Cuise (Yprésien)

L'extension des sept couches a été définie d'après les cartes géologiques de Paris, Versailles, Pontoise, L'Isle-Adam, à 1/50 000ème du BRGM et d'après les données du rapport BRGM²².

Maillage

Le maillage général du modèle est constitué de mailles de 100 m à 1 km de côté, raffiné dans chaque zone d'étude. Pour les calculs de rabattement, trois maillages gigognes sont intégrés et centrés sur les 3 secteurs d'étude (Hausmann-Saint-Lazare, Porte Maillot et CNIT-La Défense) afin de représenter plus finement les charges hydrauliques.

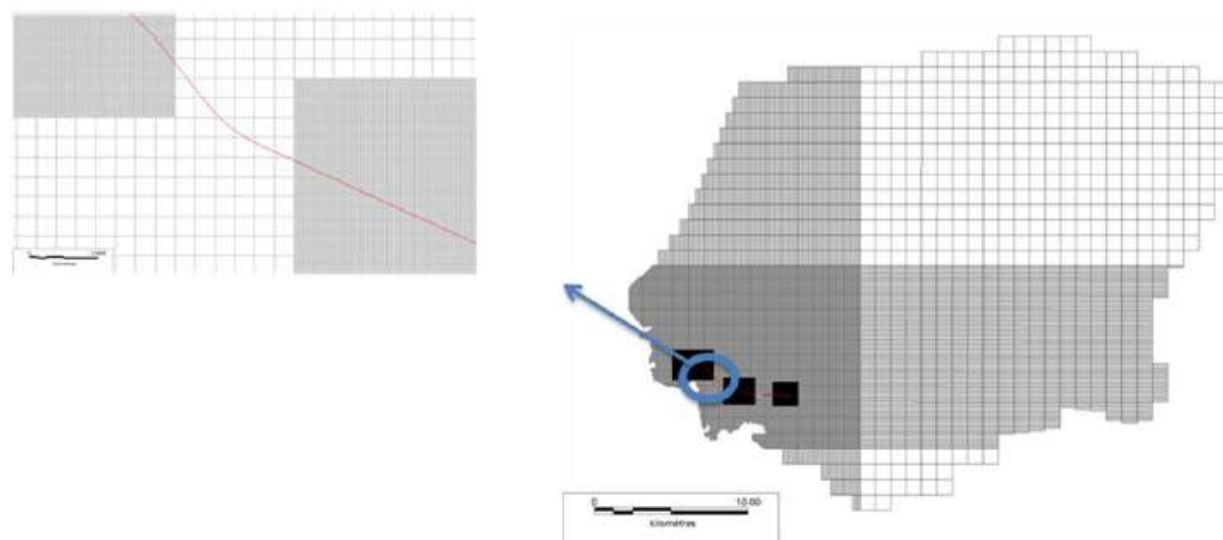


Figure 71 : Maillage du modèle – source : SED, 2013

Caractéristiques hydrodynamiques

Les paramètres hydrodynamiques introduits dans le modèle sont issus de l'analyse de données bibliographiques et de pompages d'essai réalisés dans le cadre du projet.

Les caractéristiques des couches géologiques utilisées sont présentées dans le tableau ci-après.

Couche n°	Formations	Perméabilités horizontales (m/s)
1	Alluvions modernes	5.10^{-7}
2	Alluvions anciennes	2.10^{-3}
3	Eocène supérieur (Calcaire de Saint-Ouen et Sables de Beauchamp)	5.10^{-5}
4	Marnes et Caillasses (Lutétien)	1.10^{-5}
5	Calcaires Grossiers (Lutétien)	4.10^{-5} à 3.10^{-4}
6	Calcaires Grossiers glauconieux (Lutétien)	1 à 2.10^{-5}
7	Sables de Cuise (Yprésien)	1 à 7.10^{-4}

Figure 72 : Couches du modèle et perméabilité associée – source : SED, 2013

Ces pompages d'essais ont été réalisés avec plusieurs objectifs, dont notamment celui de déterminer les valeurs de transmissivité et de coefficient d'emménagement des nappes pour le secteur concerné et d'en estimer la variabilité verticale par une diagrapie de micromoulinet.

Les paramètres hydrodynamiques (transmissivités, perméabilités, emmagasinevements) sont présentés dans chaque secteur d'étude sous forme d'intervalles de valeurs.

Ces pompages d'essais ont permis de caractériser les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère sur 4 sites différents en mesurant :

- ◆ **sa transmissivité** T , exprimée en m^2/s , qui traduit la vitesse de circulation de l'eau dans l'aquifère ;
- ◆ **son emmagasinement** S , sans unité ou exprimé en %, qui traduit la capacité de stockage de l'aquifère. Ce paramètre ne peut être déterminé que lorsqu'on dispose d'un piézomètre d'observation pendant le pompage longue durée

>> 5^{ème} sous-sol du parking du CNIT :

Les résultats rendent compte de l'effet de drainance des eaux du Lutétien à travers les calcaires glauconieux présents à la base du Calcaire grossier du Lutétien. :

- ◆ **Transmissivité (T) = $9,3.10^{-3} m^2/s$;**
- ◆ **Emmagasinement (S) = 2.10^{-5} .**

>> Abrevoir :

Un pompage d'essai longue durée de 24 heures a été réalisé au débit moyen de $64 m^3/h$, du 27 au 28 janvier 2014 sur le forage F1.

Le niveau statique de la nappe est mesuré à 5,18 m/sol avant le début de l'essai.

Le niveau dynamique de la nappe se stabilise au bout de deux heures de pompage, il s'établit à 12,78 m/sol. Le rabattement final au terme du pompage est de 7,60 m (correspondant à un débit spécifique de $8,42 m^3 h/m$).

²² J.F. Vernoux, P. Maget, A. Gutierrez, L. Denis, B. Tourlière, F. Hanot (2006) – Perspectives d'utilisation de la nappe de l'Yprésien par les forages d'Aulnay-sous-Bois et de Pantin du SEDIF, Rapport BRGM/RP-53437-FR

Cet essai montre que cet ouvrage peut offrir un débit de 64 m³/h pendant au moins 24 heures en continu, sans dénoyage de la crépine.

- ◆ **Transmissivité (T) F1 = 3,10-3 m²/s ; F2 = 8,0.10-3 m²/s**
- ◆ **Emmagasinement (S) F1 = 8,7.10-3 ; F2 = 1,75.10-2**

>> Rue Pasquier :

Les résultats du pompage d'essai montrent que la nappe est captive à semi captive :

- ◆ **Transmissivité (T) Calcaires grossiers = 3,10-3 m²/s ; Sables de Cuise = 4,2.10-3 m²/s**
- ◆ **Emmagasinement (S) Calcaires grossiers = 2,0.10-5 m²/s ; Sables de Cuise = 4,0.10-5 m²/s**

>> Saint Augustin :

Le pompage d'essai a concerné la hauteur crépinée du puits de pompage sur 20 mètres, dans les formations des Marnes et Caillasses du Lutétien.

Il a mis en évidence l'interférence probable des forages exploités du secteur ainsi que la possibilité d'une influence de la Seine.

L'interprétation aux deux piézomètres a donné deux valeurs de coefficients d'emmagasinement assez différentes. Cette variabilité témoigne de l'hétérogénéité de l'aquifère. On suppose que celui déterminé au piézomètre le plus éloigné représente mieux l'aquifère "en grand". Celui-ci, de l'ordre de $S = 10^{-3}$ est caractéristique d'une nappe semi-captive.

- ◆ **Transmissivité (T) = 6,8.10-3 m²/s à 7,8.10-3 m²/s**
- ◆ **Emmagasinement (S) = 1,5.10-3 m²/s à 3,2.10-4 m²/s**

Ces résultats reflètent les caractéristiques des aquifères dans l'environnement de chaque forage testé. La caractérisation globale des nappes a nécessité d'intégrer aussi l'ensemble des données connues et validées et de tenir compte de leur variabilité spatiale. L'objectif est d'obtenir une bonne représentation de la piézométrie mesurée qui résulte de la combinaison des différents paramètres. C'est l'objet de la phase de calage du modèle où les perméabilités sont réajustées dans chaque maille pour reproduire la piézométrie connue.

L'objectif principal du modèle étant d'estimer l'impact des pompages de rabattement en phase travaux, le paramètre ayant le plus d'influence sur les résultats est la transmissivité des terrains (donc la perméabilité à introduire dans le modèle), qui conditionne les débits de pompage et l'extension des cônes de rabattement.

Des analyses de sensibilité ont donc été effectuées pour vérifier l'impact de ces incertitudes sur les valeurs de débits et les charges simulées en pompage.

Lorsque les pompages de rabattement sont en fonctionnement, les variations de perméabilité des Marnes et Caillasses, des Calcaires Grossiers et de la base des Calcaires Grossiers, induisent des variations de l'ordre de ± 10 à 20% au maximum sur les débits pompés.

En revanche, une diminution de la perméabilité des alluvions anciennes d'un facteur 10 conduit à une diminution de près de 50 % des débits pompés, en raison d'un apport moindre de l'alimentation de la Seine.

Les mêmes constats sont également faits en diminuant la perméabilité des Sables yprésiens. Une diminution de la perméabilité des Sables yprésiens entraîne une diminution de l'extension de l'influence des pompages et conduit à un resserrement des isopièzes autour des secteurs à rabattre

Il sera donc nécessaire de prévoir plusieurs forages de secours complémentaires, le cas échéant pour pallier d'une part des problèmes de pompage mais aussi une éventuelle réduction du cône de rabattement et garantir la mise hors d'eau des secteurs de travaux. L'examen des perméabilités entrées dans les mailles du modèle pour reproduire la piézométrie montre toutefois une bonne cohérence avec les résultats des pompages d'essai.

Face aux résultats de cette analyse de sensibilité, certains ouvrages de secours prévus sur la Gare Porte Maillot et sur le secteur Haussmann-Saint-Lazare ont été confirmés et intégrés dans le dispositif de rabattement de nappe concerné (cf. P13, P14 et forage rue d'Isly sur HSL; P12 et déplacement P5 sur GPM ; le puits P1 sur GPM a été doublé).

Les rapports portant sur la modélisation hydrogéologique réalisée sont disponibles dans le tome 3 en annexe 5 du DLE.

La recharge de la nappe par infiltration des eaux pluviales prise en compte dans le modèle a été spatialisée : les valeurs introduites sont comprises entre 10 et 70 mm/an :

- ◆ Au droit de Paris, le sol est considéré comme très peu infiltrant et la recharge moyenne est fixée à 10 mm/an.
- ◆ Dans la zone de proche banlieue, où la densité du bâti est légèrement plus faible, la recharge est fixée à 30 mm/an.
- ◆ Au-delà la recharge a été prise égale à 70 mm/an. Cette valeur a également été considérée au droit de zones de recharge connues comme le Bois de Boulogne.

La piézométrie simulée dans le Calcaire Grossier et les Sables Yprésiens a été calée en régime permanent sur des mesures piézométriques issues de l'Inspection Générale des Carrières et de piézomètres réalisés pour les besoins du projet (cf. Figure 20, chapitre 1.2.5).

In fine, la différence entre la piézométrie simulée et la piézométrie observée est de l'ordre du mètre dans le secteur de projet. Ce calage est jugé acceptable pour l'exploitation des résultats et l'analyse des incidences compte tenu des fortes incertitudes liées aux données d'entrée. Différents tests de sensibilité des paramètres d'entrée sur les niveaux piézométriques observés et sur les débits d'exhaure obtenus ont été menés.

B- Rappel des débits de pompages

♦ Au droit d'Haussmann-Saint-Lazare :

9 forages permanents captant la nappe des Sables de Cuise (Yprésien) sont mis en place. **Ces puits seront rebouchés à la fin des travaux**, ils sont localisés sur la Figure 78.

La cote de rabattement objectif a été fixée à **-2 m NGF**. Elle correspond à la cote radier du futur entonnement. La piézométrie actuelle a été mesurée aux alentours de **21 m NGF** (voir chapitre 1.2.5.1Niveaux piézométriques attendus entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre), **soit un rabattement de la nappe d'environ 23 m**. Le modèle a permis de déterminer les débits de pompage nécessaires à l'atteinte de cette cote : **un débit de 1010 m³/h est nécessaire**. La répartition des prélèvements est présentée ci-après ainsi que les niveaux piézométriques minimums attendus au droit de chaque puits.

Tableau 22 : Valeurs de débits simulées pour un rabattement à la cote -2 m NGF – source : SED

Puits	Débits m³/h	Niveau en m NGF	
		Dans la maille	Au niveau du puits
P1	110	-5,3	-8,9
P2	110	-5,8	-9,4
P3	110	-3,6	-7,3
P5	110	-7,8	-11,4
P7	110	-8,8	-12,4
P9	110	-8,9	-12,5
P10	120	-8,8	-12,7
P11	110	-7,8	-11,5
P12	120	-2,5	-6,5
Total	1010		

➔ Afin d'atteindre plus rapidement le niveau de nappe nécessaire à la réalisation des travaux, le débit pompé **atteindra 120 m³/h pour chaque puits durant les 3 à 4 premiers mois (soit au total 1080 m³/h)**, puis se stabilisera aux environs de 1010m³/h pour la durée restante des travaux (environ 4 ans).

♦ Au droit de la Porte Maillot :

9 forages permanents captant la nappe des Sables de Cuise (Yprésien) sont mis en place. **Ces puits seront rebouchés à la fin des travaux**. Ils sont localisés sur la Figure 79.

La cote « objectif » de rabattement a été fixée à **5,5 m NGF**. La piézométrie actuelle a été mesurée aux alentours de **23 m NGF** (voir chapitre 1.2.5.1Niveaux piézométriques attendus entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre), **soit un rabattement de la nappe d'environ 17,50 m** dans la partie souterraine de la gare située au sud-est. Le modèle a permis de déterminer les débits de pompage nécessaires à l'atteinte de la cote « objectif » : **un débit total de 791 m³/h est nécessaire**. La répartition des prélèvements est présentée ci-après ainsi que les niveaux piézométriques minimums attendus au droit de chaque puits.

Tableau 23 : Valeurs de de débits simulées pour un rabattement à la cote 5,5 m NGF – source : SED

Puits	Débits m³/h	Charge simulée dans la maille
GPM-F1	74	3,4
GPM-F2	70	4,1
GPM-F3	42	1,4
GPM-F4	45	1,5
GPM-F5	90	2,1
GPM-F6	75	2,0
GPM-F7	90	1,4
GPM-F8	89	3,6
GPM-F9	70	1,2
GPM-F10	56	1,7
GPM-F11	90	3,0
Total	791	

➔ Afin d'atteindre le niveau de nappe nécessaire à la réalisation des travaux, le débit pompé **atteindra 1080 m³/h les 3 à premiers mois**.

♦ Au droit de La Défense :

8 ouvrages captant la nappe des Sables de Cuise (Yprésien) sont prévus autour du puits Gambetta (PG1 à PG8), et **4 puits de secours** autour de la gare du CNIT (PC1 à PC4), mobilisés en cas de décalage entre les travaux au puits Gambetta et les travaux de la gare de La Défense. Ils sont localisés sur la Figure 80.

La piézométrie actuelle a été mesurée aux alentours de **26 m NGF** (voir chapitre 1.2.5.1Niveaux piézométriques attendus entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre). Les travaux à réaliser pour les puits intermédiaires du secteur Gambetta et la future gare située au droit du CNIT nécessitent des rabattements de la nappe du complexe aquifère Lutétien-Yprésien aux cotes « objectif » suivantes :

- ♦ A **21 m NGF** au droit de la gare CNIT afin d'obtenir un niveau piézométrique sous le radier de la gare,
- ♦ Dans le secteur du puits travaux Gambetta, selon la phase des travaux :
 - A **13.5 m NGF**, pour la première phase des travaux avant que le revêtement de la galerie de jonction entre le puits travaux et le puits d'accès Gambetta ne soit réalisé. **Soit un rabattement d'environ 12,5m**.
 - A **15.5 m NGF**, pour les phases ultérieures de travaux entre Gambetta et le CNIT. **Soit un rabattement d'environ 10,5m**.

En raison des faibles perméabilités constatées dans le Lutétien, il ne serait pas efficace de pomper directement dans cette formation pour rabattre la nappe au droit des ouvrages à réaliser. Les pompages effectués dans les Sables de Cuise (Yprésien) permettront de diminuer les charges dans les Calcaires Grossiers (Lutétien). Le modèle a permis de déterminer les débits de pompage nécessaires à l'atteinte des cotes « objectif » : **un débit total de 618 m³/h est nécessaire autour du puits Gambetta**, il permet également d'atteindre les cotes voulues sous le radier de la gare du CNIT (21 m NGF). La répartition des prélèvements est présentée ci-après.

Tableau 24 : Débits de rabattement estimés – source : SED

Puits	Débits (m³/h) – objectif 13,5 m NGF
PG1	91
PG2	54
PG3	57
PG4	84
PG5	91
PG6	84
PG7	55
PG8	102
TOTAL	618

➔ Afin d'atteindre plus rapidement le niveau de nappe nécessaire à la réalisation des travaux, le débit pompé **atteindra 85 m³/h pour chaque puits durant les 3 à 4 premiers mois (soit au total 680 m³/h)**, puis se stabilisera aux environs de 618m³/h pour la durée restante des travaux.

♦ Synthèse des débits de pompage :

Le tableau ci-après synthétise les caractéristiques des 3 rabattements réalisés :

Tableau 25 : Rappel des caractéristiques des prélèvements envisagés

Site	Nappe considérée	Niveau initial de nappe retenu (m NGF)	Niveau de nappe objectif (m NGF)	Volume d'exhaure estimé (m3/h)	Volume d'exhaure de pointe (m3/h)	Durée des pompages
Entonnement Haussmann-Saint-Lazare	SC-CG	21	-2	1 010	1080	Environ 4 ans
Gare Maillot	SC-CG	23	5,5	791	1080	Environ 4,5 ans
Gare CNIT – La Défense	SC-CG	26	13,5	618	680	Environ 4 ans
TOTAL	-	-	-	2419	2840	Environ 4-4,5 ans

C- Effets cumulés des rabattements de nappe sur l'ensemble du projet

Les travaux de réalisation de l'entonnement et des deux gares se chevaucheront dans le temps. Afin de déterminer l'incidence de ces prélèvements sur la piézométrie, les trois sites sont considérés en pompages simultanément (cas de figure le plus péjorant).

Les opérations de rabattement nécessaires aux travaux ont pour effet un abaissement du niveau des nappes sur un périmètre appelé cône de rabattement.

Les figures ci-après illustrent les hauteurs de rabattement (en mètres) générés par un pompage maximal simultané sur les 3 sites pour chacune des 2 nappes impactées et présentent ainsi la géométrie du périmètre impacté par les opérations de rabattement.

Figure 73 : Isopièzes de rabattements dans la nappe des Sables du Cuisien liées aux pompages du tronçon souterrain - SED

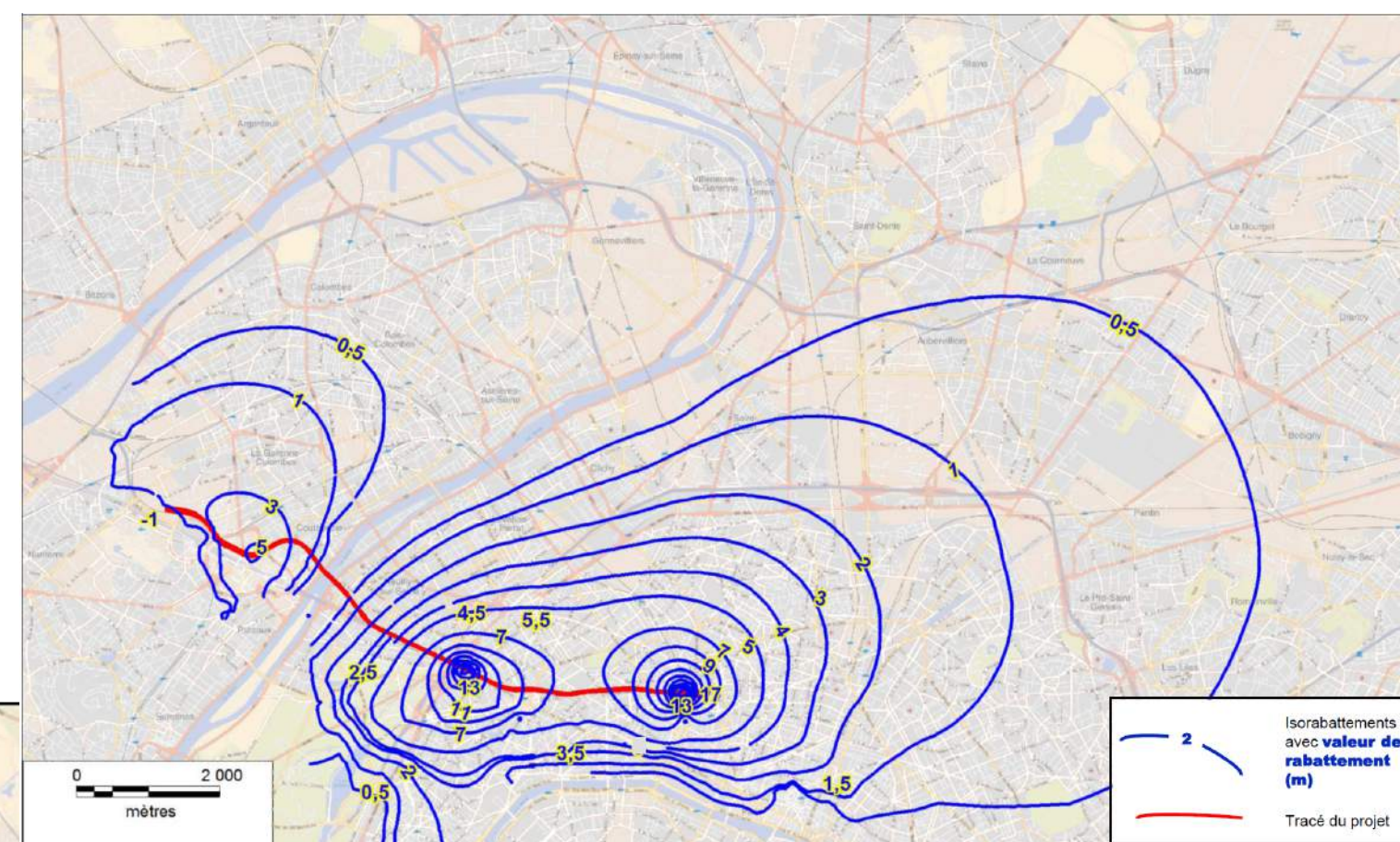
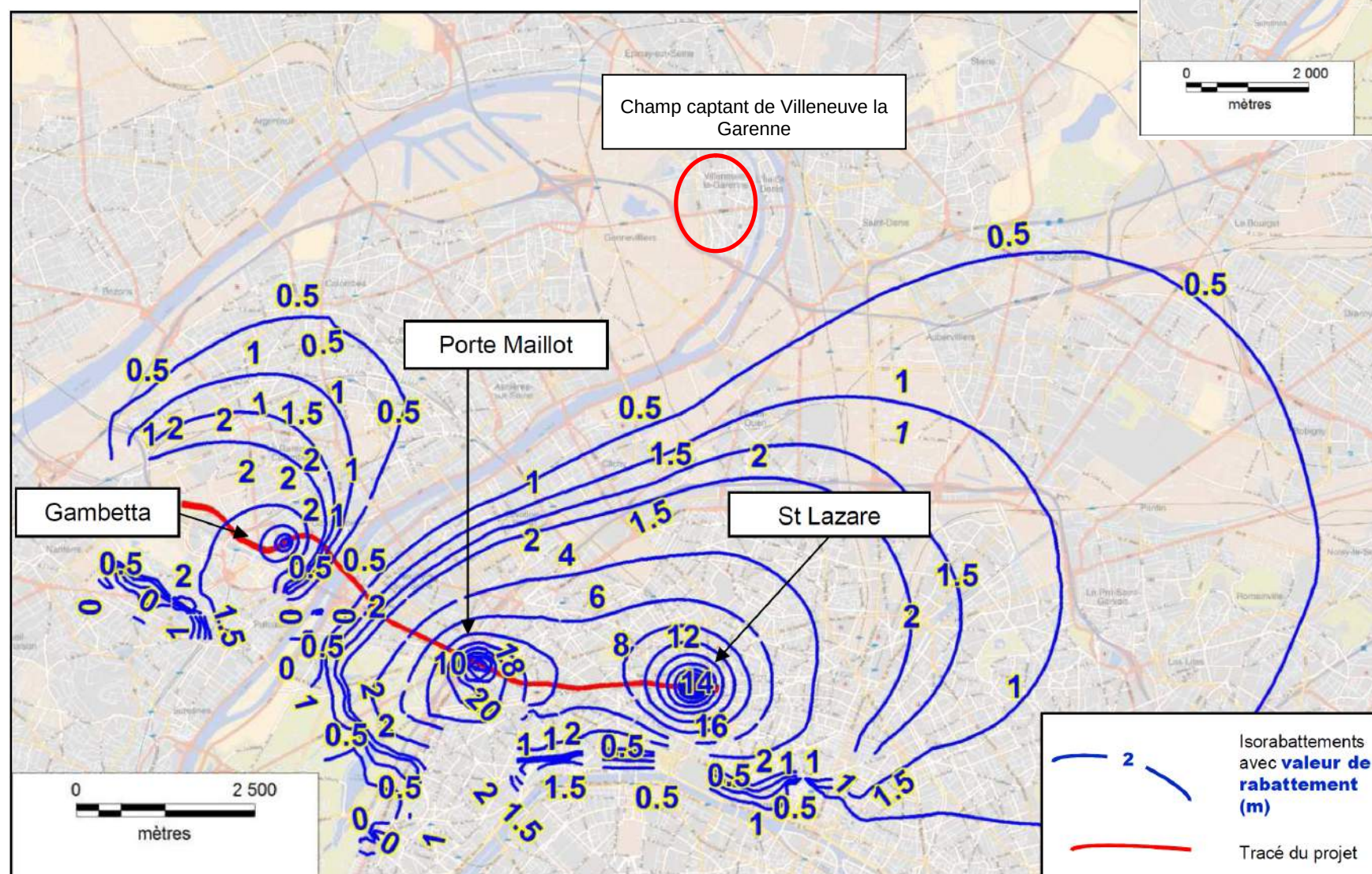


Figure 74 : Isopièzes de rabattements dans la nappe des Calcaires Grossiers du Lutétien liées aux pompages du tronçon souterrain - SED

Plusieurs éléments ressortent de ces illustrations et permettent de caractériser les incidences des rabattements :

♦ **La taille du périmètre impacté par les rabattements :**

Quelle que soit la nappe considérée, le cône de rabattement généré par le pompage simultané sur les 3 sites s'étend sur une distance maximale d'environ 8 km au Nord-Est mais reste limité au Sud et à l'Ouest par la présence de la Seine.

En complément, l'évolution de ce périmètre dans le temps durant la période de rabattement de la nappe peut être illustrée au travers des figures suivantes. Elles présentent, pour les sites de pompage de Haussmann-Saint-Lazare et de la Gare Maillot, l'évolution spatiale d'une isopièze représentative du site (c'est-à-dire une ligne correspondant à une altitude de nappe donnée) en fonction du temps de pompage.

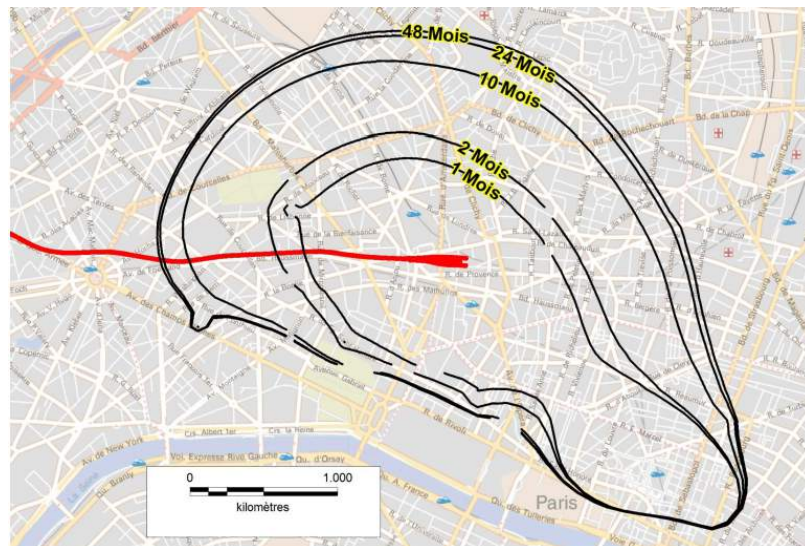


Figure 75 : Extension de l'isopièze 20 m NGF à Haussmann-Saint-Lazare au cours du temps – Source : SED

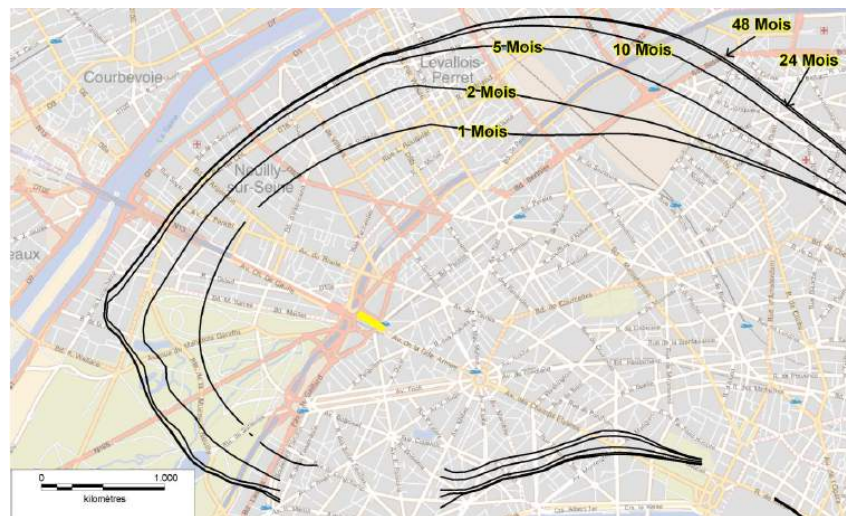


Figure 76 : Extension de l'isopièze 24 m NGF à la Gare Porte Maillot au cours du temps – source : SED

D'une manière générale sur les différents sites de pompage, on constate une extension rapide du cône en début de pompage durant les premiers mois puis une stabilisation après environ 2 ans de pompage et jusqu'à l'arrêt des pompages. La remontée des niveaux piézométriques vers leurs niveaux initiaux se fait en deux années environ, mais après un an, les niveaux piézométriques ne sont déjà plus rabattus que de quelques centimètres.

♦ **Les niveaux d'abaissement de la nappe :**

Les hauteurs maximum de rabattement restent relativement localisées au droit des sites de pompage. En effet, les **rabattements sont atténués par la présence de la Seine** qui alimente le système aquifère lorsque les pompages d'exhaure sont actifs.

Ainsi, à une distance d'environ 2,5 km, les rabattements ne sont plus que **de l'ordre de 2 m, à la limite nord de Paris** (Saint-Ouen/Saint-Denis – cf. page précédente)

Les figures suivantes illustrent la forme du cône de rabattement pour les sites de la gare Maillot et de La Défense.

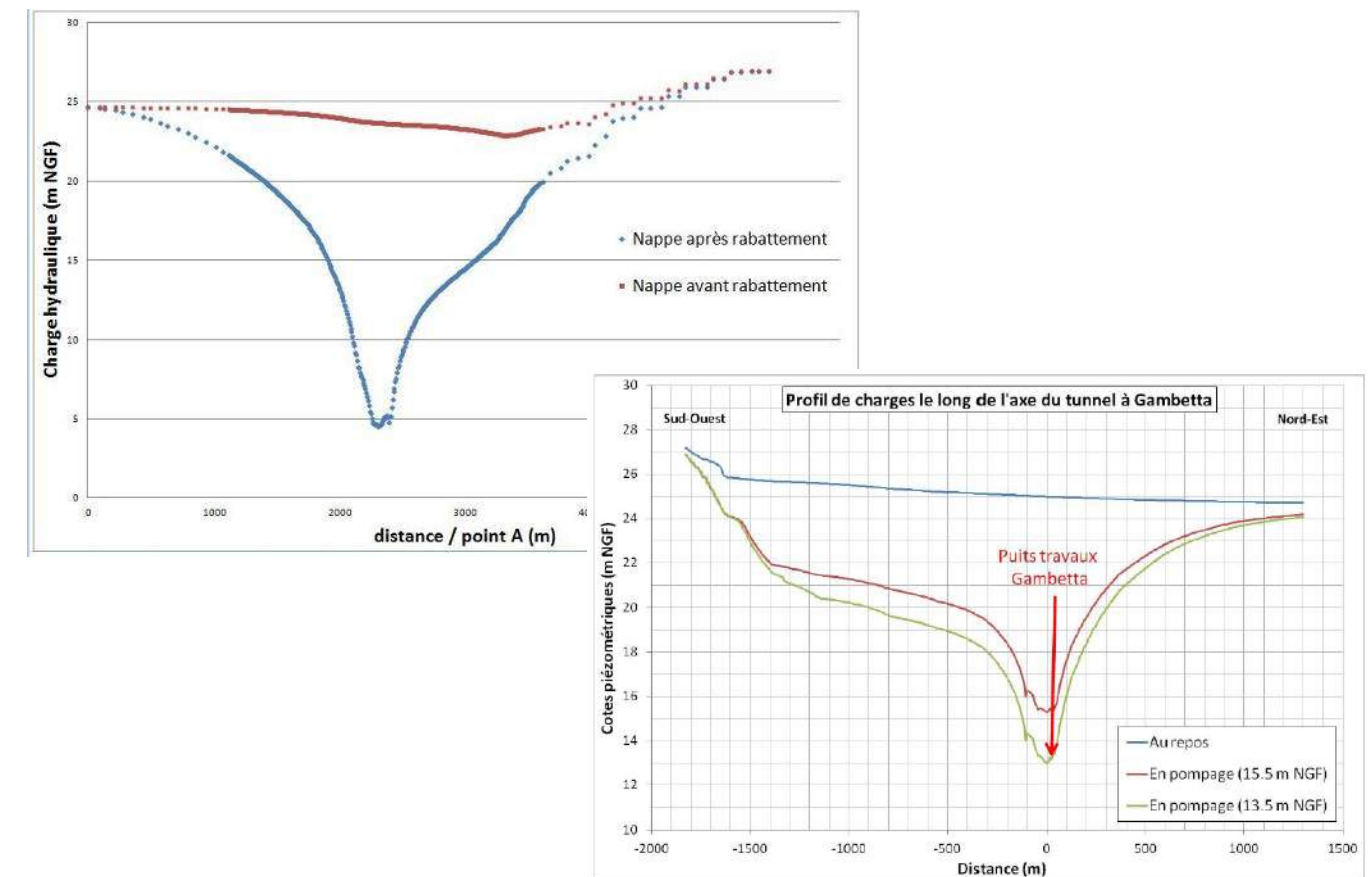


Figure 77 : Coupe des niveaux piézométriques avant et après rabattement au droit des pompages de la Porte Maillot (à gauche) et de Gambetta/La Défense (à droite) – Source : SED

La taille du périmètre impacté et ces niveaux de rabattement sont essentiellement susceptibles d'avoir des incidences sur **la stabilité des sols** et sur les **usages de la ressource en eau**.

Ces effets sont traités dans les paragraphes suivants. Cependant, en synthèse, on peut d'ores et déjà souligner les principales conclusions :

- ♦ **Concernant la stabilité des sols** : les tassements attendus sont de l'ordre du centimètre et ne remettent pas en cause la pérennité des ouvrages (cf. E-Effets des rabattements de nappe sur les tassements du sol).
- ♦ **Concernant les usages** : Au droit du seul champ captant directement concerné pour l'alimentation en eau potable du territoire (champ captant de Villeneuve la Garenne), le rabattement est **très faible** (de l'ordre du centimètre), sans incidence sur la potentialité de production d'eau potable. Notons toutefois que des ouvrages privés de géothermie seront impactés (cf. Chapitre 6 : Évaluation des incidences sur les usages et activités liés à l'eau, p 143).

D- Effets localisés des rabattements

Les impacts sur les niveaux étant maximaux au droit des sites de pompage, les figures suivantes illustrent, en complément, les niveaux de nappe obtenus au niveau de chaque site en situation maximale de rabattement.

♦ Haussmann-Saint-Lazare

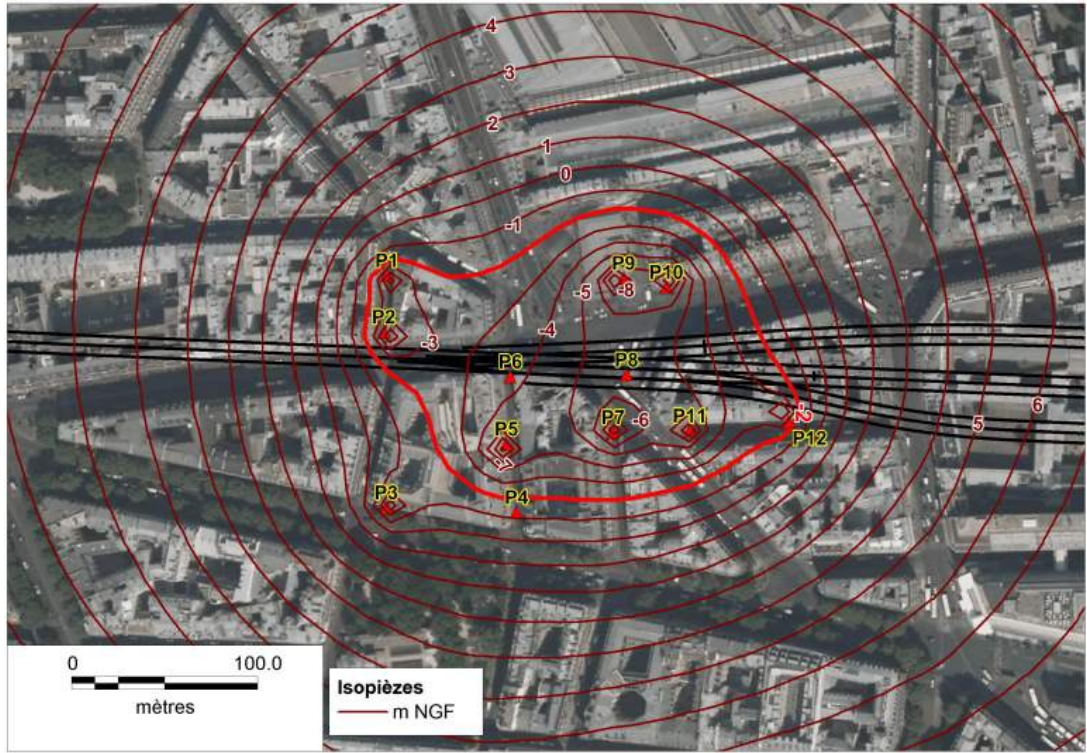


Figure 78 : Localisation des forages et niveau de nappe associé en phase travaux – Source : SED

♦ Gare Porte Maillot

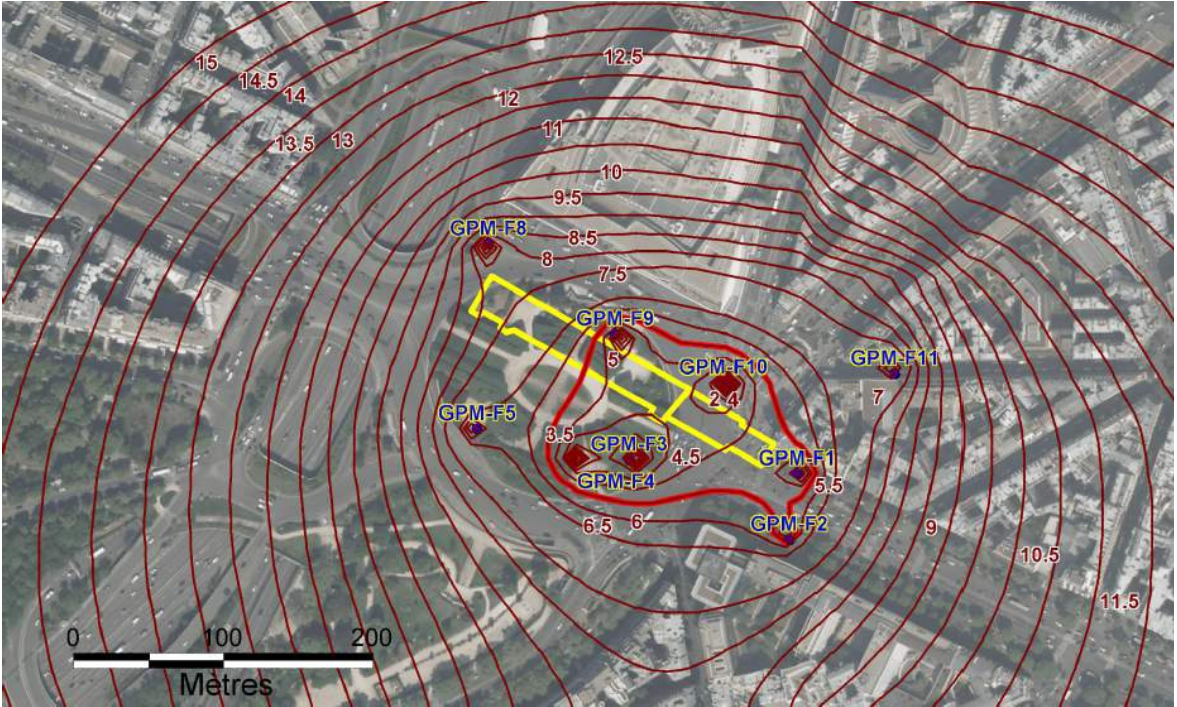


Figure 79 : Localisation des forages et niveau de nappe associé (en m NGF) en phase travaux – source : SED

♦ Gare CNIT La Défense

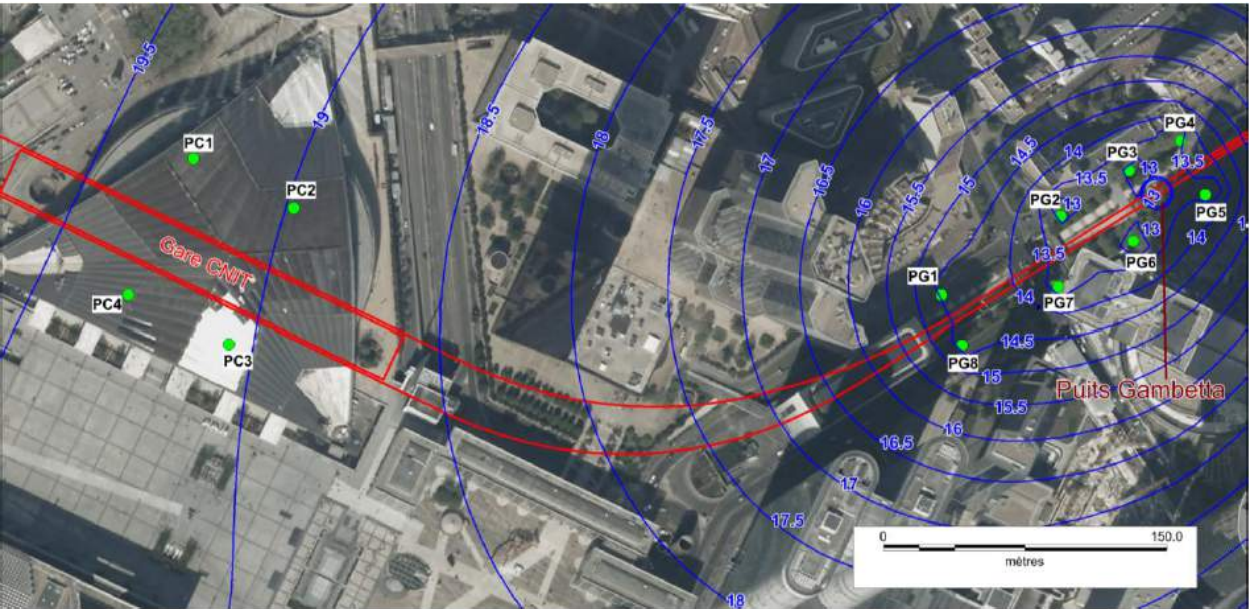


Figure 80 : Localisation des forages de rabattements et piézométrie estimée en phase travaux (m NGF) : objectif 13,5 m NGF – source : SED

Concernant la gare du CNIT, des simulations ont également été réalisées en considérant que le décalage entre les travaux au Puits Gambetta et les travaux de la gare du CNIT pourraient nécessiter que des rabattements soient maintenus au droit de la gare en l'absence de pompages dans le secteur Gambetta. Dans ce cas de figure l'objectif de rabattement est l'atteinte de la cote piézométrique 21 m NGF au droit de la gare du CNIT. Les pompages se feraient alors sur les quatre ouvrages implantés au droit du CNIT, les puits PC1 à PC4.

Tableau 26 : Débits de rabattement estimés : cas d'un pompage sous le CNIT

Puits	Débits (m³/h) – objectif 21 m NGF
PC1	63
PC2	71
PC3	60
PC4	58
TOTAL	252

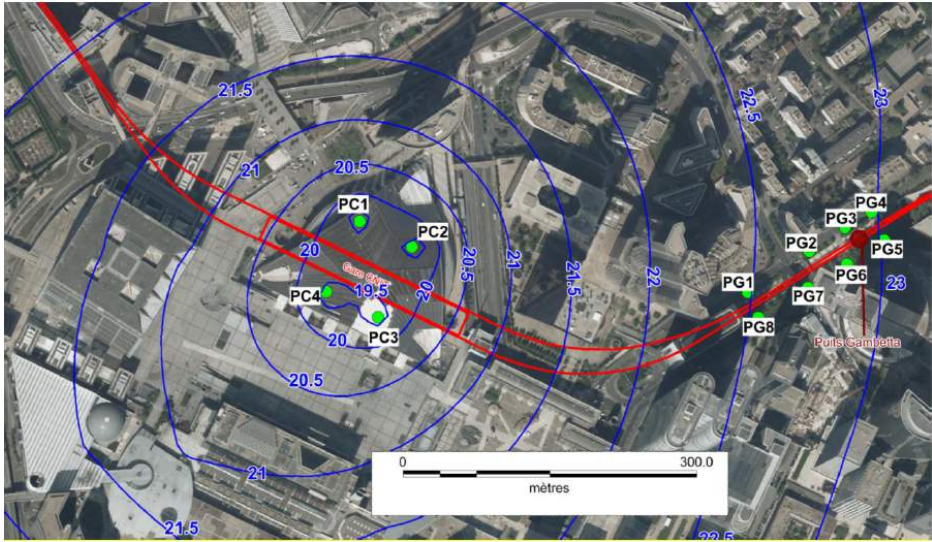


Figure 81 : Localisation des forages de rabattements et piézométrie estimée en phase travaux (m NGF) : cas d'un pompage sous la gare

E- Effets des rabattements de nappe sur les tassements du sol

L'étude des tassements a fait l'objet d'une note spécifique par site présentées en annexe 19. Une synthèse de cette note est présentée ci-après.

Principe de calcul des tassements

L'estimation des tassements induits par les rabattements de nappe est faite au moyen d'un calcul aux éléments finis (PLAXIS 2D) pour chacun des trois sites (Haussmann Saint-Lazare, Gare Maillot, Gare La Défense).

La nappe phréatique est modélisée et le calcul, mené en contraintes effectives, permet de traduire les effets de rechargement induits par les variations du niveau de celle-ci.

Trois nappes sont en place au droit du projet :

- ◆ Nappe libre des Calcaires Grossiers et Marnes et Caillasses (nappe du Lutétien) ;
- ◆ Nappe potentiellement captive des sables yprésiens, (sables de Cuise et sables supérieurs), sous-jacente à la précédente ;
- ◆ Nappe captive des Sables d'Auteuil située sous les Fausses Glaises.

En première approche, il est considéré dans les calculs que les deux nappes supérieures sont en équilibre, et constituent un aquifère unique réagissant de manière homogène aux pompages en régime permanent.

La nappe inférieure des Sables d'Auteuil est considérée captive, en charge et non affectée par le pompage du fait de la présence de la couche peu perméable des Fausses Glaises entre le niveau de pompage et cet aquifère. Les tassements liés au rabattement sont donc négligeables à partir de ce niveau.

Deux types de modélisations aux éléments finis ont été testés concernant la loi de comportement des sols en place pour l'analyse des tassements induits par le rabattement de nappe:

- ◆ Type 1: Mohr-Coulomb pour toutes les couches géologiques. Il représente une fourchette haute des tassements attendus ;
- ◆ Type 2: HSM petite déformation (HSM small) hormis pour les Remblais et Marnes et Caillasses qui restent modélisés en MC. Il correspond au minimum des déformations attendues.

Résultats des calculs

Au droit de chacun des trois sites, l'évaluation des tassements de surface induits par le rabattement de nappe complet conduit ainsi aux principales conclusions suivantes :

- ◆ **Gare Porte Maillot :**
 - Résultats du modèle type 1 : les tassements induits seront de l'ordre de **20-25mm** environ et qu'au-delà de 0.5 à 1.0km environ les tassements seront inférieurs à 10mm.
 - Résultats du modèle type 2 : le tassement absolu serait plutôt de l'ordre de **10-15mm** et inférieur à 10mm à 200m environ de la GPM
 - Dans tous les cas, le **tassement différentiel reste bien en-deçà du 1/1000^e** (1mm/m) usuellement considéré comme acceptable pour garantir la pérennité des ouvrages de surface.

◆ Entonnement-Saint-Lazare :

- Les tassements absolus maximum calculés sont compris entre 2,8 et 3,6 cm ; **ce qui reste compatible avec la pérennité des ouvrages existants en surface** ;
- Les tassements différentiels sont limités, systématiquement inférieurs à 0,13 mm/m ; ils restent significativement inférieurs aux seuils usuellement considérés pour garantir la pérennité des ouvrages de surface (de l'ordre de 1 mm/m usuellement). Compte-tenu de ces valeurs particulièrement faibles, **les incidences du rabattement de nappe complet sur les bâtis seront négligeables** ;
- Les tassements calculés sont a priori des tassements à court-terme, qui tiennent compte des durées de consolidation particulièrement longues des niveaux fins (Argiles Plastiques et Fausses Glaises) ; il est à noter qu'une majorité des tassements calculés se produisent dans les formations de l'Yprésien (Sables de Cuise).

◆ Gare CNIT La Défense :

- Les tassements absolus maximum calculés sont **au plus d'ordre centimétrique**, ce qui reste compatible avec la pérennité des ouvrages existants en surface ;
- Les **tassements différentiels sont limités, systématiquement inférieurs à 1 mm/m** ; ils restent significativement inférieurs aux seuils usuellement considérés pour garantir la pérennité des ouvrages de surface (de l'ordre de 1 mm/m usuellement) ; compte-tenu de ces valeurs particulièrement faibles, les incidences du rabattement sur le bâti spécifique de la Défense (IGH, etc.) seront négligeables ;
- Les tassements calculés sont a priori des **tassements à court-terme**, qui tiennent compte des durées de consolidation particulièrement longues des niveaux fins (Argiles Plastiques et Fausses Glaises) ; il est à noter que plus de 60% des tassements calculés se produisent dans les formations des argiles plastiques.

Les terrains superficiels, remblais et alluvions modernes, non aquifères, ne sont pas concernés directement par le rabattement de nappe réalisé dans le cadre du projet Eole.

Ainsi, le déplacement généré dans les couches supérieures (au-dessus des Sables supérieurs) est quasiment homogène avec un tassement relatif très limité (quelques millimètres) ; ce qui élimine le risque de frottement négatif sur les fondations profondes existantes.

Par rapport au suivi des habitations, une instrumentation sera mise en place sur tous les bâtis situés dans la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) des travaux EOLE, ce qui correspond à une zone de 30 à 50 m de part et d'autre du tracé.

Pour le suivi de l'effet du rabattement de nappe, il est également prévu, pendant les travaux, une interférométrie radar sur un périmètre élargi par rapport à la ZIG (500 m de part et d'autre du tracé et 2000 m autour du secteur Haussmann-Saint-Lazare).

Cette auscultation permettra ainsi de suivre l'effet du rabattement de nappe sur le comportement du terrain et des bâtis.

Les Dossiers de Consultation des Entreprises Génie Civil (DCE GC) imposent la mise en place d'un programme d'instrumentation répondant aux objectifs suivants :

- garantir l'application des procédures qualité,
- suivre et analyser le comportement des terrains,
- suivre et analyser le comportement des avoisinants : bâtiments, ouvrages existants, réseaux sensibles, etc....,
- suivre et analyser le comportement des ouvrages en cours de construction,
- suivre et analyser les phénomènes vibratoires et les bruits générés par les travaux.

Les DCE GC comprennent ainsi une description des prescriptions techniques liées à la fourniture, la mise en œuvre et l'exploitation de l'auscultation sur l'ensemble du tracé du projet.

Toutes les prescriptions générales, ainsi que le programme d'auscultation et la définition des seuils, sont explicités dans les DCE GC.

F- Risque de dissolution du gypse et mesures associées

Comme présenté précédemment, il existe sur la région parisienne un risque de dissolution du gypse dont les périmètres de risque ont été présentés dans l'état initial (1.1.3.4A-) et en annexe 2. Le principal risque de dissolution du gypse lié au projet Eole provient donc de la réalisation d'un rabattement de nappe, qui peut entraîner une circulation accrue des eaux au sein des formations gypseuses.

Si l'on compare le périmètre d'influence du rabattement de nappe décrit précédemment et le zonage des terrains à risque, les zones susceptibles d'être impactées par les pompages de rabattement correspondent globalement au secteur des Batignolles ainsi que plus à l'est et au nord-est au secteur du cimetière de Montmartre.

L'examen de la carte des rabattements montre que dans ce secteur le rabattement dans la nappe des Sables Supérieurs (Yprésien) est compris entre 1 et 4m, cette dernière valeur étant un maximum localisée au sud-sud-ouest du cimetière. Compte tenu de la position de ces zones à risques, ce sont essentiellement les pompages réalisés au droit d'Haussmann-Saint-Lazare qui sont à considérer.

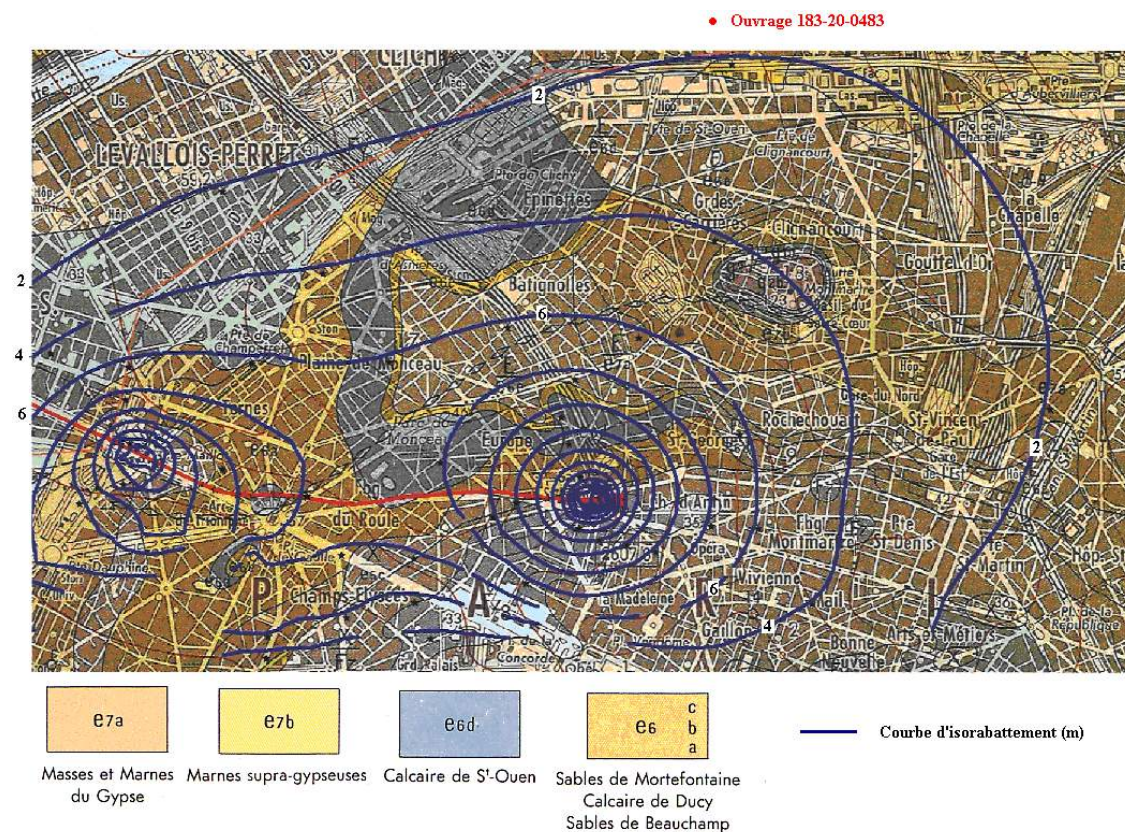


Figure 82 : Extrait de la carte géologique de Paris n°186 (Source : BRGM)

La problématique du Gypse et le prolongement d'Eole

Les pompages du secteur Haussmann Saint-Lazare (HSL) seront effectués dans la nappe des Sables du Cuisien, formation ne contenant pas de gypse. En outre, la formation aquifère sus-jacente correspond aux calcaires du lutétien qui eux-mêmes ne contiennent pas de gypse.

L'aquifère lutétien ne sera pas pompé directement mais les relations sont étroites avec la nappe du Cuisien. Il subira donc un rabattement important.

Au-dessus des calcaires, les Marnes et Caillasses constituent la première formation contenant du gypse.

Quelques passages gypseux ont pu être identifiés le long du tracé généralement en traces diffuses à l'exception de passées décimétriques mais le secteur HSL proprement dit apparaît dépourvu de passées gypseuses d'après les observations des sondages dédiés au projet.

Aucune cavité de dissolution du gypse n'a été formellement reconnue lors des sondages.

Dans la partie Est du parcours, les Marnes et Caillasses sont en partie ennoyées et le risque est lié au remplacement, sous l'effet des pompages, d'une eau a priori saturée vis à vis des sulfates par une eau non saturée (recharge météorique ou autre origine), le phénomène s'accroissant en fonction des vitesses de circulation.

Ce remplacement pourrait, à terme, entraîner la dissolution du gypse contenu dans les Marnes et Caillasses.

Par ailleurs, les pompages induisent une augmentation du gradient piézométrique et donc une augmentation des vitesses horizontales. Mais les formations les plus riches en gypse au nord ne

seront impactés, éventuellement, que par drainance, les pompages ayant lieu dans les Sables du Cuisien.

Par drainance, les circulations d'eau entre les formations auront une composante essentiellement verticale ; ce qui limite donc le risque de dissolution (les vitesses verticales étant beaucoup plus faibles que les vitesses horizontales).

Des pompages d'essai ont été réalisés dans les Marnes et Caillasses au niveau de St Augustin pour le site Haussmann – St Lazare et ont permis d'effectuer des prélèvements à des fins d'analyse sur les sulfates ; une concentration de 900 mg/l a été enregistrée, ce qui constitue une concentration intermédiaire vis-à-vis du potentiel de dissolution du gypse (1200 mg/l constituant la limite basse pour des eaux peu agressives vis-à-vis du gypse).

Le gypse – Phénomènes connus - EOLE 1

Un certain nombre d'incidents sont connus et rassemblés dans le tableau ci-dessous.

On notera qu'il s'agit d'évènements qui sont localisés au nord du projet.

Situation	époque	diamètre en surface	profondeur apparente	diamètre à la base	volume apparent en m³
Aulnay-sous-Bois ferme de Fontenay	12- 6-1903	13	17	12-15	1 500
Paris, Porte de La Chapelle	A 8-10-1954	5-6	15	10-12	8
	B 30- 3-1955	2	8,5	8	
	C 3-11-1963	4-5	3	2-3	
Aubervilliers rue D.-Casanova	1960		15	15	1 500
Sevran, rue des Ramiers	11-1964	10	18		1 500
Sevran, rue des Coquelicots	13- 2-1970	8	15		800

Figure 83 : Observations géologiques sur les accidents de dissolution du gypse dans la région parisienne (source : Congrès International de Géologie de l'Ingénieur – M. Toulemont – Laboratoire Régional du Bourget)

Lors de la réalisation de la première phase d'EOLE, la technique du rabattement de nappe avait également été retenue pour la construction de la gare Condorcet (ou gare HSL existante). Des pompages s'étaient déroulés dans le secteur Haussmann-St Lazare entre 1994 et 1998.

Les débits étaient compris entre 750 et 900 m³/h. L'objectif recherché était également de rabattre la nappe des sables du Cuisien.

Il s'agissait donc de conditions tout à fait comparables à ce qui est envisagé pour cette deuxième phase d'EOLE, tant pour les conditions d'exploitation que pour les durées de pompage.

Pendant la période de pompage d'EOLE 1, il n'a été signalé aucun désordre lié à cette exploitation.

Une étude par interférométrie radar²³a montré que les tassements liés au rabattement de la nappe n'avaient pas dépassé 1.5 cm ; aucun tassement en lien avec le gypse n'a été recensé.

²³ Mesures des déplacements verticaux lors des travaux de construction de la gare Haussmann-Saint-Lazare (Paris) par interférométrie radar : une méthode opérationnelle – Après mines 2003 – 5-7 février 2003 Nancy

Un incident majeur (fontis de la rue Papillon dû à la déstabilisation d'une cavité préexistante) avait été constaté mais l'effondrement survenu serait lié à plusieurs origines (vibrations entraînées par le passage du tunnelier, modification de l'état de contraintes ou déstructuration des parois de la cavité)²⁴

Enseignements de la modélisation hydrodynamique

En superposant la carte des rabattements généraux obtenus à partir du modèle (cf. rapport 402-ENC-INF-PRO-GLO-GEO-03234-00-C disponible en annexe 5 du Tome 3) avec la carte de l'IGC issue du Plan des Carrières et Zones des Terrains exposés à un risque naturel, PLU Ville de Paris – révision 2013, il est constaté (cf. figure ci-après) que les zones susceptibles d'être impactées par les pompages de rabattement correspondent globalement aux zones identifiées sur la figure 83 dans les paragraphes précédents pour les mêmes gammes de rabattement .

Cette carte confirme que c'est essentiellement les zones de pompages HSL qui sont à considérer.

Il a été vu que la composante verticale sera prépondérante lors d'éventuels échanges ; ce qui sera le cas dans le secteur Batignolles - Cimetière de Montmartre avec des vitesses 50 à 100 fois plus faibles que les vitesses horizontales. Les vitesses étant très lentes, l'impact devrait donc être relativement faible.

Néanmoins, cet impact ne peut être ignoré d'autant que les circulations peuvent se produire au sein de fissures préexistantes, les vitesses devenant alors plus conséquentes.

Il faut donc considérer quelle sera la répartition des échanges entre des eaux sollicitées dont la qualité dépend de la géologie du secteur.

Dans les zones affectées par les rabattements, l'examen de la carte géologique montre que d'autres formations, non rencontrées dans le secteur HSL, peuvent être impactées ; les formations sus-jacentes sont les suivantes (de haut en bas) :

- ◆ les calcaires de St Ouen du Marinésien,
- ◆ les sables de Beauchamp de l'Auversien.

Ces formations recélant également d'importants niveaux de gypse en leur sein, leurs eaux sont elles aussi susceptibles d'être chargées en sulfates et on pourrait donc considérer qu'a priori, elles ne devraient donc pas provoquer de perturbations liées à la dissolution du gypse.

²⁴ Impact des eaux souterraines sur les phénomènes de dissolution du Gypse, application à la Ville de Paris - (BRGM – IGC – XIVes journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie – Lyon 8-10 novembre 2007)) ; Modélisation hydrogéologique des aquifères parisiens et conséquences des aménagements du sous-sol (Thèse A. LAME - Centre de Géosciences de l'Ecole des Mines de Paris – Systèmes hydrologiques et réservoirs) - Novembre 2012 ;

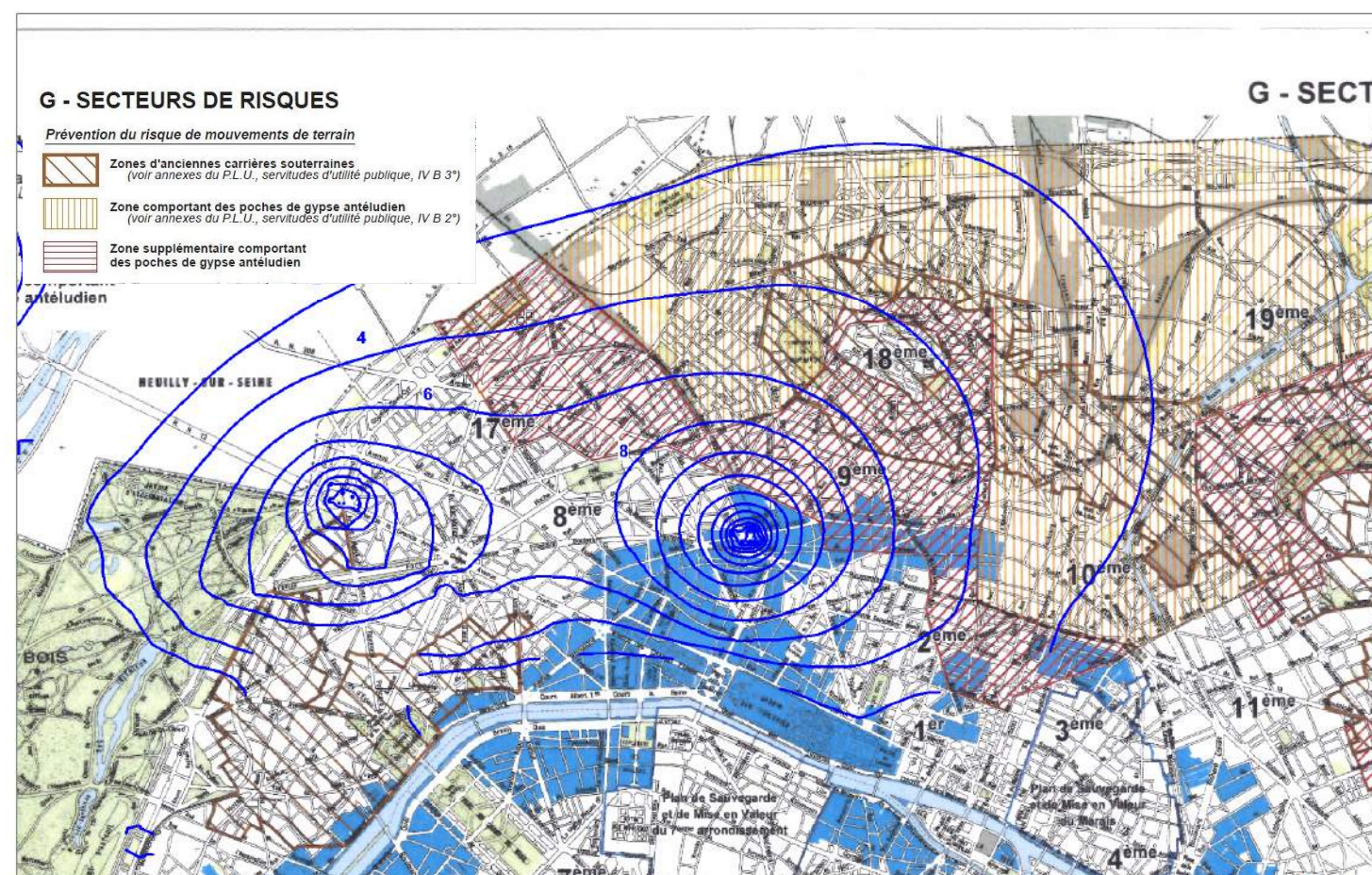


Figure 84 : Rabattements (modélisés) de la nappe du Cuisien sur la carte des secteurs à risques élaborée par l'IGC

Au final, la question est donc de savoir si l'on va drainer des eaux sous-saturées vers les couches à gypse :

- ◆ Marnes et Caillasses au niveau du site
- ◆ Sables de Beauchamp et Marno-Calcaire de St Ouen plus au nord.

Actions à mener

a- Rencontre IGC

L'Institut Général des Carrières (IGC) est un organisme assurant la gestion de tout type de risques dans Paris Intramuros et donc du risque Gypse²⁵. Il s'agit d'un service rattaché à la Ville de Paris.

L'IGC a mené des études sur cette problématique ; il importait donc de les rencontrer pour :

- ◆ préciser la localisation de certaines zones qui seraient plus exposées aux risques,
- ◆ définir comment pouvaient être mises à disposition les données existantes.

Un autre objet de la rencontre était d'examiner les conditions d'accès à des piézomètres existants IGC sur lesquels seraient envisageables d'effectuer des prélèvements dans le cadre d'EOLE.

Enfin, il était intéressant de valider avec cet organisme les procédures envisagées pour aborder la problématique Gypse pour les pompages d'EOLE.

Cette rencontre s'est déroulée le 29 décembre 2014 et a fait l'objet d'un compte-rendu (le document est annexé au présent mémoire).

Les principaux points de cette réunion sont listés ci-dessous :

- ◆ Nappe bartonienne déconnectée des nappes lutétienne et yprésienne sous-jacentes ;
- ◆ Les Sables de Beauchamp protègent la nappe lutétienne des arrivées du dessus qu'ils drainent. Ils sont isolés des Marnes et Caillasses par un niveau imperméable. Par ailleurs, dans le secteur HSL, il existe une drainage de la nappe lutétienne vers la nappe cuisienne ;
- ◆ Les eaux lutétiennes du Nord sont déjà saturées en sulfates (saturation = 2g/l à 20°C). Les risques pourraient plutôt venir d'arrivées d'eau provenant du Sud vers les zones à risques ; ce qui ne correspond pas aux écoulements liés aux rabattements de nappe EOLE (EOLE première phase déjà réalisé et prolongement EOLE à venir) ;
- ◆ Le risque se situe surtout dans la zone située au Nord de St Lazare. Du gypse est rencontré jusque vers la Place de l'Etoile et serait absent vers la Porte Maillot ;
- ◆ Concernant le dispositif de rabattement prévu pour le prolongement d'EOLE, le réseau dense de forages permet, par une meilleure répartition des prélèvements, une meilleure extension du cône de rabattement, l'objectif est d'obtenir le gradient le plus faible possible, en particulier dans la zone à risque (Marnes & Caillasses, Sables de Beauchamp, Calcaire de St Ouen) ;
- ◆ Le risque principal dans le cas du prolongement d'EOLE se situe à la base des Marnes & Caillasses ;
- ◆ La création des vides s'observe surtout après les pompages de rabattement, au cours de la remontée, voire quelques années après ;
- ◆ Ce n'est pas forcément en limite de battement de nappe qu'a lieu la dissolution. On constate que la majorité des cavités se situe plutôt vers la cote zéro, donc sous la nappe ;
- ◆ La cinétique de la dissolution dépend beaucoup de la nature du gypse et de son degré de fracturation ;

²⁵ Impact des eaux souterraines sur les phénomènes de dissolution du Gypse, application à la Ville de Paris - (BRGM – IGC – XIV^{es} journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie – Lyon 8-10 novembre 2007))

- Le gypse saccharoïde est très soluble,
 - Le gypse type albâtre plus compact résiste mieux.
- Plus l'épaisseur de la couche est importante, plus la forme albâtre prédomine.

- ♦ Lors de l'amorce du rabattement, il est recommandé que la descente de la nappe se fasse progressivement pour éviter les phénomènes de tassement instantanés (des perturbations ont été constatées dans le cas contraire).
- ♦ Même chose pour la remontée à la fin du chantier. Il faut éviter une remontée brutale.
- ♦ La surveillance piézométrique et chimique jusqu'à la courbe d'iso-rabattement de 4 mètres convient à l'IGC. Elle pourrait être étendue à la courbe 2 mètres en cas de constat d'un impact important.
- ♦ Enfin, les piézomètres existants IGC sont équipés en diamètre 50 mm ; ce qui devrait permettre le passage de pompe immergée de type MP1.

b- Modélisation hydrochimique

Il s'agirait de coupler au modèle hydrodynamique utilisé un module qualitatif qui permettrait de modéliser les teneurs en sulfates.

Le code de calculs utilisé est le modèle MARTHE (code de calculs selon la méthode aux différences finies) ; ce modèle a été conçu par le BRGM, organisme qui a donc été contacté pour disposer d'informations sur la disponibilité de l'interfaçage avec un module hydrochimique.

Un couplage du code Marthe avec le module de géochimie PHREEQC, logiciel de calcul géochimique de systèmes triphasiques (liquide, solide, gaz) développé par l'USGS a été effectué. Les calculs chimiques peuvent donc être couplés avec des équations de transfert de matière par advection et/ou diffusion. En outre, le logiciel permet également de prendre en compte la cinétique des réactions.

Cependant, des développements sont en cours pour optimiser le code qui a montré quelques carences dans l'intégration de la cinétique dans les processus. **Selon le BRGM, le modèle optimisé ne sera pas disponible avant 6 à 12 mois.**

Compte tenu de ces délais, cette option ne peut être retenue ; d'autres possibilités ont été recherchées. Ainsi, il a été envisagé de faire appel à un autre code de calcul fréquemment utilisé, Modflow, aux différences finies, mis au point par l'USGS ; mais concernant le couplage avec un module hydrochimique, il est dans une situation comparable à MARTHE et cette option n'offre donc pas de solution à courte échéance.

Enfin, des recherches vers d'autres instituts spécialisés (École des Mines, Université de Rennes) ont été effectuées mais ceux-ci confirment que la dissolution du gypse fait appel à des processus complexes dont la modélisation via un modèle 3D hydrodynamique couplé à du transport réactif relève d'une approche de R&D qui n'a à ce jour pas été mise en œuvre.

L'utilisation du modèle MARTHE couplé à PHREEQC n'apparaît donc pas possible.

Il est par contre proposé d'utiliser le logiciel PHREEQC pour caractériser les équilibres des différentes nappes en différents sites et de suivre une éventuelle évolution des paramètres hydrochimiques permettant de prendre des mesures correctives.

La mise en œuvre de ces calculs pourrait être envisagée dès la réception des analyses prévues dans le chapitre Analyse Chimique et Suivi (envisagé vers février-mars 2015). La mise en œuvre du modèle PHREEQC lui-même adapté au projet EOLE est d'environ une semaine.

c- Identification des zones à risques

Une méthode statistique a été développée par l'IGC/INERIS/BRGM pour identifier des zones à risques vis-à-vis du Niveau de Risque Gypse.

Les zones sont délimitées à partir des paramètres suivants :

- ♦ Pp : Probabilité de présence de gypse (relation entre épaisseur de formation et puissance du gypse) :
 - Dans les Marnes et Caillasses ;
 - Dans le Calcaire de St Ouen ;
 - Dans les Sables de Beauchamp ;
- ♦ Pd : Probabilité de dissolution selon gradient écoulement ; fonction de l'état de saturation de l'eau en circulation vis-à-vis du gypse ;
- ♦ Pe : Probabilité d'effondrement ou d'affaissement selon recouvrement et saturation en eau.

Le Niveau de Risques résulte de la combinaison de ces trois paramètres soit Niveau de Risques = $Pp \times Pd \times Pe$.

Selon leur disponibilité, il est proposé de croiser les cartes obtenues à partir de cette méthode avec les cartes de rabattement issues de la modélisation pour le choix des piézomètres qui permettront une surveillance chimique.

En cas d'indisponibilité de ces cartes, il sera alors nécessaire de les établir pour les secteurs concernés par les rabattements d'EOLE.

d- Analyses chimiques

Compte tenu de l'impossibilité de faire appel au couplage modélisation hydrodynamique et modélisation hydrochimique, il est proposé d'établir une caractérisation de l'état d'équilibre thermodynamique vis-à-vis du gypse de chacune des nappes en utilisant seulement PHREEQC.

En raison du contexte, il conviendrait alors d'établir rapidement 'un premier état des lieux'.

Pour ce faire, il est nécessaire de disposer d'analyses portant sur les paramètres devant alimenter le module pour ses calculs.

Suite aux réunions du 29/12/2014 et du 14/01/2015 avec l'IGC et la fourniture de la liste des piézomètres gérés par cet organisme, une pré-sélection des sites (23 piézomètres) a été effectuée et est présentée sur la figure ci-contre.

Les prélèvements concernent les aquifères listés ci-dessous :

- ♦ Marnes et Caillasses,
- ♦ Sables de Beauchamp,
- ♦ Marno-calcaires de St Ouen

Le programme d'analyses sera le suivant :

- ♦ Paramètres physico-chimiques pH, potentiel d'oxydo-réduction Eh, T mesurés in-situ,
- ♦ Balance ionique : Na, K, Ca, Mg, SO₄, Cl, CO₃, HCO₃, NH₄, NO₃, Fe, Mn, SiO₂, Bo, Sr.
- ♦ Métaux,
- ♦ Profondeur des niveaux d'eau.

Avec une fréquence mensuelle d'analyses, un rapport de synthèse trimestriel serait à produire jusqu'au lancement des travaux.

Selon les dates de démarrage des travaux HSL, un rapport final ou annuel sera à prévoir.

A noter **qu'une recherche et un comblement des cavités sera réalisé au droit du futur ouvrage de Rosa Parks, permettant de réduire ce risque au droit de l'opération.**

Le gypse est l'un des minéraux les plus solubles dans l'eau, sa présence dans des formations géologiques contenant des nappes d'eaux souterraines entraîne la saturation progressive des eaux en sulfates par dissolution du gypse. Lorsque les eaux sont sursaturées, la dissolution du gypse s'arrête. Elle reprend lorsque ces eaux sont remplacées par des eaux non-saturées et est d'autant plus rapide quand la vitesse de renouvellement des eaux est importante. La dissolution du gypse pouvant entraîner la formation de cavités souterraines et ainsi l'effondrement des structures situées au-dessus de ces dernières, il s'agit d'un enjeu fort dans les zones de bâti.

Le projet Eole, suite à la réalisation d'un rabattement de nappe dont le cône d'apport concerne des zones reconnues de dissolution du gypse, est susceptible d'augmenter localement la vitesse de dissolution du gypse. Toutefois, cette incidence peut être tempérée par le fait que :

- ◆ Les vitesses d'écoulements des eaux attendues au sein des formations concernées par le risque de dissolution du gypse sont faibles (pas de prélèvement direct dans l'aquifère concerné, il s'agit ici des Marnes et Caillasses du Lutétien, sauf sur le secteur de Saint-Lazare. Auquel cas, une variation de perméabilité limitée de la structure de cette formation limite les vitesses des écoulements verticaux) ;
- ◆ Réseau dense de forages, permettant une meilleure répartition des prélèvements et une meilleure extension du cône de rabattement
- ◆ Les eaux qui circuleront au sein de ces formations contiendront déjà en grande partie du gypse dissous, limitant ainsi les possibilités de dissolution du gypse au sein de l'horizon des Marnes et caillasses.

Le risque de dissolution du gypse ne peut donc pas être totalement écarté, mais devrait rester limité, ce qui a conduit à proposer des mesures de surveillance qui sont décrites ci-après et en pièce 5.

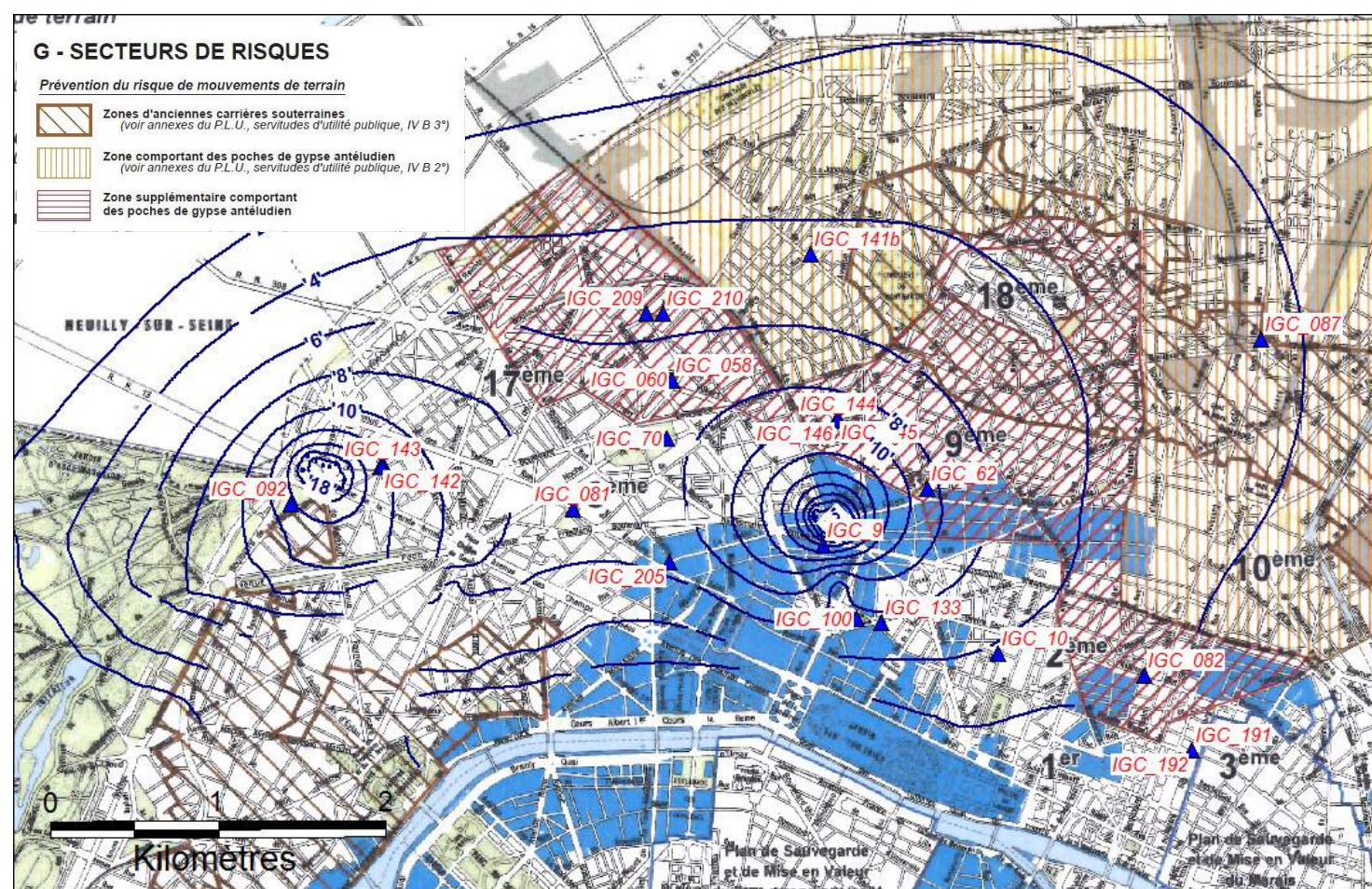


Figure 85 : Implantation des piézomètres IGC pré-sélectionnés pour le contrôle chimique sur la carte des secteurs à risques élaborée par l'IGC

Mesures préventives

Des mesures préventives de surveillance sont proposées afin de suivre les zones à risques Gypse et leur éventuelle évolution en relation avec les travaux du prolongement d'EOLE.

Ces mesures consistent d'une part à une surveillance par auscultation et, d'autre part, à une surveillance chimique des aquifères concernés.

Surveillance par auscultation

Lors des opérations sur EOLE phase 1, des plots de surveillance topographiques avaient permis de suivre la surface topographique et de mesurer les évolutions liés à d'éventuels tassements dans les secteurs de travaux.

Dans la cadre des travaux de réalisation de l'entonnement HSL et des travaux annexes, il est prévu une auscultation dans la « 'zone d'influence géotechnique » (ZIG) afin de suivre et analyser le comportement des terrains et des ouvrages existants.

Parmi l'ensemble des opérations qui seront menées, plusieurs types de mesures seront également utiles pour la problématique Gypse :

- ♦ mesures topographiques en X, Y et Z,
- ♦ mesures interférométriques par géoradar,
- ♦ mesures de tassement.

Actuellement, les mesures interférométriques sont proposées sur un faisceau de +/- 500 mètres de part et d'autre de l'axe du projet et dans un rayon de 2000 m autour du secteur HSL.

Des fréquences de mesure ont été définies mais il conviendra de les revoir pour adopter éventuellement un rythme plus resserré et adapté à la dynamique Gypse.

Il est proposé de les étendre plus au nord, pour prendre en compte les zones à risques délimitées par la cartographie du Niveau de Risque « Dissolution du Gypse ».

Compte tenu du contexte hydrogéologique où les couches renfermant du gypse ne sont pas concernées directement par les pompages mais par la drainance, il est proposé de prendre comme limite d'études pour les opérations d'auscultation dédiées au gypse l'isorabattement 4 m.

Surveillance chimique

Une surveillance chimique dédiée spécifiquement à la problématique spécifique Gypse pourra être mise en place dès maintenant à partir des piézomètres utilisés pour l'état initial présenté ci-dessus. Elle permettrait de suivre une éventuelle évolution avant le démarrage des travaux.

Associé à une surveillance piézométrique, le programme d'analyses sera identique à celui proposé ci-dessus avec une fréquence mensuelle jusqu'au démarrage des pompages de rabattement.

Ceux-ci lancés, la fréquence deviendrait hebdomadaire pendant une période de six mois puis plus espacée en fonction des résultats observés.

Un compte-rendu mensuel serait établi chaque mois et des notes de synthèse seraient à produire chaque trimestre.

Ces notes seront à associer aux résultats des relevés sur les plots topographiques.

S'il est constaté l'existence de zone(s) à risques plus exposée(s) et sans ouvrage de surveillance IGC à proximité, il pourrait être envisagé de créer des piézomètres spécifiques destinés à la surveillance hydrochimique. Les aquifères concernés sont ceux définis au chapitre d-Analyses chimiques.

En fonction de l'évolution hydrochimique constatée, un maillage plus serré dans la répartition des piézomètres devra ensuite être envisagé si nécessaire.

Ces analyses serviront ensuite pour définir des seuils d'alerte lorsque les pompages auront débuté.

La définition des seuils pourrait reposer sur l'évaluation de la prédisposition à la dissolution.

Cette méthodologie, à valider avec la DRIEE et l'IGC, s'appuiera sur la concentration en sulfates des eaux des différentes nappes :

- ♦ État 1 : Peu sensible $1200 < \text{SO}_4^{2-} < 1600$: quasi saturation avec le gypse – Eaux peu agressives vis-à-vis du gypse
- ♦ État 2 : Sensible $800 < \text{SO}_4^{2-} < 1200$: concentrations intermédiaires représentatives de secteurs en cours de dissolution
- ♦ État 3 : Très sensible $350 < \text{SO}_4^{2-} < 800$: Potentiel de dissolution important vis-à-vis du gypse

Propositions pour d'éventuelles Mesures correctives

Avant toute action, il conviendra de bien s'assurer de la cause de l'évolution des faciès hydrochimiques des aquifères. Les mesures correctives ne seront engagées que si la responsabilité dans l'évolution constatée est bien imputable aux travaux EOLE.

Injections

En cas d'évolution défavorable soit au niveau des équilibres géochimiques soit au niveau des teneurs en sulfates et confirmation du risque par les mesures sur plots topographiques, la faisabilité d'injections dans les secteurs qui auront été identifiés sera étudiée.

Ce chapitre devra être précisé à partir des entretiens avec l'IGC dont un premier échange a eu lieu lors de la réunion du 29/12/2014. Dans l'hypothèse d'un recours à ces méthodes, le procédé sera développé en étroite collaboration avec l'IGC et la DRIEE.

Plan théorique d'interventions

Il est considéré que le suivi chimique est effectué (fréquence mensuelle à hebdomadaire) ainsi que les mesures d'auscultation. Chaque mois, une note sera éditée présentant les résultats des analyses et les calculs PHREEQC. A cette note, seront consignées les données d'auscultation mesurées (piézométrie, tassements, interférométrie géoradar etc.).

Le planning ci-dessous est défini par rapport à la méthodologie envisagée dans le paragraphe 0.

Il est considéré qu'aucune action n'est entreprise tant que les concentrations rencontrées restent en l'état 1.

- ♦ **Seuil 1** à définir :
 - 1^{ère} étape : évolution jugée suspecte de la concentration en sulfates dans un secteur ;
 - 2^{ème} étape : étude de l'impact de la variation sur les équilibres hydrochimiques et analyses sur les autres secteurs ;
 - 3^{ème} étape : nouvelle analyse programmée pour vérifier la validité de la mesure ; les délais d'analyse doivent alors être courts (contact à établir avec labo agréé pour récupération des résultats en 24h),

- 4^{ème} étape : si confirmation, édition d'une note et communication pour information à SNCF Réseau et au service en charge de l'auscultation (surveillance topographique, mesures de tassement et interférométrie),
- ◆ **Seuil 2** à définir : la fréquence du suivi chimique est resserrée (journalière ?)
 - 1^{ère} étape : constat de l'accélération du phénomène : alerte service auscultation
 - 2^{ème} étape : resserrement du suivi topographique et calculs de tassement
- ◆ **Seuil 3** : Seuil sulfates à définir
 - 1^{ère} étape : délimitation de la zone sensible
 - 2^{ème} étape : sondages terrain,
 - 3^{ème} étape : traitements

G- Autre risque lié au sol et au sous-sol

Deux types de risques géologiques complémentaires sont à envisager au droit du projet :

- ◆ Le risque de mouvement de terrains : il couvre les phénomènes de glissement, éboulements et coulées (principalement sur les versants de la vallée de la Seine), les effondrements (mouvements liés à la présence de cavités souterraines, etc.) et d'érosion des berges ;
- ◆ Le risque de retrait-gonflement des argiles : mouvement de terrain consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux.

Les périmètres de localisation de ces risques, définis par le BRGM, sont récapitulés sur les figures suivantes

On note que :

- ◆ Dans son ensemble le projet échappe au périmètre des zones de risque de mouvement de terrain ; une attention particulière devra toutefois être apportée au tronçon sur lequel le tracé quitte la plaine alluviale de la Seine pour pénétrer dans la colline de la défense, au travers de la paléo-falaise du lutétien (communes de Courbevoie et Nanterre) ; le versant, dont la structure n'est pas connue avec précision, pourrait présenter des risques d'instabilité (glissement, éboulement) ; de même, les zones d'attention particulière relatives aux carrières souterraines sont susceptibles de phénomènes d'effondrement associés ;
- ◆ Le projet traverse des zones pour lesquelles un risque de retrait-gonflement des argiles est identifié (faibles pour les berges de Seine sur les communes de Courbevoie et Nanterre, et moyen à Noisy-le-Sec) ; toutefois, dans ces zones, le projet est situé à une profondeur suffisante, dans une zone fortement urbanisée, et l'aléa est sans incidence pour les ouvrages.

H- Mesures d'évitement et de réduction des incidences sur la piézométrie et les écoulements souterrains

Comme explicité précédemment, la réalisation du rabattement est rendue nécessaire pour des raisons de sécurisation du chantier et de contraintes techniques fortes.

Cependant, étant donné les incidences de telles méthodes sur les niveaux de nappe (démontrées dans les paragraphes précédents), il a été recherché une optimisation du recours au rabattement de la nappe dans le cadre du projet Eole afin de le limiter au maximum.

Ainsi, la majeure partie des infrastructures souterraines sera réalisée sans rabattement de nappe :

- ◆ Le tunnel sera creusé à l'aide d'un tunnelier permettant de réaliser l'étanchement de la structure à l'avancement.
- ◆ La réalisation des puits se fera par une technique de paroi moulée, adaptée à la réalisation d'ouvrage souterrain dans un contexte de venue d'eau.

Ces choix de techniques permettent de limiter les besoins de rabattement de nappe au droit de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare et pour la réalisation des gares souterraines Maillot et La Défense.

D'autre part, l'ensemble des eaux prélevées dans le cadre de ces opérations sont rejetées au milieu naturel (la Seine) sans altération de leur qualité.

Enfin, les mesures prises pour réduire les incidences résultantes de l'abaissement des niveaux d'eau notamment sur les usages sont précisées dans les paragraphes présentant l'analyse de chaque incidence (cf. Chapitre 6 : Évaluation des incidences sur les usages et activités liés à l'eau, p 143).

2.1.1.3 Synthèse des effets sur la piézométrie en phase travaux

En phase travaux, une forte incidence sur la piézométrie est attendue :

En effet, les travaux de création de nouvelles infrastructures souterraines entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre vont nécessiter des opérations de rabattement de la nappe du Lutétien/Yprésien **pendant 4 à 5 ans**. Ce rabattement atteindra :

- ♦ Une vingtaine de mètres au droit de l'entonnement Haussmann-Saint-Lazare ;
- ♦ Une quinzaine de mètres au droit de la Porte Maillot ;
- ♦ Une dizaine de mètres au droit du CNIT-La Défense.

Pour cela, des forages de prélèvements seront mis en place pour permettre **un pompage d'environ 2400 m³/h** sur l'ensemble des trois sites.

Une modélisation hydrogéologique a permis d'étudier l'impact de ces pompages. La piézométrie sera ainsi influencée sur environ 8 km au Nord-Est de Paris et limitée au Sud et à l'Ouest par la présence de la Seine.

L'abaissement des niveaux de cette nappe sera maximal autour des ouvrages de prélèvements (10 à 20 m) et atteindra environ 2 m à la limite nord de Paris (Saint-Ouen/Saint-Denis).

Au-delà de l'abaissement du niveau des nappes, des effets indirects sont également attendus sur le sol par :

- ♦ Des **phénomènes de tassement du sol**, susceptibles d'apparaître suite à la mise en place du rabattement de nappe, l'abaissement de la piézométrie pouvant entraîner des phénomènes de retrait/gonflement des argiles. Des calculs d'estimation des tassements ont montré que les tassements maximums attendus seront de l'ordre de 3 cm, ce qui reste compatible avec la pérennité des ouvrages en surface ;
- ♦ Une **aggravation potentielle du risque de dissolution du gypse** au sein de la formation des Marnes et Caillasses. Le gypse étant l'un des minéraux les plus solubles dans l'eau, le remplacement des eaux sursaturées en sulfates présentes dans ces formations, par des eaux peu ou pas saturées suite à l'augmentation des vitesses de circulation des eaux, est susceptible d'augmenter la vitesse de dissolution du gypse et d'entraîner ainsi la formation de cavités souterraines. Cette incidence est toutefois à tempérer au regard des faibles vitesses d'écoulement attendues au sein de cette formation (aucun pompage direct dans l'horizon des Marnes et Caillasses), ainsi qu'en raison de la nature des eaux, potentiellement déjà chargées en sulfates, susceptibles de s'écouler au sein de cette formation.

L'influence des travaux sur la piézométrie est également susceptible d'entraîner d'autres incidences qui sont traitées dans la suite de ce dossier, notamment :

- ♦ Sur la qualité des eaux souterraines (cf. 2.2.1) :
 - Localement par drainance d'aquifères potentiellement pollués ;
 - Localement par risque de dissolution du gypse.
- ♦ Sur les écoulements superficiels liés au rejet des eaux d'exhaure en Seine (cf. 3.1.1) ;
- ♦ Sur la qualité des eaux superficielles liée au rejet des eaux d'exhaure en Seine (cf. 3.2.1) ;
- ♦ Sur les usages de l'eau de la nappe rabattue, notamment :
 - Les forages pour la géothermie (cf. 6.3) ;
 - Les captages d'alimentation en eau potable (cf. 6.2.1 - l'effet est très faible – de l'ordre du centimètre - au droit du principal usage exposé pour l'alimentation en eau potable du territoire : le champ captant de Villeneuve la Garenne).

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Afin de limiter les incidences du projet sur la piézométrie et ses effets indirects (tassements, risque de dissolution du gypse...), les méthodes constructives employées pour la réalisation du tunnel et des puits (recours à un tunnelier, utilisation de parois moulées) permettent de ne pas recourir à un rabattement de nappe pour la réalisation de ces ouvrages. Des travaux de confortement seront réalisés au droit des ouvrages les plus sensibles afin de réduire les incidences sur le bâti existant au droit du projet. De même, la teneur en sulfates des eaux pompées sera surveillée afin de pouvoir estimer la provenance des eaux et les phénomènes de dissolution du gypse pouvant être associés (augmentation attendue des concentrations en sulfates en cas de dissolution de gypse).

La piézométrie au sein des forages et piézomètres sera suivie en continu par des enregistreurs automatiques.

De plus, il est à noter que bien que les débits prélevés dans les nappes soient importants, soit ils sont restitués au milieu naturel (la Seine) très rapidement (temps de transfert inférieur à une heure) et sans altération de la qualité chimique des eaux pompées, soit ils se substituent à un prélèvement en Seine (cas des eaux d'exhaure de La Défense).

2.1.2 En phase exploitation

2.1.2.1 Synthèse des travaux ayant un effet sur l'état quantitatif

En phase exploitation, les opérations ayant un effet sur l'état quantitatif des eaux souterraines sont :

- ♦ L'effet barrage lié à la mise en place d'une nouvelle structure relativement étanche (le tunnel) entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre ;
- ♦ Les infiltrations au travers des parois des nouvelles infrastructures souterraines entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre²⁶ puis leur pompage et rejet vers le réseau.

2.1.2.2 Effet des ouvrages souterrains sur les écoulements

La mise en place de structures étanches au sein des nappes est susceptible de perturber l'écoulement des eaux souterraines : cela peut produire localement ou plus largement un effet de barrage ralentissant l'écoulement de la nappe et pouvant créer une différence de niveau d'eau et donc de pression de part et d'autre de l'ouvrage.

L'effet barrage dû à la présence du tunnel et des gares a été étudié à partir d'un second modèle hydrodynamique 3D réalisé par SED, complémentaire de celui réalisé pour l'étude du rabattement de la nappe.

Une présentation synthétique du modèle et des résultats est réalisée ci-dessous, les caractéristiques et les résultats détaillés du modèle sont présentés en annexe 5.

A- Présentation du modèle

L'extension géographique choisie pour modéliser l'effet barrage du tunnel a été réduite par rapport à celle utilisée pour la modélisation des rabattements de nappes au niveau des gares.

En effet, étant donnée la dimension réduite des ouvrages par rapport à celles des aquifères, l'impact attendu des nouveaux ouvrages à créer pour Eole est limité à une zone proche des ouvrages eux-mêmes.

Par contre, un affinement vertical et horizontal du maillage est nécessaire pour la prise en compte de la géométrie du tunnel, et une plus grande extension conduirait à un maillage beaucoup trop lourd pour effectuer les calculs de charges hydrauliques demandés.

Par rapport au modèle utilisé pour les rabattements de nappes, les Fausses Glaises et les Sables d'Auteuil ont été ajoutés car ces formations sont traversées par le tunnel, et par les parois moulées autour de la nouvelle gare à Porte Maillot.

Pour chaque formation traversée par le tracé du tunnel Eole, une couche a été ajoutée afin de prendre en compte la présence du tunnel dans la formation. Au final, un modèle à 18 couches est utilisé.

Les valeurs des perméabilités des différentes formations géologiques prises en compte dans le modèle ont été prises identiques à celles du modèle calé pour le rabattement de nappe.

²⁶ Pour rappel, **aucun rabattement de nappe n'est prévu sur l'ensemble du projet EOLE en phase exploitation**. Seules les eaux réussissant à s'infiltrer à travers les parois des ouvrages souterrains sont concernées.

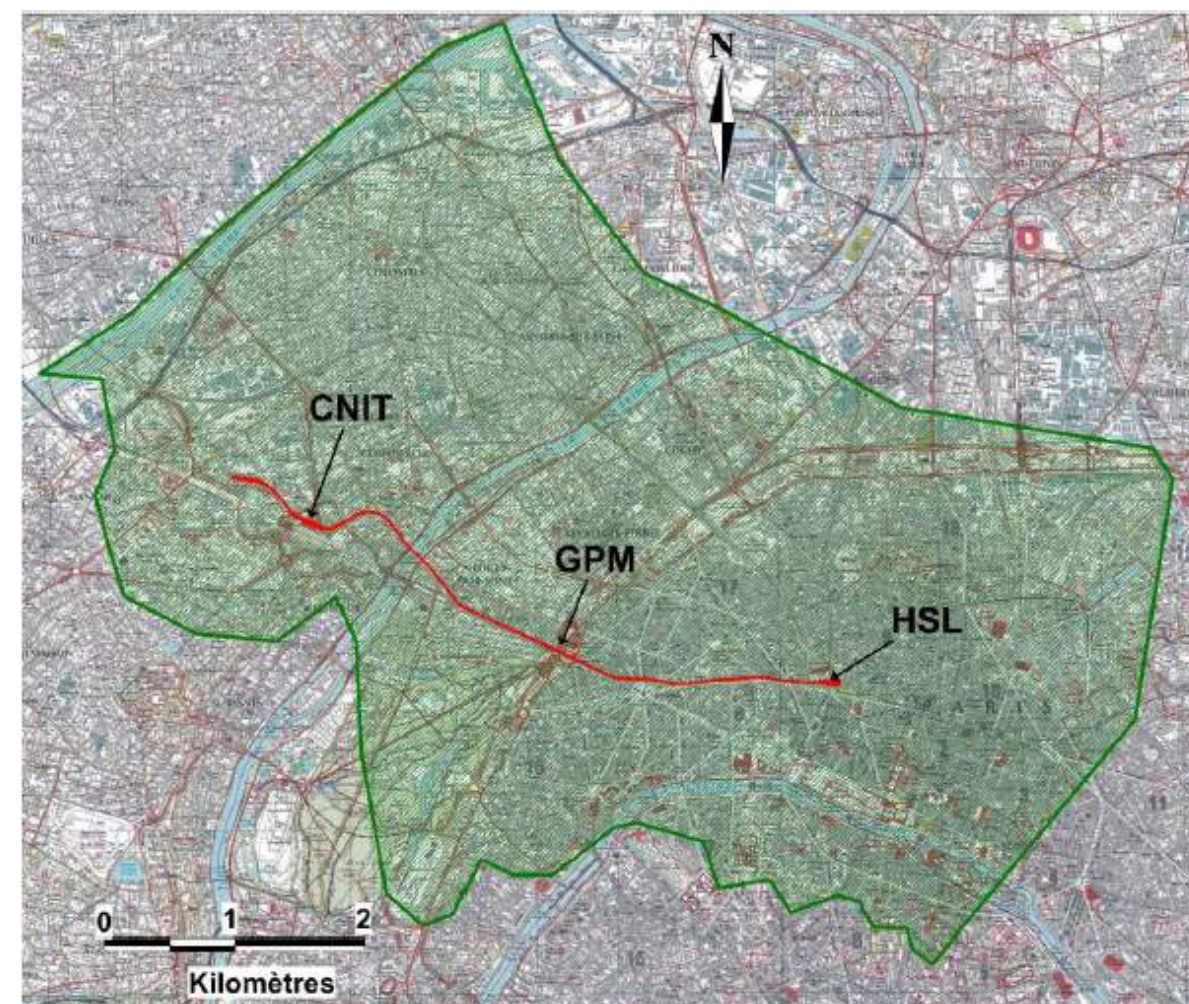


Figure 86 : Extension du second modèle pour l'étude de l'effet barrage – source : SED

B- Effet sur les écoulements souterrains

La modélisation mise en œuvre a permis de produire une cartographie des rabattements générés par la présence de nouvelles infrastructures souterraines pour les nappes du Calcaire Grossier et des Sables de Cuise.

Les figures suivantes illustrent ces résultats, exprimés en centimètres.

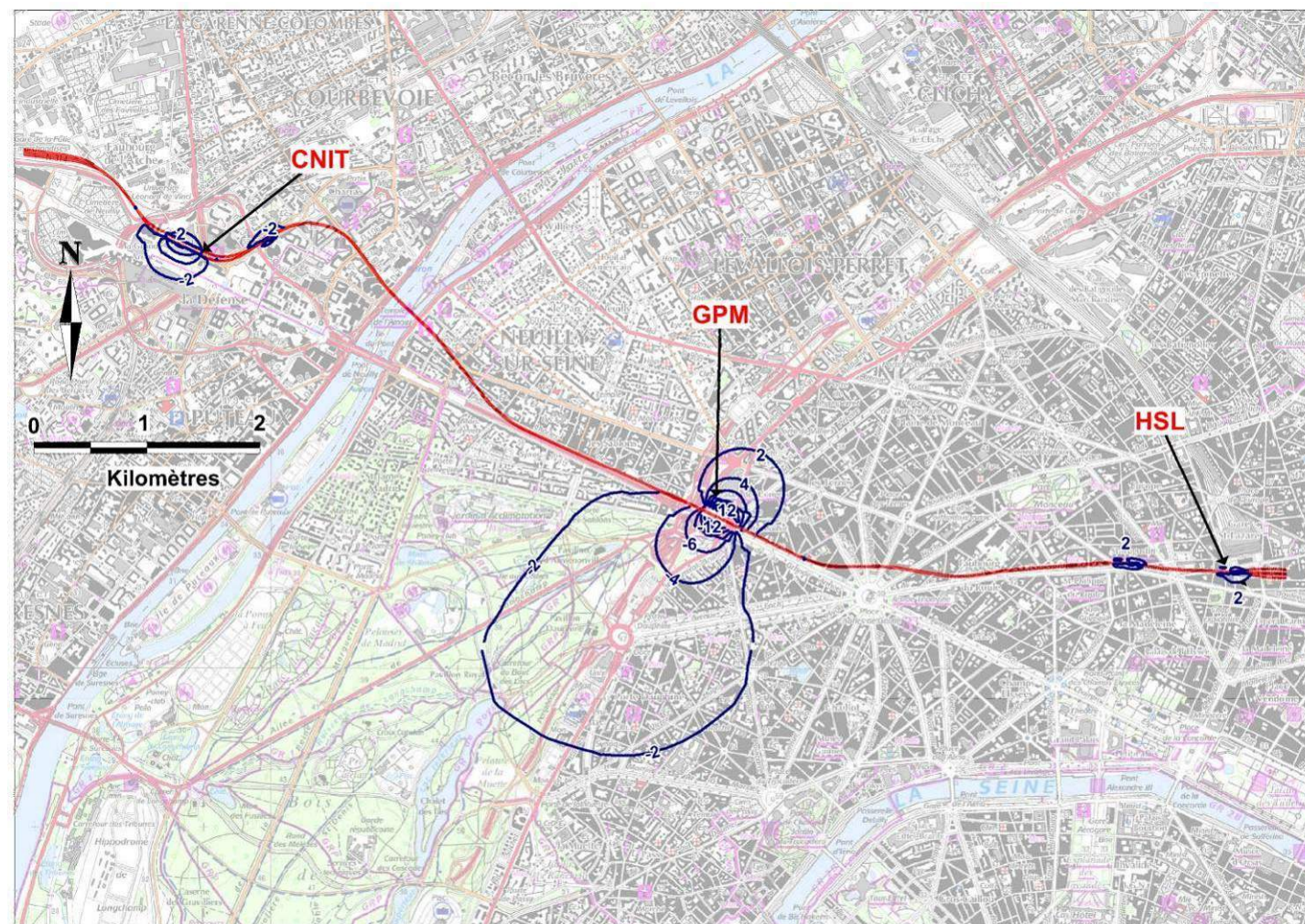


Figure 87 : Impact de la présence du tunnel et des gares - Courbes d'isorabattements (en cm) simulés dans les Calcaires Grossiers – source : SED
(Positif = diminution des niveaux piézométriques, Négatif = augmentation des niveaux piézométriques)

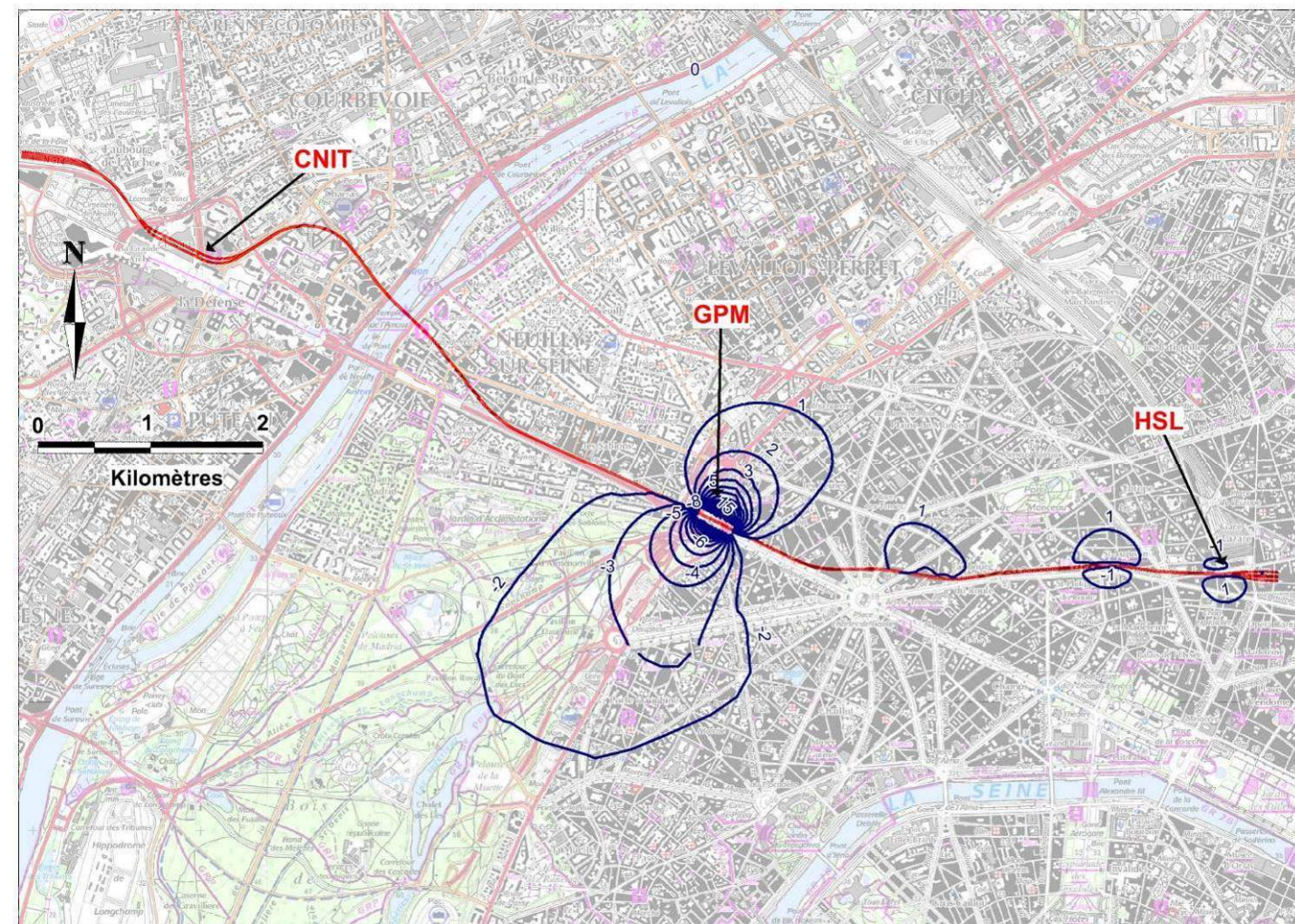


Figure 88 : Impact de la présence du tunnel - Courbes d'isorabattements (en cm) simulés dans les Sables de Cuise – source : SED
(Positif = diminution des niveaux piézométriques, Négatif = augmentation des niveaux piézométriques)

Ces illustrations mettent en évidence les effets des ouvrages souterrains sur les écoulements :

- ◆ Pour les deux formations, **les rabattements simulés sont maximums autour de la gare de Porte Maillot**. En particulier des **diminutions du niveau d'eau de la nappe des Sables de Cuise atteignant 15 cm sont attendues au Sud de la gare**. Ceci s'explique par le fait que la paroi moulée de Porte Maillot descend jusqu'au toit des Argiles Plastiques (horizon imperméable) et **constitue donc un écran aux écoulements** sur une largeur d'une centaine de mètres.
- ◆ Autour du CNIT, des évolutions de l'ordre de quelques centimètres sont attendues dans le Calcaire Grossier, mais pas dans les Sables de Cuise en raison de la plus faible profondeur de l'ouvrage. Ces rabattements restent inférieurs à 10 cm en valeur absolue.
- ◆ Autour de l'entonnement d'Haussmann-Saint-Lazare et du tunnel, les rabattements sont très faibles pour les deux nappes, de l'ordre du centimètre.
- ◆ Sur le reste de l'infrastructure souterraine, les rabattements résultants d'un effet de barrage sont quasi nuls.

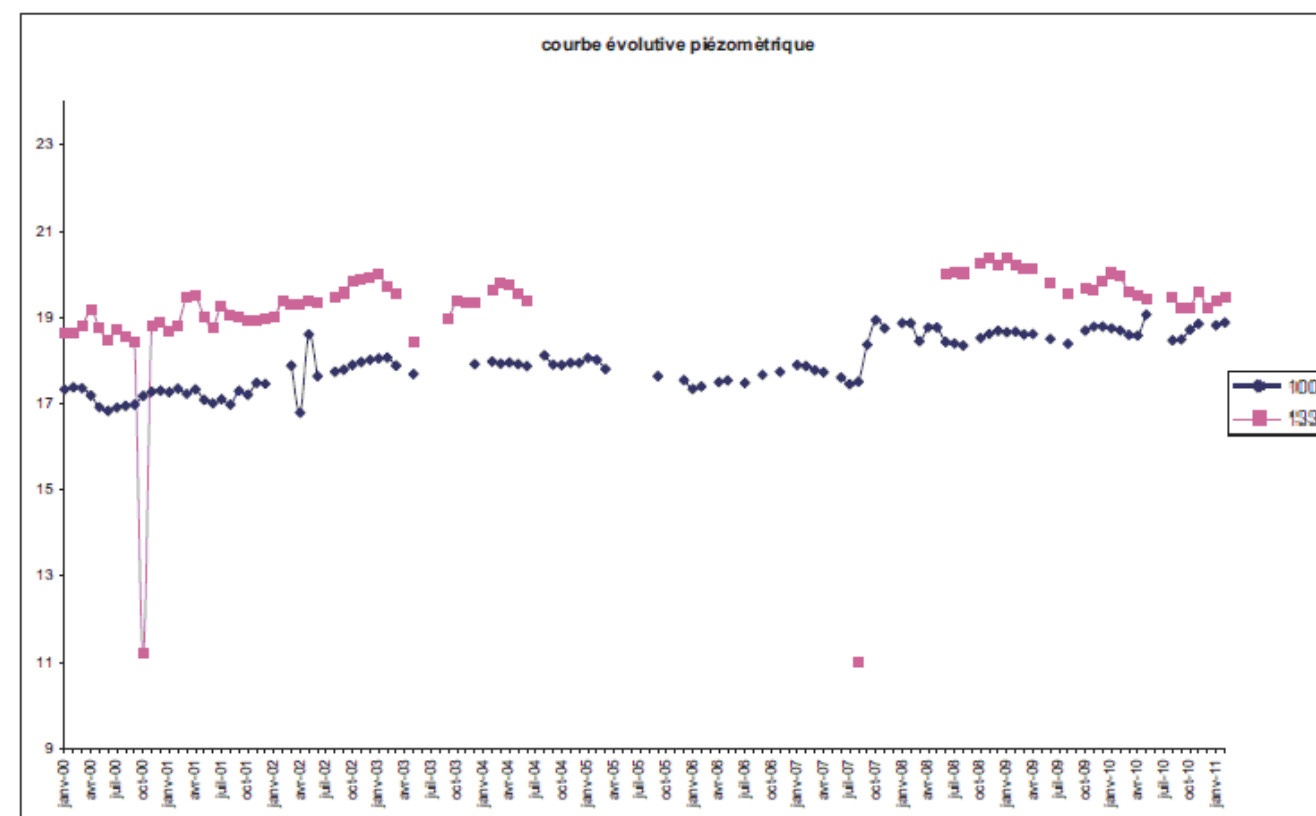
Afin d'analyser les incidences, les évolutions de niveau de nappe attendues en phase exploitation sont à comparer avec les variations piézométriques naturelles de la nappe, et des rabattements induits par les pompages existant déjà au droit de Paris.

Les figures ci-après montrent les variations observées sur des ouvrages proches de l'entonnement

Inspection générale des carrières

27/02/2012

100: Madeleine et 133: Capucines



à partir de janvier 2000

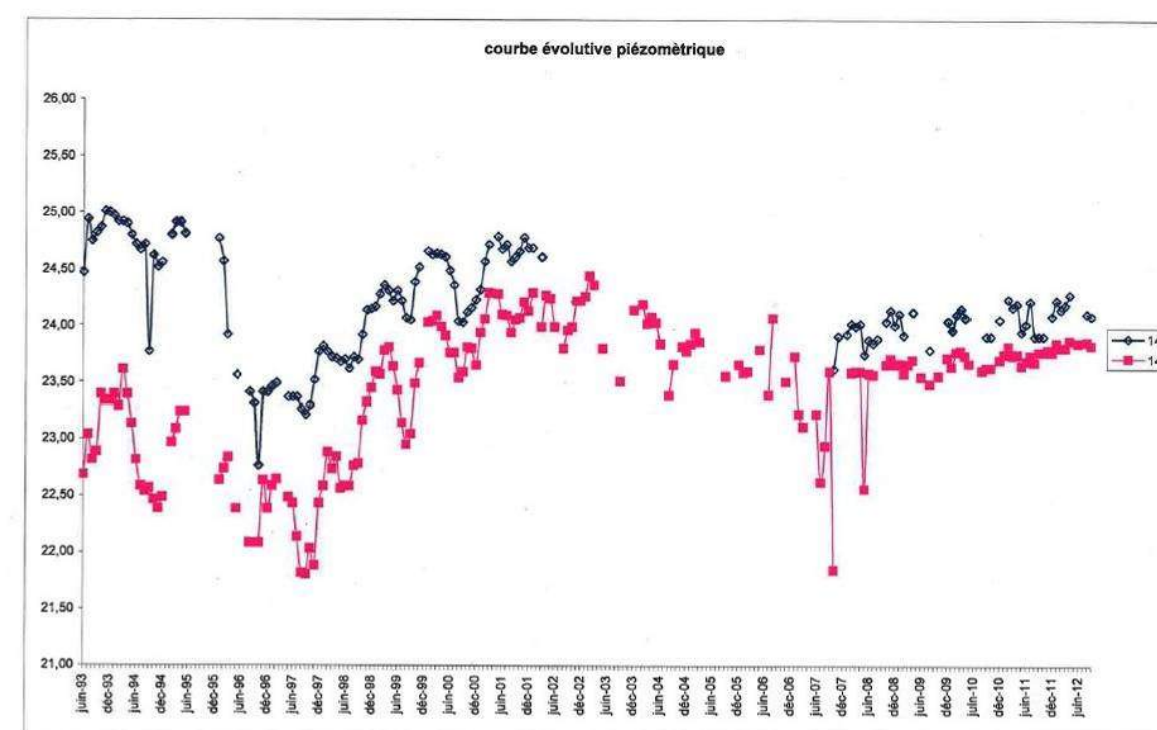
IGC copyright

Figure 89 : Évolution du niveau du complexe nappe des alluvions + Lutétien (IGC n°100) et de la nappe du Calcaire Grossier (IGC n°133) de janvier 2000 à janvier 2011 – niveaux piézométriques en m NG (source : IGC)

Inspection générale des Carrières

05/10/2012

place Saint Ferdinand



IGC copyright

Figure 90 : Évolution du niveau de la nappe du Calcaire Grossier (IGC142) et Sables de Cuise (IGC143) entre juin 1993 et juin 2012 – niveaux piézométriques en m NG (source : IGC)

Ces figures mettent en évidence que les impacts attendus des ouvrages souterrains sur les niveaux de nappe (au maximum 15 cm) sont limités au regard des variations annuelles naturelles de la nappe.

A la vue des effets des infrastructures souterraines sur les écoulements, aucune mesure complémentaire n'est nécessaire.

Le suivi piézométrique de longue durée disponible auprès de l'Inspection Générale des Carrières montre une variation saisonnière de l'ordre de 30 à 50 cm pour la nappe des Calcaires Grossiers du Lutétien, et de l'ordre de 50 cm pour la nappe des sables de Cuise de l'Yprésien.

L'incidence de la future structure souterraine sur les écoulements est donc limitée au regard des variations piézométriques naturelles de la nappe, et des rabattements induits par les pompages existant déjà au droit de Paris.

2.1.2.3 **Prélèvement d'eau souterraine par infiltration dans la future infrastructure souterraine entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre**

Le futur tunnel (comprenant les ouvrages associés tels que les puits d'accès/ventilation) et les deux nouvelles gares souterraines de Porte Maillot et du CNIT-La Défense sont des ouvrages relativement étanches. Toutefois, il n'est jamais possible de garantir une étanchéité parfaite de telles structures. Aussi, des infiltrations d'eau depuis la nappe vers le cœur de l'ouvrage auront lieu. Comme présenté dans le tome 1, il est prévu de rejeter les eaux ainsi collectées au réseau, notamment pour des raisons de qualité des eaux collectées. Ces rejets seront faits en concertation et après accord des gestionnaires d'assainissement.

La présence des infrastructures souterraines représentent donc un prélèvement permanent dans les eaux souterraines. Les débits estimés pour ce prélèvement sont basés sur des hypothèses d'étanchéité :

- ◆ Un débit de fuite de 0,5 L /m²/jour pour l'entonnement Haussmann Saint-Lazare, le tunnel, la tranchée couverte et les puits.
- ◆ Un débit de fuite de 1 L/m²/jour pour les eaux provenant du tunnel à la traversée des gares.

A partir de ces hypothèses, il est possible d'estimer le débit s'infiltrant sur l'ensemble du linéaire du tunnel. Les valeurs par secteur sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 27 : Volume d'eau souterraine s'infiltrant dans la future infrastructure souterraine.

Tronçon	N°	Côté Nanterre	tranchée ouverte		tranchée couverte	Gare CNIT (tunnel)	tunnel				Gare Maillot (tunnel)	tunnel				entonnement nouveau	arrière-gare existante	Gare HSL (tunnel)	tunnel
		-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	-	-	-	-
Débit infiltration	(L/s)		0	0	0,08	0,13	0,36	0,28	0,15	0,14	0,29	0,10	0,04	0,02	NC	NC	NC	NC	NC
	(m³/h)		0	0	0,30	0,47	1,31	1,02	0,54	0,50	1,03	0,37	0,14	0,07	NC	NC	NC	NC	NC

Le débit total estimé prélevé dans la nappe par la future infrastructure souterraine est d'environ **5,75 m³/h**. Ces eaux seront collectées par le système de drainage du tunnel et rejetées vers les réseaux d'assainissement communaux après concertation et accord des gestionnaires d'assainissement.

En phase exploitation, la présence des ouvrages souterrains entraine un prélèvement permanent en nappe estimable à **5,75 m³/h, soit environ 50 000 m³/an** dus à l'infiltration des eaux au travers des parois de la nouvelle infrastructure souterraine. Ces eaux seront rejetées dans le réseau d'assainissement. Les prélèvements anthropiques dans la nappe du Lutétien/Yprésien dans le bassin de la Seine sont estimés à environ 41 millions de m³/an²⁷, le volume d'eau s'infiltrant dans la structure représentera donc environ 0,12% des prélèvements annuels.

2.1.2.4 **Synthèse des effets sur la piézométrie et les écoulements souterrains en phase exploitation**

En phase d'exploitation, une incidence très faible et très localisé du projet sur la piézométrie est attendue :

Bien qu'aucun rabattement de nappe ne soit maintenu, la création d'une nouvelle infrastructure étanche au sein de la nappe jouera un rôle de barrière vis-à-vis de l'écoulement des eaux (effet barrage). Cet effet a été modélisé et les résultats montrent une augmentation de la piézométrie maximale de l'ordre d'une dizaine de centimètres localisée aux abords immédiats de la future gare Maillot. Cette variation très localisée n'entraînera pas d'incidence notable au vu de la variation saisonnière de la nappe d'environ 50 cm.

Enfin les prélèvements résiduels dans la nappe liés à l'infiltration des eaux à travers les parois de la nouvelle infrastructure souterraine seront très faibles (environ 5,75m³/h, soit environ 50 000m³/an) et répartis sur toute la longueur de l'ouvrage (environ 8km). A titre de comparaison, les prélèvements anthropiques dans la nappe du Lutétien/Yprésien dans le bassin de la Seine sont estimés à environ 41 millions de m³/an.

L'incidence du projet sur la piézométrie en phase d'exploitation peut donc être considéré comme très faible.

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Au regard de l'incidence du projet, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est envisagée.

²⁷ Source : « Explore 2070, Eau et changement climatique - Hydrologie souterraine, Bassin de la Seine» BRGM, ARMINES. Octobre 2012.

2.2 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES ET MESURES ASSOCIEES

La qualité des eaux souterraines peut être impactée par :

- ♦ une **pollution accidentelle** affectant le sol ou le sous-sol, les polluants pouvant migrer vers les nappes.
- ♦ la **réalisation de travaux impactant le sous sol** (injections, fondations profondes...)
- ♦ une **migration de polluants** depuis la nappe superficielle vers la nappe des Sables de Cuise lors de la mise en place du rabattement de nappe.

Dans le cadre du projet de prolongement du RER E à l'ouest, certaines opérations sont susceptibles d'avoir des incidences sur les aspects qualitatifs des eaux souterraines en phase chantier comme en phase exploitation. Les paragraphes suivants présentent l'analyse des incidences du projet pour chacune de ces phases.

2.2.1 En phase travaux

2.2.1.1 Synthèse des travaux ayant un effet sur la qualité

En phase travaux, les opérations pouvant avoir une incidence sur la qualité des eaux souterraines sont :

- ♦ Toutes les opérations, pour ce qui est des pollutions accidentelles : **ce risque étant commun avec le risque de pollution des eaux superficielles par ruissellement, il est traité au chapitre dédié au risque de pollution des eaux superficielles (3.2.1.4) ;**
- ♦ Les travaux impliquant l'apport de matériaux exogènes dans le sous-sol nécessaires aux fondations des ouvrages :
 - La mise en place de pieux ou micropieux au droit de tous les futurs ouvrages d'art (mur de soutènement, piles de pont...) pour réaliser des fondations profondes;
 - Le traitement des sols par jet-grouting avant creusement au droit de la future infrastructure souterraine entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre ;
 - La réalisation d'injections de confortement du sous-sol au droit de la future infrastructure souterraine entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre et au droit du terminus technique de Rosa Parks.
- ♦ Les opérations de rabattement de nappe au droit de la future infrastructure souterraine entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre par un effet de drainance de la nappe alluviale, vulnérable aux pollutions de surface.
- ♦ Un entraînement de substances polluantes vers le sous-sol via les puits Pasquier et Abreuvoir, situés en zone inondable, dans le cas de leur submersion.

Les paragraphes suivants proposent une analyse de l'incidence de ces différentes opérations.

2.2.1.2 Effet des travaux réalisés dans le sol ou le sous-sol et mesures associées

A- Effets de l'opération

De nombreux travaux seront réalisés directement dans le sous-sol, on dénote ainsi :

- ♦ Les travaux de consolidation des cavités par injection de ciment au droit du futur terminus technique de Rosa Parks ;
- ♦ Les travaux de stabilisation et de réduction de perméabilité du sous-sol par injection et jet-grouting pour la réalisation du tunnel et des gares ainsi que la mise en place de panneaux de boue bentonitique pour la réalisation de parois moulées des puits et de la gare Porte Maillot ;
- ♦ Des injections de mousses ou de polymères sur le front d'excavation du tunnelier permettant de fluidifier les terrains ;
- ♦ La réalisation de fondations profondes (pieux, micropieux...) sous les différents ouvrages d'art (murs de soutènement, piles de pont, ...) et notamment au droit :
 - Des ouvrages d'art (pont-rail et mur de soutènement) du terminus technique de Rosa Parks ;
 - De la base Seine du Port Fluvial à Courbevoie ;
 - Des transformateurs de la sous-station électrique de Lamorue à Nanterre.
- ♦ Le remblaiement des zones de terrassement sur l'ensemble du tracé.

Ces travaux impliquent l'apport **de matériaux exogènes directement dans le sol ou le sous-sol** et pouvant ainsi avoir un impact qualitatif sur la ressource en eau soit par un contact direct avec les nappes, soit par infiltration des eaux pluviales vers la nappe à travers ces matériaux.

B- Mesures d'évitement et de réduction des effets des travaux touchant le sol et le sous-sol

Plusieurs mesures seront mises en place afin d'éviter ou de réduire les incidences :

- ♦ La consolidation des cavités au regard du risque gypse, le confortement des terrains et la réalisation de fondations profondes se feront à partir de **matériaux inertes** afin d'éviter toute pollution des eaux souterraines. Le choix de ces matériaux sera sous la responsabilité de l'entreprise en charge des travaux, sous réserve :
 - De la conformité avec la législation en matière d'environnement,
 - Que ces produits soient non polluants et compatibles avec le milieu environnant (gypse, eaux sulfatées).
- ♦ Ces matériaux pourront être de plusieurs types et devront impérativement respecter la norme NF EN 12715 relative aux travaux d'injection. Dans tous les cas, ils seront soumis à l'agrément du maître d'œuvre.
- ♦ Les terres utilisées pour remblayer les zones terrassées seront issues de filières adaptées, **non polluées**.

Les mesures ainsi prises et les contrôles associés doivent permettre que l'incidence des travaux réalisés dans le sol et le sous-sol sur la qualité des eaux souterraines reste négligeable.

2.2.1.3 Effet d'une migration de polluants depuis les nappes superficielles vers les nappes du Lutétien/Yprésien et mesures associées

A- Effets de l'opération

La mise en place d'un rabattement de nappe entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre va entraîner une modification des écoulements pouvant entraîner une migration des polluants des couches superficielles (les plus vulnérables) vers les nappes plus profondes du Lutétien/Yprésien.

Un calcul des trajectoires inverses a été effectué en régime permanent afin d'estimer les zones d'appel des forages de rabattement et les temps de parcours des molécules d'eau (convection pure) (cf. figure ci-après).

On constate que les **forages de rabattement des secteurs de la Gare Porte Maillot et de la Défense sont largement alimentés par la Seine**. Une partie de l'eau alimentant les forages d'Haussmann-Saint-Lazare proviennent également de la Seine au niveau du jardin des Tuileries.

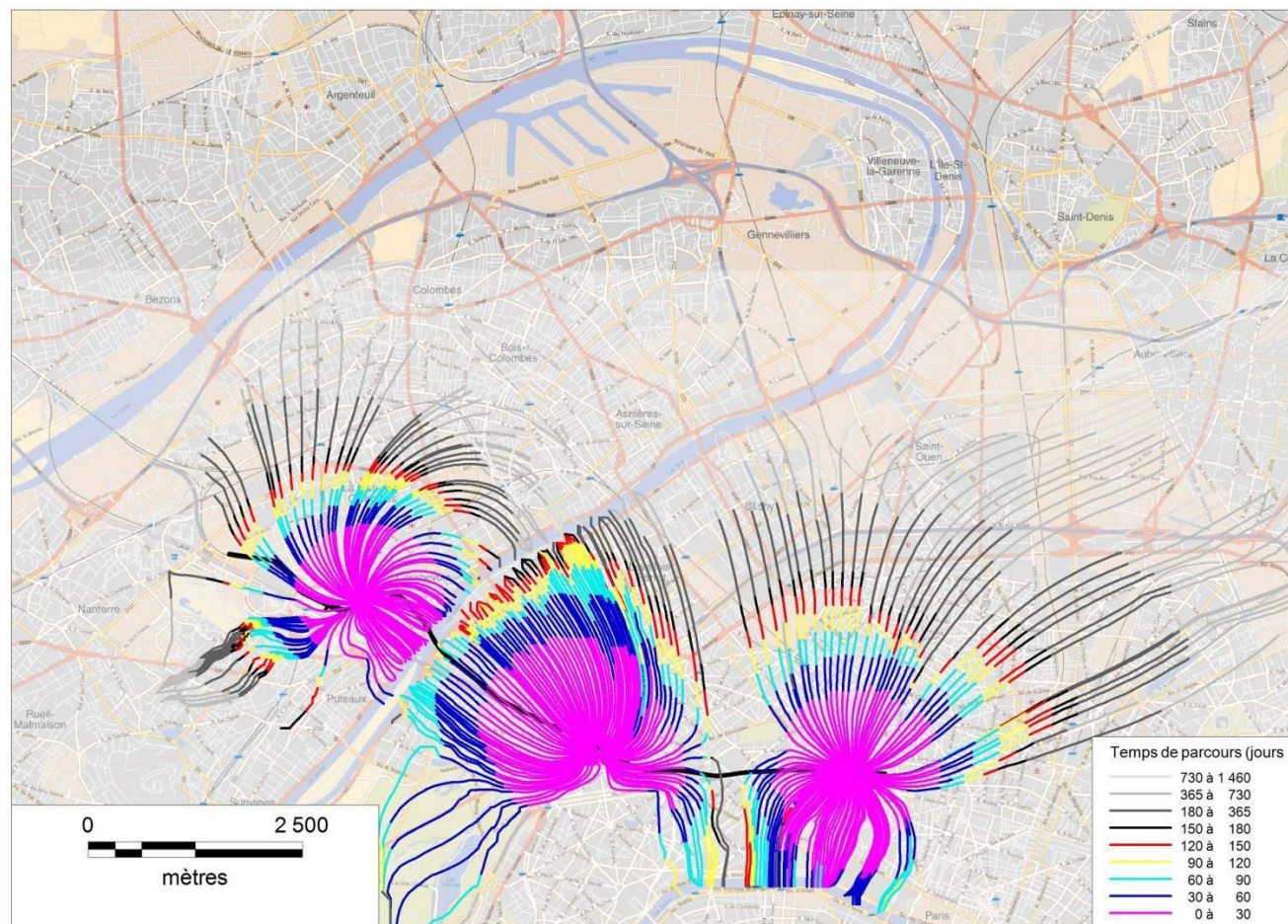


Figure 91 : Temps de parcours des molécules d'eau – source : SED

Dans le cas d'une pollution, il est à noter que le transport de polluant en milieu poreux est complexe et d'autres phénomènes, autre que le simple transport par convection (entraînement par les molécules d'eau) influencent les vitesses réelles d'un polluant et les temps d'arrivée d'une pollution :

- ♦ La diffusion moléculaire : il s'agit du phénomène physique lié à l'agitation moléculaire : dans un fluide au repos, le mouvement brownien (mouvement aléatoire) envoie des particules dans toutes les directions de l'espace. Si la concentration de polluant n'est pas homogène, le transfert de particules s'effectuera des zones à concentration élevée vers les zones à faible concentration ;

- ♦ La dispersion cinématique ; c'est un phénomène de mélange lié à l'hétérogénéité des vitesses microscopiques :
 - à l'intérieur d'un même pore, la répartition n'est pas homogène et la propagation des éléments s'effectuera dans l'axe des pores, d'où un étalement progressif des éléments transportés ;
 - de pore à pore, la différence des ouvertures et des longueurs de trajets implique une différence de vitesse de transport : les fluides passant par chacun des chemins se mélangent et engendrent une dilution de la concentration ;
 - la stratification éventuelle du milieu ou tout élément tel que lentilles, intercalations, zones fissurées introduit de la même façon une hétérogénéité des vitesses et un étalement dans l'espace des éléments transportés par le fluide.
- ♦ Les phénomènes d'adsorption/désorption : phénomène relatif à l'éventuel échange de composé entre solide et liquide. Ce phénomène qui retarde la migration du contaminant, est un processus réversible, ce qui signifie qu'un contaminant peut être désorbé et par la suite remobilisé. L'adsorption fait intervenir le coefficient de partition phase liquide/phase solide (K_d).

B- Mesures

Afin de limiter au maximum le recours à un rabattement de nappe, la majeure partie du tunnel sera creusé à l'aide d'un tunnelier permettant de réaliser l'étanchement de la structure à l'avancement. De plus la réalisation des puits se fera par une technique de paroi moulée, adaptée à la réalisation d'ouvrages souterrains dans un contexte de venue d'eau.

Ces choix de techniques permettent de limiter les besoins de rabattement de nappe à l'entonnement Haussmann Saint-Lazare et à la réalisation des gares Maillot et La Défense.

Il conviendra donc durant la durée des pompages de rabattement d'effectuer des analyses régulières afin de vérifier la qualité des eaux pompées. Des analyses devant être réalisées pour le suivi du rejet des eaux d'exhaure en Seine, la liste des éléments suivis, la fréquence des prélèvements et les mesures en cas de constat d'une pollution des eaux sont détaillées au chapitre 3.2.1.2. Pour mémoire, la qualité des eaux de la Seine est rappelée au chapitre 1.3.4.

Le rabattement de nappe ne pourra pas être interrompu pour des raisons de sécurité.

2.2.1.4 Risques associés à la submersion des puits Pasquier et Abreuvoir et mesures associées

A- Effets de l'opération

Deux puits sont localisés en zone inondable : les puits Pasquier et Abreuvoir. Ils sont tous deux nécessaires à la réalisation des travaux de la nouvelle infrastructure souterraine. En cas de submersion de ces puits, les eaux superficielles peuvent entraîner des matières ou substances toxiques ou polluantes stockées sur site, au d'autres sources de pollution au-delà du chantier. Les eaux en crue peuvent également altérer les installations aériennes et souterraines.

♦ Le puits Pasquier

Il sert de puits travaux pour la réalisation de l'entonnement Haussmann-Saint-Lazare, il servira ensuite de puits d'accès des secours. Au droit de ce site, la cote de référence des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) est de **33,20 m NGF**.

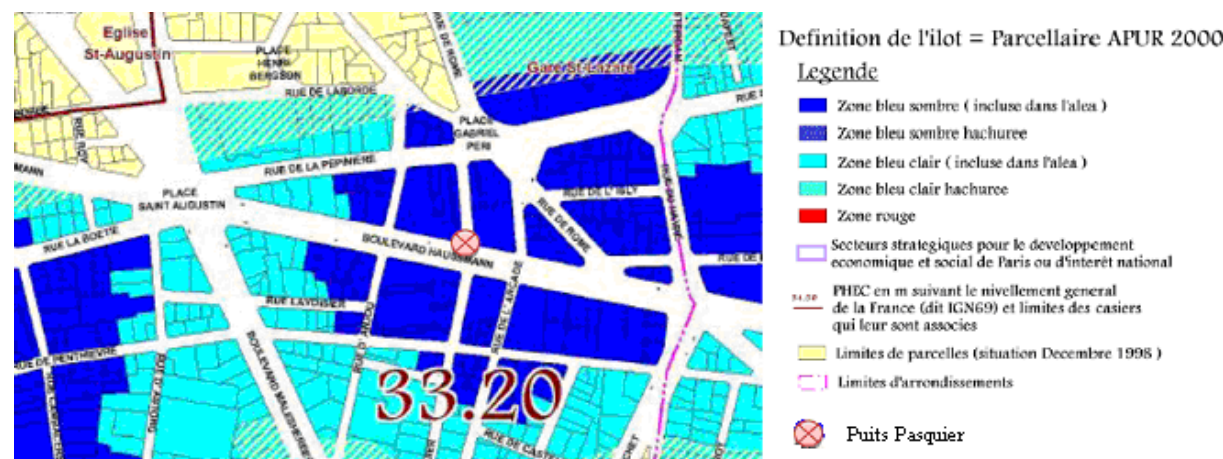


Figure 92 : Localisation du puits Pasquier vis-à-vis du risque inondation – extrait du PPRI de Paris

La figure ci-dessous présente une coupe de l'ouvrage indiquant notamment la cote du « terrain naturel » à laquelle il se situe. Elle est comprise entre **31,53 et 31,75 m NGF**. Au regard des PHEC, on pourrait atteindre des niveaux de submersion de l'ordre de **1,45 à 1,67 m** (selon l'endroit considéré) au niveau du puits.

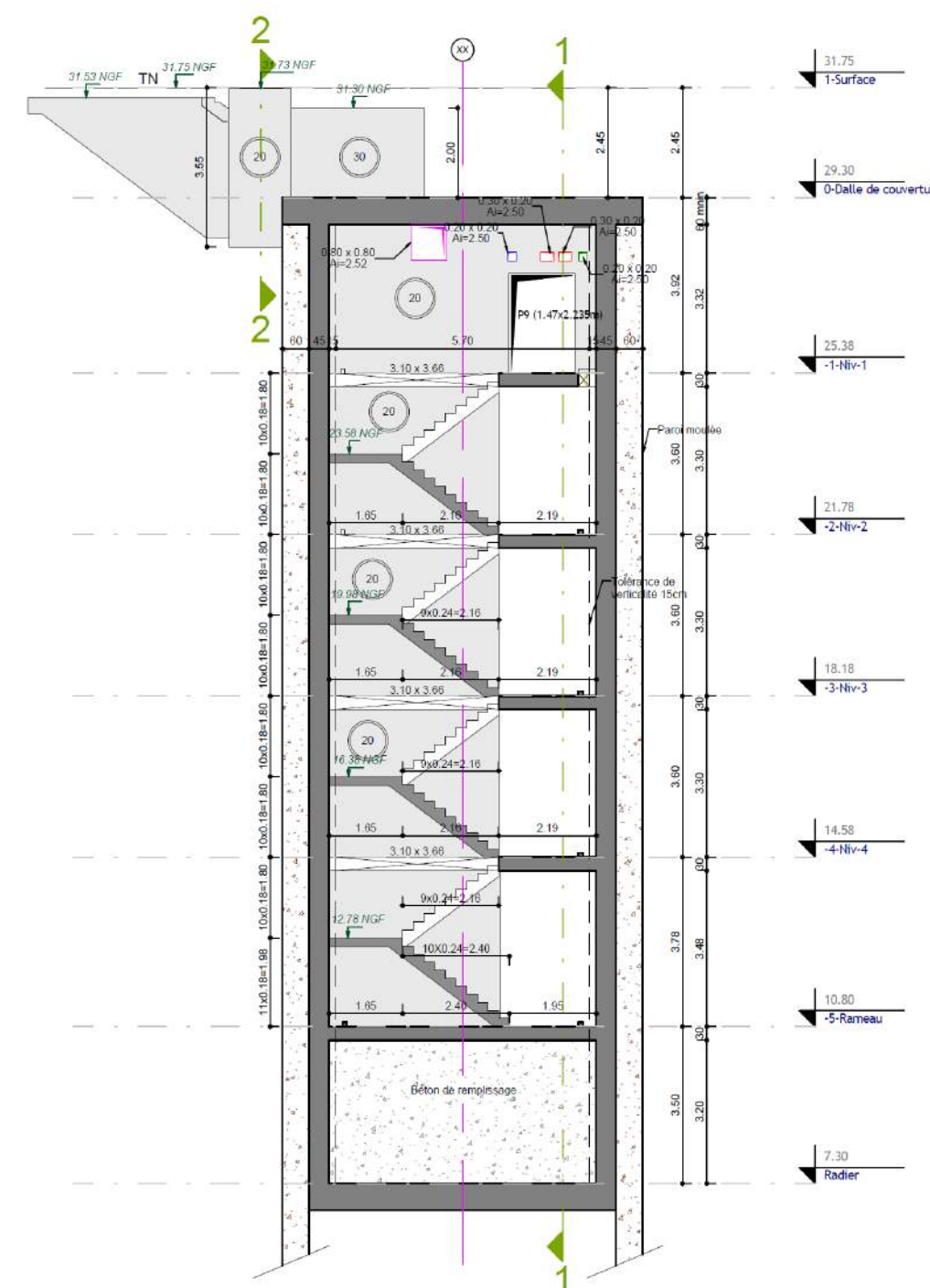


Figure 93 : coupe du puits Pasquier - source SED

◆ Le puits Abreuvoir

Il est relié au port fluvial et servira de puits de ravitaillement pour le tunnel creusé au tunnelier. Il servira ensuite de puits d'accès des secours. Au droit de ce site, la cote des Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) est de **30,35 m NGF**.

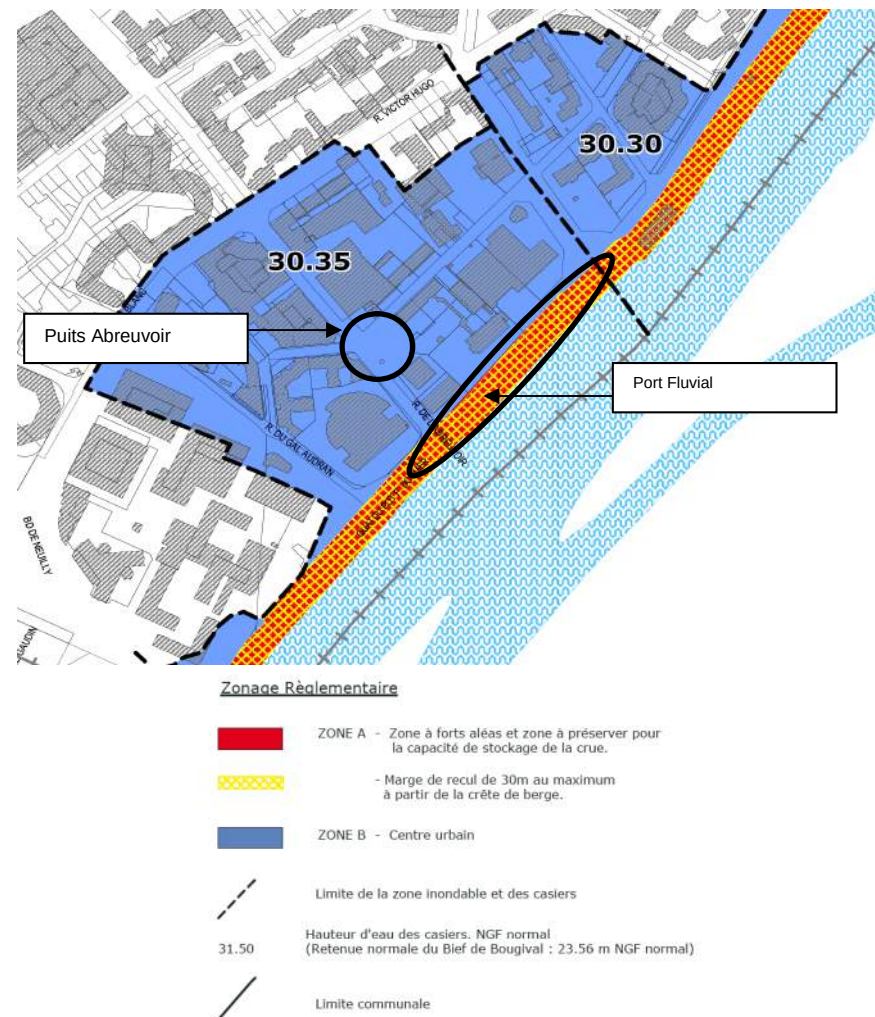


Figure 94 : Extrait de la carte du PPRI des Hauts de Seine à Courbevoie – Localisation du puits Abreuvoir

La figure ci-dessous présente une coupe de l'ouvrage indiquant notamment la cote du « terrain naturel » à laquelle il se situe. Elle se situe aux alentours de la cote **29,58 m NGF**. Au regard des PHEC, on pourrait atteindre des niveaux de submersion de l'ordre de **0,77 m** au niveau du puits.

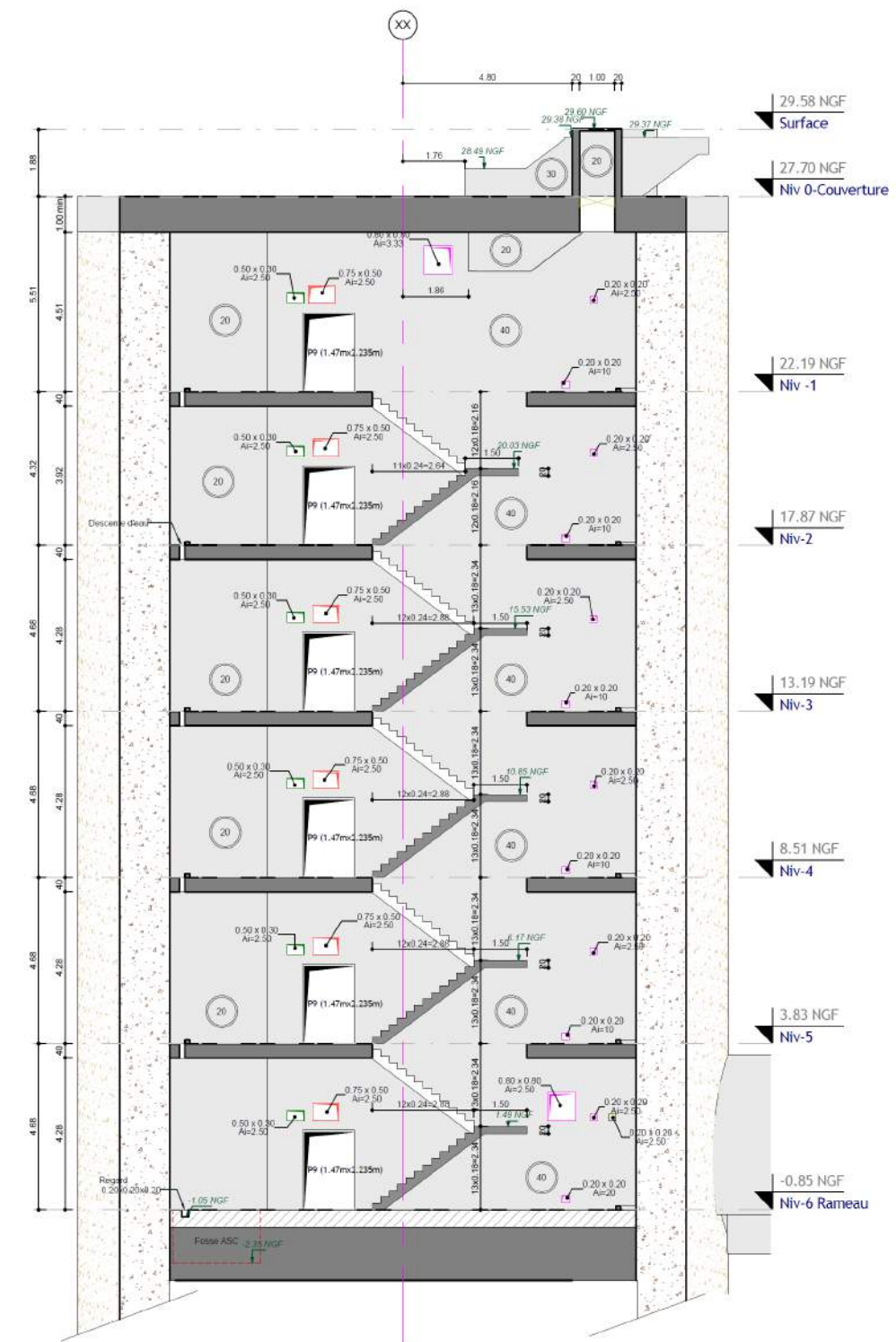


Figure 95 : coupe du puits Abreuvoir - source SED

B- Mesures

Pour éviter les risques en cas d'inondation, il sera mis en place :

- ♦ Une veille météo et surveillance du niveau de la Seine ;
- ♦ Un retrait préventif des produits et installations pouvant être déplacées en cas d'alerte de crue ;
- ♦ Un stockage préventif des produits et installations hors d'eau, ainsi que l'étanchéité et l'arrimage des produits et installations ne pouvant être déplacées ;
- ♦ Le ceinturage du puits Pasquier par **un mur de 2 m de haut**, atteignant ainsi une protection **jusqu'à la cote 33,75 m NGF** (PHEC : 33.20 m NGF). Ce mur sera en appui sur les parois moulées et empêchera l'eau de s'engouffrer au sein de la structure en cas de crue centennale.
- ♦ Le ceinturage du puits Abreuvoir par **un mur de 1,5 m de haut**, atteignant ainsi une protection **jusqu'à la cote 31,08 m NGF** (PHEC : 30,35 m NGF). Ce mur sera en appui sur les parois moulées et empêchera l'eau de s'engouffrer au sein de la structure en cas de crue centennale.

A noter que la mise en place de ces murs ne constituent pas des remblais à compenser au titre de la Loi sur l'Eau et des PPRI car ils représentent des surfaces inférieures à 400 m² :

- ♦ Le puits Pasquier est un puits rectangulaire d'environ 9m x10m : soit 90m²
- ♦ Le puits Abreuvoir est un puits circulaire de 16m de diamètre, soit 201m²

Les crues de la Seine étant des crues lentes, elles peuvent être anticipées. Les mesures de sécurité présentées précédemment permettront de limiter considérablement les risques associés à l'inondation en cas de submersion.

**2.2.1.5
travaux****Synthèse des incidences sur la qualité des eaux souterraines en phase**

En phase travaux, le fonctionnement normal des installations aura une incidence faible sur la qualité des eaux souterraines.

Aucun rejet dans les eaux souterraines ne sera réalisé, limitant ainsi tout risque de pollution des eaux.

Les matériaux exogènes utilisés pour la réalisation des travaux dans le sous-sol (traitement des terrains, fondations profondes...) **seront conformes avec la législation en matière d'environnement, non-polluants et compatibles avec le milieu environnant.**

Deux puits d'accès au tunnel sont situés en zone inondable et peuvent entraîner un risque de pollution dans le sous-sol en cas de submersion des puits par des eaux potentiellement polluées. Des mesures sont mises en œuvre pour maîtriser ce risque (cf. ci-dessous).

Un risque de pollution accidentelle du sol ou du sous-sol pouvant rejoindre la nappe est susceptible de dégrader la qualité des eaux souterraines (fuite d'huiles ou de carburant, renversement de produits polluants...). **Ce risque correspond à un fonctionnement anormal des installations. Il reste exceptionnel et est maîtrisé par la mise en œuvre des mesures préventives décrites ci-après.**

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Un suivi de la qualité des eaux pompées au droit des secteurs d'Haussmann Saint-Lazare, de la Gare Maillot et de la Défense sera réalisé afin de suivre l'évolution de la qualité des eaux et mettre en place, au besoin, un système de traitement des eaux.

Les deux puits d'accès seront ceinturés en phase travaux par un mur étanche s'élevant au-dessus des Plus Hautes Eaux Connues, empêchant ainsi toute contamination du sous-sol par pénétration d'eau potentiellement polluée.

Le risque de pollution **accidentelle du sol ou du sous-sol pouvant rejoindre la nappe sera anticipé**, et toutes les mesures de prévention et d'intervention seront mises en place pendant les chantiers afin de limiter au maximum l'incidence d'une telle pollution accidentelle pour **la rendre négligeable** (cf. Pièce 5).

2.2.2 En phase exploitation

2.2.2.1 Synthèse des opérations ayant un effet sur la qualité des eaux souterraines

En phase exploitation, les opérations pouvant avoir une incidence sur la qualité des eaux souterraines sont :

- ♦ Toutes les opérations, pour ce qui est des pollutions accidentelles : **ce risque étant commun avec le risque de pollution des eaux superficielles par ruissellement, il est traité au chapitre dédié au risque de pollution des eaux superficielles (3.2.1.4) ;**
- ♦ Un entraînement de substances polluantes vers le sous-sol via les puits Pasquier et Abreuvoir, situés en zone inondable, dans le cas de leur submersion.

2.2.2.2 Risques associés à la submersion des puits Pasquier et Abreuvoir et mesures associées

A- Effets de l'opération

Deux puits sont localisés en zone inondable : les puits Pasquier et Abreuvoir. Ils sont tous deux nécessaires à la réalisation des travaux de la nouvelle infrastructure souterraine. En cas de submersion de ces puits, les eaux superficielles peuvent entraîner des matières ou substances toxiques ou polluantes stockées sur site. Les eaux en crue peuvent également altérer les installations aériennes et souterraines.

B- Mesures

Ces deux puits seront équipés d'un système de lutte contre l'inondation (portes et clapets d'aération étanche), qui seront actionnés en cas d'alerte de crue, empêchant ainsi toute infiltration d'eau superficielle.

Ainsi, pour éviter les risques en cas d'inondation, il sera mis en place une surveillance du niveau de la Seine afin d'intervenir à temps pour la protection des ouvrages.

Les crues de la Seine étant des crues lentes pouvant être anticipées, les mesures de sécurité présentées précédemment permettront de limiter considérablement les risques associés à l'inondation en cas de submersion.

2.2.2.3 Synthèse des incidences sur la qualité des eaux souterraines en phase exploitation

En phase exploitation, le fonctionnement normal des installations n'aura aucune incidence sur la qualité des eaux souterraines.

Aucun rejet dans les eaux souterraines ne sera réalisé, limitant ainsi tout risque de pollution des eaux.

Deux puits d'accès au tunnel sont situés en zone inondable et peuvent entraîner un risque de pollution dans le sous-sol en cas de submersion des puits par des eaux potentiellement pollués.

De plus, **seule la nouvelle infrastructure souterraine sera située au sein de la nappe**, or les eaux souterraines iront de l'extérieure de la structure vers l'intérieur (infiltration résiduelle) il n'y aura donc pas de risque de diffusion d'une pollution depuis cette infrastructure.

Seules des situations exceptionnelles (crue, accident) sont susceptibles de générer un risque de pollution. Ce risque est maîtrisé par la mise en œuvre des mesures décrites ci-après.

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Les deux puits seront équipés de système de lutte contre l'inondation (clapets et portes étanches) empêchant toute infiltration des eaux superficielles dans la nouvelle infrastructure souterraine.

Concernant, le risque de pollution **accidentelle du sol ou du sous-sol pouvant rejoindre la nappe, il sera anticipé**, et toutes les mesures de prévention et d'intervention seront mises en place pendant l'exploitation des infrastructures afin de limiter l'incidence d'une telle pollution accidentelle et **la rendre ainsi négligeable** (cf. Pièce 5).

3.Évaluation des Incidences sur les eaux superficielles

3.1 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES ECOULEMENTS SUPERFICIELS ET MESURES ASSOCIEES

Les écoulements superficiels peuvent être impactés par :

- ♦ Des prélèvements d'eau directement dans les eaux superficielles ;
- ♦ Des rejets vers les eaux superficielles, selon les débits rejetés ;
- ♦ La réalisation de travaux ou la mise en place d'ouvrages dans le lit mineur d'un cours d'eau pouvant entraîner une modification des écoulements ;
- ♦ La réalisation de travaux ou la mise en place d'ouvrages dans le lit majeur d'un cours d'eau pouvant entraîner une modification de l'expansion des crues.
- ♦ La réalisation de travaux ou la mise en place d'ouvrages entraînant une modification du ruissellement pluvial.

Dans le cadre du projet de prolongement du RER E à l'ouest, certaines opérations sont susceptibles d'avoir des incidences sur les aspects quantitatifs des eaux superficielles en phase chantier comme en phase exploitation. Les paragraphes suivants présentent l'analyse des incidences du projet pour chacune de ces phases.

3.1.1 En phase travaux

3.1.1.1 Synthèse des travaux ayant un effet sur les écoulements superficiels

Dans le cadre du projet Eole, les travaux susceptibles d'avoir une incidence sur les écoulements superficiels sont liés :

- ♦ A l'élargissement du Pont-rail du canal Saint-Denis suite à la mise en place d'une pile provisoire dans le canal ;
- ♦ A la création d'un port fluvial sur la Seine à Courbevoie dans le cadre des travaux du tunnel ;
- ♦ Aux rejets d'eaux souterraines dans la Seine liés à la réalisation d'un rabattement de nappe pour la création d'une nouvelle infrastructure souterraine entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre.
- ♦ Aux aménagements en surface, notamment ceux équipés d'un réseau de collecte des eaux pluviales, entraînant ainsi une modification du ruissellement.
- ♦ Aux installations de chantier qui ne pourront pas être évacuées durant la phase chantier.

A noter qu'aucun prélèvement n'est envisagé dans les eaux superficielles.

3.1.1.2 Effet des rejets des eaux d'exhaure liés aux opérations de rabattement de nappe

A- Effets de l'opération

La réalisation de l'entonnement Haussmann-Saint-Lazare et des gares souterraines Porte Maillot et CNIT-La Défense nécessite un rabattement de nappe.

La description du rabattement de nappe mis en place est détaillée dans le tome 1.

Quatre solutions de gestion des eaux pompées ont été étudiées :

- ♦ La réinjection en nappe ;
- ♦ Le rejet en Seine ;
- ♦ La réutilisation des eaux par l'industrie ou la ville ;
- ♦ Le rejet dans un réseau d'assainissement.

Plusieurs constats ont guidé le choix de l'exutoire des rejets des eaux d'exhaure :

- ♦ Les **difficultés techniques d'une réinjection dans le sous-sol** : dans le cas des rabattements de nappe nécessaires aux travaux de prolongement du RER, la réinjection en nappe est extrêmement complexe à réaliser en raison de la distance importante qu'il faudrait faire parcourir à l'eau pompée avant de pouvoir la réinjecter. En effet, la réinjection en nappe doit se faire en dehors du cône de rabattement généré par les pompages afin de ne pas constituer un circuit « fermé » en réalimentant constamment le secteur pompé. Le cône de rabattement induit par les différents pompages nécessaires au projet engendrerait la mise en place d'un linéaire de plus de huit kilomètres de canalisation dans un contexte urbain dense. Cette solution n'est donc pas retenue pour les travaux.
- ♦ Le **raccordement aux réseaux d'assainissement de la ville doit rester une solution « de dernier recours »**. En effet, il convient de privilégier un retour rapide au milieu autant que faire se peut. D'autre part, le rejet au réseau à Paris présente l'inconvénient d'augmenter les volumes d'eaux usées admis en traitement avec des eaux claires (cas des rejets dans un réseau unitaire).
- ♦ La **réutilisation des eaux par l'industrie ou la ville est complexe** en raison des importants volumes à absorber de manière continue pendant 4 à 4,5 ans. Toutefois, une solution de valorisation des eaux a été trouvée en partenariat avec le SICUDEF (Syndicat Mixte de Chauffage Urbain de la Défense) et son délégataire de service public : DALKIA-SUC, pour la réutilisation de la totalité des eaux extraites à La Défense afin de produire de l'eau glacée. Des utilisations pour le réseau d'eau non potable de la ville de Paris ont également été recherchées et pourront être mises en place ponctuellement.

Pour les eaux de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare et de la gare Maillot, la solution technique se porte vers un rejet en Seine, cette solution permettant de restituer l'eau au milieu naturel et d'avoir un impact limité pour les gestionnaires de l'assainissement (impact résiduel dû à la pose d'une canalisation dans un ovoïde d'assainissement). Le descriptif des points de rejet est proposé en Pièce 3 du Tome 1. Un rappel des caractéristiques du rabattement est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 28 : Rappel des caractéristiques des prélèvements envisagés

Site	Nappe considérée	Volume d'exhaure estimé (m3/h)	Point de rejet	Durée des pompages
Entonnement Haussmann-Saint-Lazare	Sables de Cuise – Calcaires Grossiers (SC-CG)	1 010	La Seine, à Concorde	Environ 4 ans
Gare Maillot	SC-CG	791	La Seine, via le déversoir d'orage Bugeaud	Environ 4,5 ans
Gare CNIT – La Défense	SC-CG	618	Usine DALKIA/SUC	Environ 4 ans

Le débit journalier rejeté en Seine est de l'ordre de **1800 m³/h, soit 0,50 m³/s, en 2 points** :

- ♦ **1010 m³/h, soit 0,28 m³/s, au niveau de la place de la Concorde à Paris ;**
- ♦ **791 m³/h, soit 0,22 m³/s, via le déversoir d'orage Bugeaud au niveau du Pont de Puteaux.**

Pour rappel, les débits caractéristiques de la Seine à Paris-Austerlitz sont présentés dans le tableau ci-dessous (source BanqueHydro).

Tableau 29 : Débits caractéristiques moyens des stations hydrologiques - Source : Banque Hydro – Février 2014

Station	Code	Données disponibles	Débit moyens (en m³/s)			QMNA ₅ (en m³/s)
			Interannuel	Mensuel min.	Mensuel max.	
La Seine à Paris – Austerlitz (75)	H5920010	1974-2014	310	135 (août)	542 (février)	82

QMNA₅ : débit moyen mensuel sec de récurrence 5 ans

Au regard de ces débits, le tableau suivant propose un calcul de la part que représente chacun des rejets par rapport aux écoulements de la Seine.

Tableau 30 : Part représentée par les rejets d'eaux exhaure au regard des débits caractéristiques de la Seine à Austerlitz

Point de rejet	Débit rejeté (m³/s)	Part du débit moyen de la Seine			QMNA ₅
		Interannuel	Mensuel min.	Mensuel max.	
La Seine au niveau de la Place de la Concorde	0,28	0.09 %	0.21 %	0.05 %	0.34 %
La Seine au niveau du Pont de Puteaux	0,22	0.07 %	0.16 %	0.04 %	0.27 %

Le volume rejeté par le rabattement de nappe représente au maximum 0,34% du débit minimal de la Seine et n'aura donc pas d'incidence notable sur les écoulements de la Seine.

B- Mesures

Afin de réduire les impacts potentiels de ces rejets et de valoriser les eaux prélevées, des solutions de réutilisation ont été recherchées. Ainsi, différentes solutions ont été étudiées et sont mises en œuvre :

- ♦ Les eaux du secteur de La Défense ont pu trouver une **valorisation par utilisation dans les usines de DALKIA/SUC**. Les eaux prélevées pour le rabattement de la nappe au droit de la gare de la Défense seront ainsi intégralement réutilisées pour le système de climatisation de La Défense. Au-delà de constituer une valorisation des prélèvements, cette solution apporte d'autres intérêts :
 - Elle permet de réduire partiellement les prélèvements en Seine effectués par la SUC dans la zone Sud du quartier de La Défense ;
 - Elle apporte une eau dont la température est constante (environ 14°C) à la place de l'eau de la Seine dont la température varie d'environ 2 à 26°C ce qui facilite le process dans le cadre d'une installation de chauffage/climatisation ;
 - Elle ne nécessite pas de traitement particulier avant sa réutilisation, hormis une décantation.
- ♦ Afin de limiter au maximum les rejets dans le milieu naturel et d'optimiser le devenir des eaux, **des discussions sont par ailleurs en cours avec la Ville de Paris pour étudier la possibilité d'alimenter le réseau non-potable** servant aux pompiers, à l'entretien des voiries... Cependant au regard des importants volumes prélevés, seule une partie des eaux pourra ainsi être concernée et cela se fera au gré des opportunités durant la période de pompage.

3.1.1.3 Effet des travaux d'élargissement du pont rail au-dessus du Canal Saint-Denis et mesures associées

A- Effets des travaux sur l'écoulement du canal Saint-Denis

Les travaux d'élargissement du pont-rail au-dessus du canal Saint-Denis sont présentés dans le tome 1. Ils nécessitent la mise en place d'une pile provisoire dans le lit mineur du canal²⁸, pendant une durée d'environ 3 mois.

Afin d'évaluer l'impact de la pile provisoire sur l'écoulement des eaux dans le canal, un calcul hydraulique de la perte de charge générée par la pile provisoire a été réalisé.

Données d'entrée :

Les dimensions de l'ouvrage sont représentées dans la figure suivante. Il s'agit d'une pile située dans l'axe de l'écoulement du canal, à 7,11 m du bord gauche du canal et à 13 m du bord droit du canal. La pile parallélépipédique a une longueur de 9,5 m pour une largeur de 1,2 m. Juste en aval et juste en amont, elle est entourée de ducs-d'Albe. La largeur de la section normale à l'écoulement de l'obstacle constitué par les ducs-d'Albe est de 3,5 m environ.

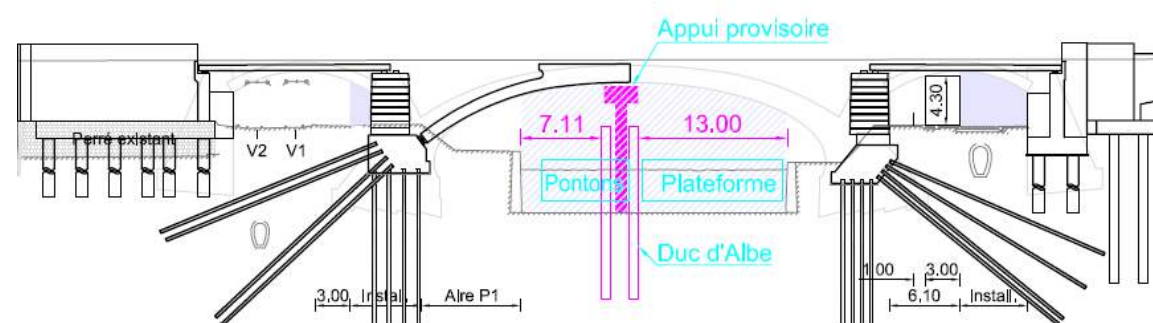


Figure 96 : Schéma de l'installation d'une pile de pont provisoire dans le lit mineur du canal Saint-Denis - source : SNCF

La réduction de la passe navigable à une passe de 7m11 avait été envisagée sur une durée d'un mois. Toutefois, après échange avec les services concernés, il s'avère qu'il n'est pas possible de maintenir la largeur de 7m11 pour une circulation normale sur le canal. Aussi, dans le cadre du PRO, le maître d'œuvre étudie la possibilité d'élargir cette passe et/ou d'y limiter les circulations à des périodes courtes.

Les caractéristiques du canal Saint-Denis sont les suivantes :

- ♦ La largeur du canal est réduite à environ 24 m et sa section est rectangulaire.
- ♦ La cote des berges du canal est de l'ordre de 42,5 m NGF côté droit et de 43 m NGF côté gauche. La cote du fond du canal est de l'ordre de 38,44 m NGF.
- ♦ La pente du fond du canal apparaît faible et irrégulière. Sur un tronçon de 1 km (entre le PK 0+200 et 1+200) entre deux écluses, la pente est de l'ordre de 0,009 m/m.
- ♦ Le niveau des plus hautes eaux (NPHE) est de 42.03 NGF. Une variation de +0.20m à -0.30m a été prise en compte.
- ♦ Le débit transitant dans le canal varie entre 3 et 6 m3/s en période normale sur la base de la section mouillée de passe navigable actuelle et peut aller jusqu'à 10 m3/s en période d'exceptionnelle.

²⁸ Le Canal Saint-Denis, bien qu'artificiel, est classé comme cours d'eau par arrêté préfectoral n°08-0768 du 19 mars 2008.

Méthode de calcul :

Le remous occasionné par la mise en place d'un ouvrage dans le lit mineur d'un cours d'eau ou dans un canal peut être calculé en utilisant les règles de Bradley de l'US Department of Transportation/Federal Highways Administration développées dans l'ouvrage « Hydraulics of Bridge Waterways. »

Ces principes de calcul, généralement utilisés pour évaluer le remous provoqué par les culées et les piles d'un pont, sont aisément applicables pour modéliser toutes sortes de singularités formant obstacle aux écoulements.

Cette méthode s'appuie sur une vitesse moyenne dans la ligne d'eau. Elle n'est donc pas sensible aux variations des vitesses locales en fonction de la configuration de section et de la position des piles dans le lit. L'expression donnant la hauteur de remous dans le cas d'un pont unique sans culée est :

$$h^* = K_p \cdot \alpha_2 \cdot \frac{V_n^2}{2 \cdot g}$$

Avec :

- ♦ h^* est la hauteur de remous (en m)
- ♦ V_n est la vitesse de l'écoulement dans la section rétrécie sous le tirant d'eau égal à celui de l'écoulement non perturbé (en m/s)
- ♦ α_2 est le coefficient d'énergie cinétique au droit du pont, égal à 1 dans notre cas (car la rugosité est considérée comme homogène d'une berge à l'autre du canal).
- ♦ K_p est le coefficient de remous, fonction du type de piles et du ratio J entre la section normale à l'écoulement des piles (A_p) et la section mouillée de l'écoulement sous la hauteur normale dans la section sous le pont (A_{n2}).

Résultats :

Tableau 31 : Caractéristiques du Canal Saint-Denis et de la pile au droit du futur ouvrage (source : SNCF)

Calcul de la perte de charge par la méthode de Bradley		
Débit extrême (m3/s)	Q	10
Cote d'eau considérée (m NGF)	Z_{eau}	42,3
Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	V_n	0,15
Section mouillée actuelle (m²)	A_{n2}	77
Section obstruée par la palée provisoire (m²)	A_p	12
Rapport des deux sections	J	0,15
Coefficient d'énergie cinétique	α_2	1
Coefficient de remous (via abaque)	K_p	0,35
Perte de charge due à la palée provisoire (m)	h^*	0,0004

L'incidence calculée est faible dans les conditions les plus extrêmes dans le canal : inférieure au millimètre.

Cet impact quasi-négligeable de la palée provisoire sur la ligne d'eau s'explique par les faibles vitesses d'écoulement observées dans le canal.

B- Mesures d'évitement et de réduction des effets de la pile provisoire sur l'écoulement

La pile provisoire à une incidence très limitée : inférieure au mm (0,0004 m) sur les écoulements du canal. De plus cette dernière n'est en place que pour une durée très restreinte (environ 3 mois). Aucune mesure de compensation hydraulique n'est donc envisagée. Toutefois afin de limiter au maximum l'impact de ces travaux sur le Canal, des discussions sont en cours pour envisager la possibilité d'utiliser une période de chômage du canal pour réaliser les travaux.

3.1.1.4 Effet du Port Fluvial et mesures associées

A- Effets du Port Fluvial sur les écoulements de la Seine

Les travaux de réalisation du Port-Fluvial sont présentés dans le tome 1. Ils nécessitent la réalisation d'un dragage et d'une installation provisoire dans le lit mineur de la Seine.

A proximité immédiate de la base fluviale du projet Eole est prévue une desserte fluviale dédiée aux travaux des tours Hermitage réalisés par BOUYGUES. Une étude hydraulique a donc été réalisée afin de prendre en compte l'impact de l'installation fluviale d'Eole, ainsi que l'impact cumulé des deux installations.

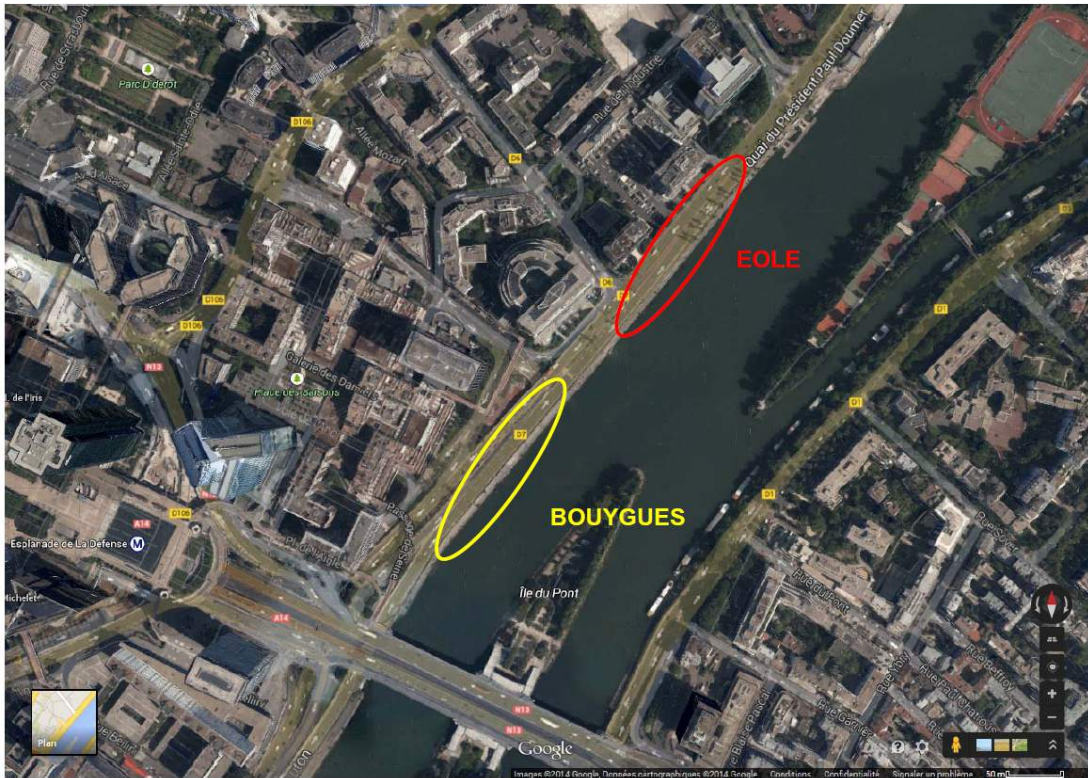


Figure 97 : Localisation des deux sites EOLE/BOUYGUES (source : BIEF)

Cette étude hydraulique, réalisée par le bureau d'étude BIEF et actualisée en 2014, est annexée au présent document, une synthèse des résultats est présentée ci-dessous.

Trois scénarios ont été étudiés :

- ◆ Scénario 1 : « Hermitage seul ». Le scénario 1 prévoit la réduction du linéaire de berges occupé par les installations fluviales de BOUYGUES pour permettre l'installation fluviale d'Eole.
- ◆ Scénario 2 : « Hermitage + Eole ». Le scénario 2 intègre le scénario 1 complété des installations fluviales d'Eole.
- ◆ Scénario 3 : «Eole seul » Le scénario 3 correspond au maintien des installations fluviales d'Eole après le repli des installations fluviales de BOUYGUES, ou en cas de non réalisation de ces dernières.

Présentation du modèle

Le modèle utilisé est un modèle numérique 1D réalisé à l'aide du logiciel « ISIS Flow » sur un linéaire de 7,5km. Les îles, ponts, et ouvrages de Suresnes ont été pris en compte dans les calculs (cf. Annexe 20).

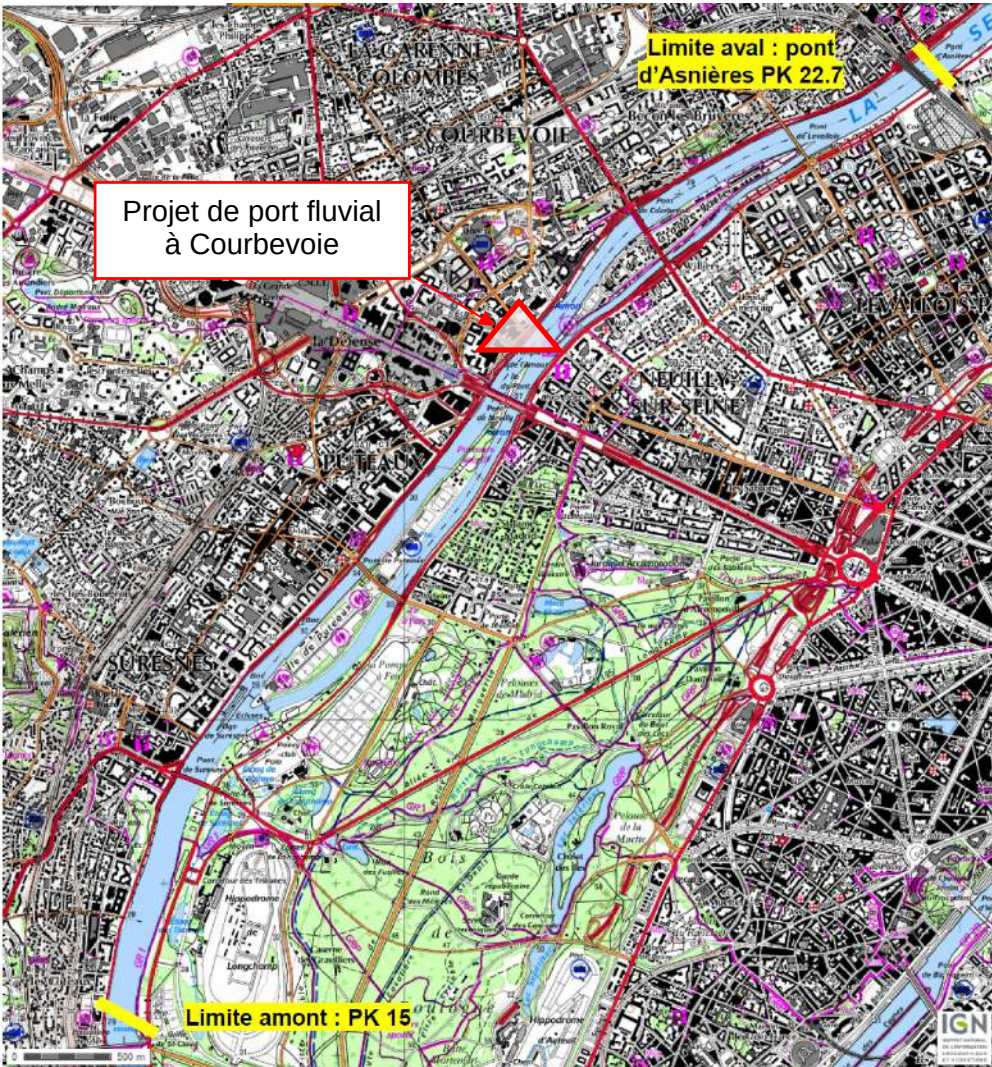


Figure 98 : Emprise du modèle hydraulique réalisé - source : BIEF

Les données de calage du modèle numérique sont les niveaux d'eau connus aux différents ponts pour les crues de 1982 et 1955. Ses données proviennent des relevés VNF (cf. Annexe 20).

Pour chacun des trois scénarios présentés précédemment, quatre conditions hydrologiques ont été simulées. Les conditions aux limites correspondantes sont présentées dans le tableau suivant.

- ◆ La retenue normale (RN)
- ◆ La crue de 1982 (crue décennale)
- ◆ La crue de 1955 (crue trentennale)
- ◆ La crue de 1910 (crue centennale)

Tableau 32 : Conditions aux limites du modèle de la Seine à Courbevoie

Crue type	Point de calcul	1910	1955	1982	R.N.
Débit max de crue estimé à Suresnes (m³/s)	P.K. 15.00	2 700	2 085	1 798	200
Niveau d'eau max (NGF-ortho) au pont route d'Asnières	P.K. 22.65	29.79	28.87	28.03 *	23.23

* valeur interpolée car non connue (cf. Note complémentaire en Annexe 20)

Les deux dessertes fluviales sont considérés comme des remblais pleins afin de modéliser le cas où des encombres flottants viennent se plaquer entre l'obstacle et la berge et en augmenter la section apparente (cas de figure péjorant).

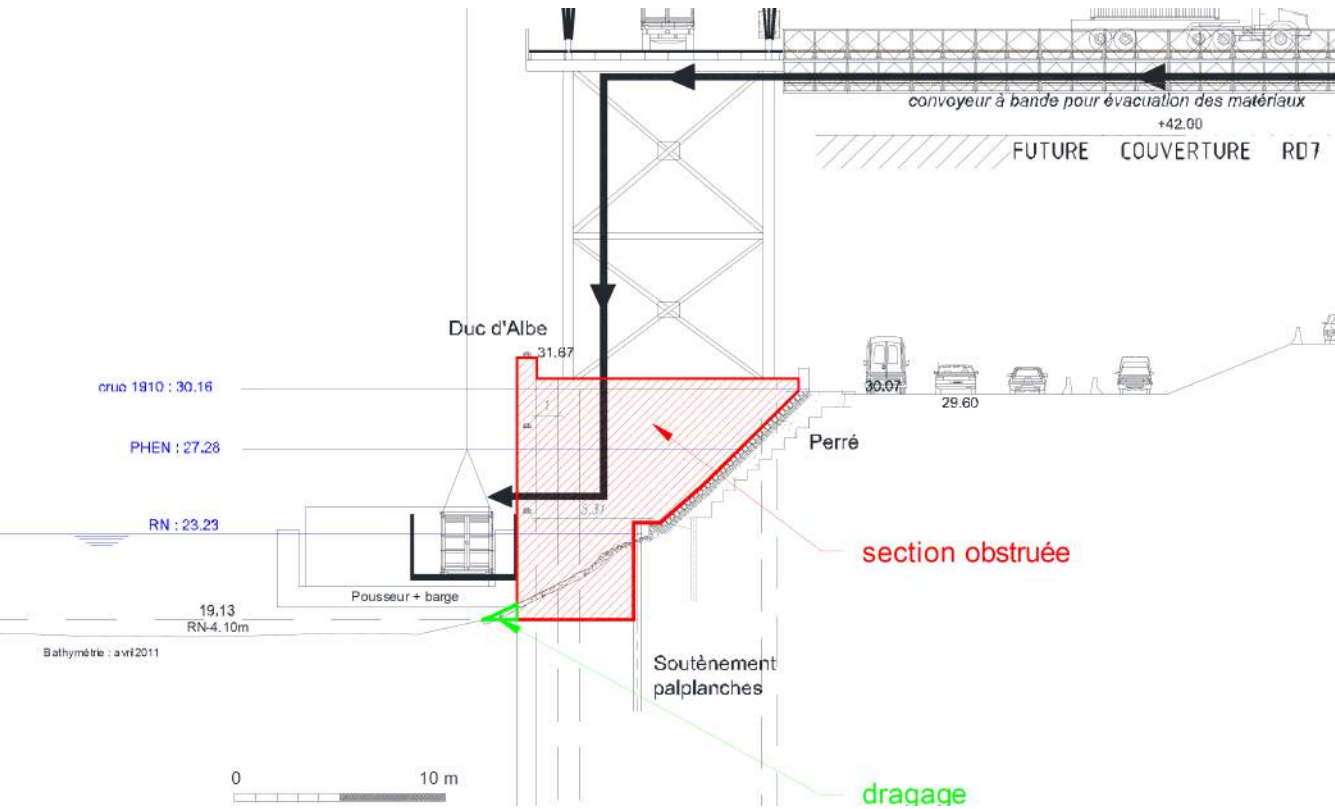


Figure 99 : Schéma d'implantation illustrant la prise en compte des embâcles, installations BOUYGUES (Source : BIEF)

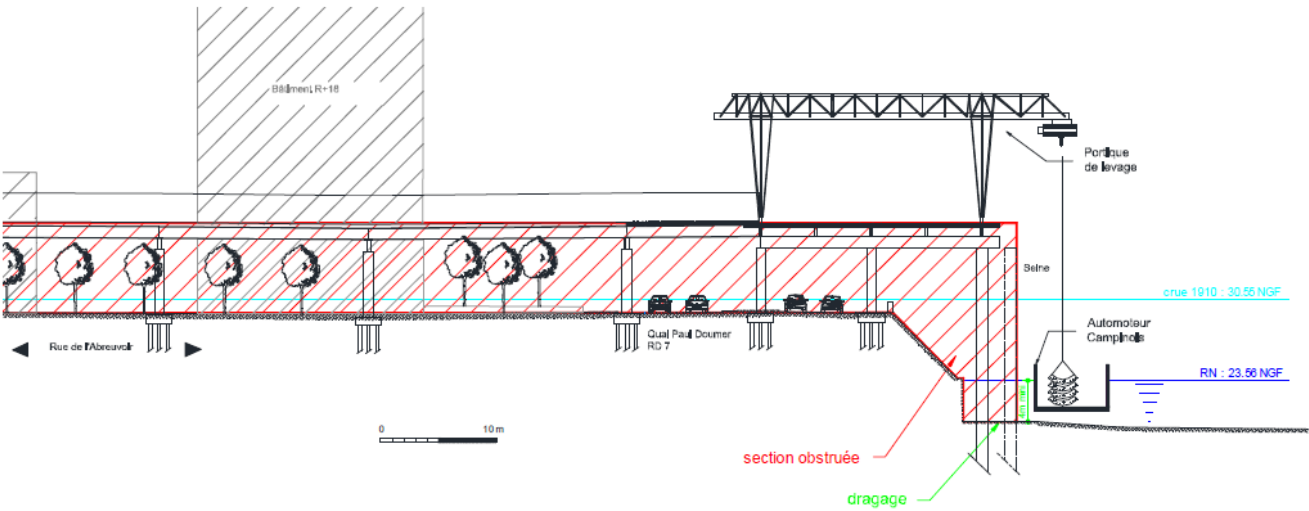


Figure 100 : Schéma d'implantation illustrant la prise en compte des embâcles, installations Eole (source : BIEF)

Résultats :

Les tableaux complets de résultats sont présentés dans le rapport en annexe 1. Les tableaux ci-dessous synthétisent les résultats de comparaisons des lignes d'eau et des vitesses en certains points pour les scénarios 2 et 3 (c'est à dire les 2 scénarios qui concernent le projet Eole).

Tableau 33 : Extrait des résultats de la modélisation hydraulique – Comparaison des lignes d'eau des scénarios 2 et 3 avec la situation actuelle – source BIEF - 2014

Repère géographique		P.K.	Retenue Normale		Crue de 1982		Crue de 1955		Crue de 1910	
			Niveau d'eau		Niveau d'eau		Niveau d'eau		Niveau d'eau	
			écart S2/actuel	écart S3/actuel	écart S2/actuel	écart S3/actuel	écart S2/actuel	écart S3/actuel	écart S2/actuel	écart S3/actuel
			(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
SEINE	Pont de Suresnes	16.430	+0.000	+0.000	-0.40	+0.400	-0.40	+0.300	+0.100	+0.500
	Barrage de Suresnes	17.050	+0.000	+0.000	-0.40	+0.400	-0.50	+0.300	+0.100	+0.500
	Pont de Puteaux	18.070	+0.000	+0.000	-0.40	+0.300	-0.40	+0.300	+0.100	+0.500
BRAS GAUCHE	Pont de Neuilly	19.320	-0.10	+0.000	-0.30	+0.400	-0.30	+0.300	+0.100	+0.500
	Barrage de Suresnes	17.050	+0.000	+0.000	-0.50	+0.400	-0.40	+0.400	+0.000	+0.500
	Pont de Puteaux	18.070	-0.10	+0.000	-0.50	+0.300	-0.50	+0.300	+0.000	+0.500
BRAS DROIT	Pont de Neuilly	19.320	+0.000	+0.000	-0.60	+0.400	-0.50	+0.400	-0.10	+0.600
		19.600	-0.10	+0.000	-0.60	+0.300	-0.50	+0.300	-0.10	+0.600
		19.620	-0.10	+0.000	-0.30	+0.400	-0.30	+0.300	-0.10	+0.500
SEINE		19.660	-0.10	+0.000	-0.40	+0.400	-0.30	+0.400	-0.20	+0.600
		19.710	+0.100	+0.000	+0.000	+0.000	-0.10	-0.10	-0.20	-0.20
BRAS GAUCHE	Pont de Courbevoie	20.659	+0.000	+0.000	+0.100	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
	Pont de Levallois-Perret	21.689	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000
BRAS DROIT	Pont de Courbevoie	20.584	+0.000	+0.000	-0.10	+0.000	-0.10	-0.10	-0.20	-0.20
	Pont de Levallois-Perret	21.505	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	-0.10	-0.10
SEINE	Pont SNCF d'Asnières	22.529	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000

Tableau 34 : Extrait des résultats de la modélisation hydraulique – Comparaison des vitesses des scénarios 2 et 3 avec la situation actuelle – source BIEF - 2014

Repère géographique		P.K.	Retenue Normale		Crue de 1982		Crue de 1955		Crue de 1910	
			Vitesse (m/s)		Vitesse (m/s)		Vitesse (m/s)		Vitesse (m/s)	
			écart S2/actuel	écart S3/actuel	écart S2/actuel	écart S3/actuel	écart S2/actuel	écart S3/actuel	écart S2/actuel	écart S3/actuel
			(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
SEINE	Pont de Suresnes	16.430	+0.000	+0.000	+0.001	-0.001	+0.001	-0.001	-0.001	-0.002
BRAS GAUCHE	Barrage de Suresnes	17.050	+0.000	+0.000	-0.002	-0.001	-0.002	+0.000	-0.002	-0.002
	Pont de Puteaux	18.070	+0.000	+0.000	-0.002	-0.001	-0.001	+0.000	-0.003	-0.002
BRAS DROIT	Pont de Neuilly	19.320	+0.000	+0.000	-0.001	+0.000	-0.001	+0.000	-0.001	-0.001
	Barrage de Suresnes	17.050	+0.000	+0.000	+0.005	+0.000	+0.005	-0.003	+0.001	-0.002
	Pont de Puteaux	18.070	+0.000	+0.000	+0.004	-0.001	+0.003	-0.002	+0.001	-0.002
SEINE	Pont de Neuilly	19.320	+0.000	+0.000	+0.004	-0.001	+0.003	-0.001	+0.003	-0.001
		19.600	+0.020	+0.000	+0.085	-0.001	+0.080	+0.000	+0.063	-0.002
		19.620	+0.016	+0.000	+0.070	+0.000	+0.065	-0.001	+0.057	-0.001
BRAS GAUCHE		19.660	+0.015	+0.000	+0.069	-0.001	+0.069	-0.001	+0.065	-0.001
		19.710	-0.007	-0.007	+0.028	+0.028	+0.033	+0.033	+0.057	+0.057
BRAS DROIT	Pont de Courbevoie	20.659	+0.000	+0.000	+0.000	-0.001	+0.000	+0.001	+0.001	+0.001
	Pont de Levallois-Perret	21.689	+0.000	+0.000	+0.000	-0.001	+0.001	+0.001	+0.001	+0.001
SEINE	Pont de Courbevoie	20.584	+0.001	+0.001	-0.001	+0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.002
	Pont de Levallois-Perret	21.505	+0.000	+0.000	-0.001	+0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.002
	Pont SNCF d'Asnières	22.529	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000	+0.000

Les 3 scénarios ont été modélisés pour les crues de 1955, 1982, et 1910 ainsi que pour la Retenue Normale. Le scénario 2 (HERMITAGE+ EOLE) est censé être le plus contraignant, puisque les installations sont avancées dans le lit mineur de la Seine alors que dans le scénario 3, les installations EOLE sont dans le prolongement de l'écoulement au plus proche du perré.

Il s'avère que la mise en place des installations EOLE + HERMITAGE (scénario 2) sur le bras en rive gauche de la Seine a pour premier effet de légèrement modifier la répartition des débits entre les deux bras au droit des îles.

Afin d'étudier les incidences du projet sur les écoulements, il est nécessaire de s'intéresser à l'évolution des niveaux d'eau et des vitesses d'écoulements pour les différentes situations projetées.

◆ Incidences sur les niveaux d'eau :

La modélisation met en évidence, pour l'ensemble des scénarios, une élévation des niveaux d'eau inférieure à 1 cm (0.6 cm pour la crue de 1910). Cette élévation n'est pas considérée comme étant une modification significative.

◆ Incidences sur les vitesses d'écoulement :

Le tableau ci-dessous rappelle les fourchettes de vitesses d'écoulement observées dans la modélisation en situation actuelle sur la zone d'étude pour chaque situation hydrologique simulée.

Tableau 35 : Gammes de vitesses résultant de la modélisation sur le périmètre d'étude pour les différentes conditions hydrologiques en situation actuelle – source : BIEF

	RN	1982	1955	1910
Vitesse minimale	0.12 m/s	0.49 m/s	0.44 m/s	0.33 m/s
Vitesse maximale	1.02 m/s	1.82 m/s	1.65 m/s	1.70 m/s

L'écart maximal de vitesse observé à l'issue de la modélisation des scénarios est de 0.105 m/s. Cet écart est observé pour la crue de 1910 dans le bras Gauche au niveau l'île de Puteaux, dans le scénario où les deux installations fluviales sont présentes. En ce point et pour cette crue, la vitesse est de 1,373 m/s en situation actuelle et atteint donc 1,478 m/s en état aménagé.

Malgré cette modification des vitesses d'écoulement, on constate que les vitesses restent, en état aménagé, dans les mêmes gammes de vitesse qu'en situation initiale. Cela reste des vitesses relativement lentes pour lesquelles une légère augmentation n'entraîne pas de risque de désordre des berges.

Ce constat est renforcé par le fait que les berges concernées par ces faibles augmentations de vitesses sont des berges globalement artificialisées et donc peu sensibles à ces gammes d'augmentation.

A noter que l'actualisation de la modélisation hydraulique (intégrant la modélisation des pieux de l'ouvrage de liaison entre la base Seine et le puits Abreuvoir) conclut à des modifications des vitesses d'écoulement du même ordre que la modélisation initiale. Les pieux n'ont donc pas une influence significative sur l'écoulement en crue.

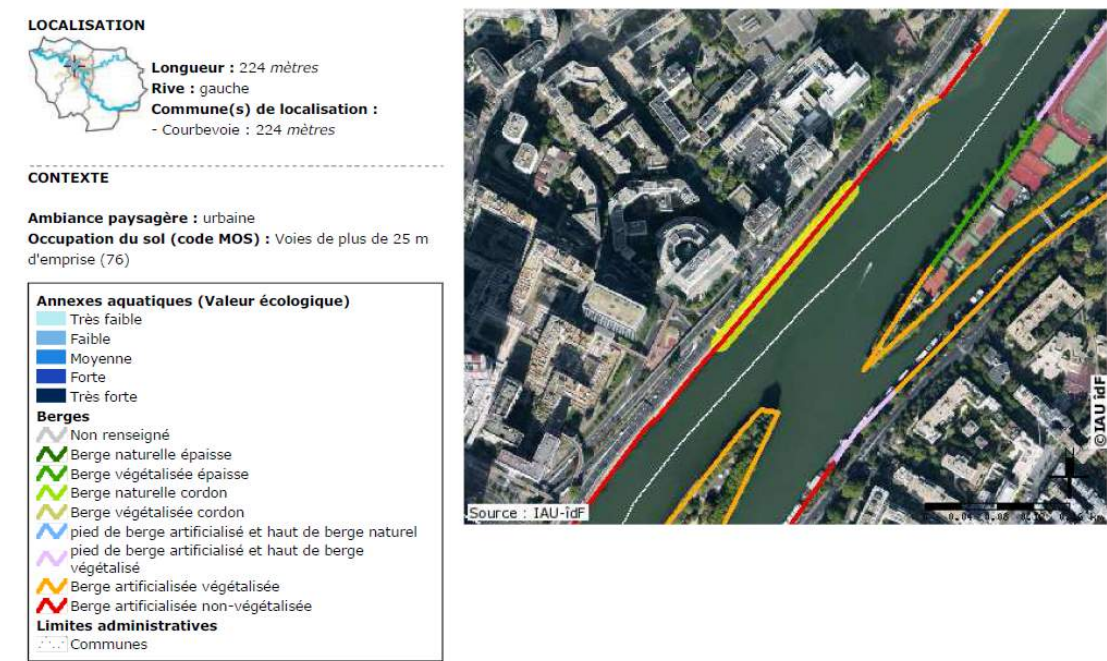


Figure 101 : Nature des berges de la Seine à Courbevoie (source IAU IdF)

Enfin, rappelons que les hypothèses prises pour modéliser les installations (obstruction totale) sont d'ordre pessimiste et donc sécuritaire pour l'évaluation des incidences.

B- Mesures

Le port fluvial n'a pas d'incidence notable sur les écoulements (moins de 1 cm). Conformément à la doctrine de la DRIEE, aucune mesure de compensation hydraulique n'est donc envisagée.

3.1.1.5 Effets des installations de chantier en zone inondable

En phase chantier, en cas de crue, la majeure partie des installations de chantier des puits Pasquier et Abreuvoir sera soit démontée en prévision de la crue, soit inondable.
Cependant, certaines installations ne pourront effectivement pas être évacuées durant la phase chantier.

En définitive, les volumes soustraits à l'expansion de la crue sur ces deux sites correspondent à :

- ◆ pour le puits Pasquier :
 - la rehausse protégeant le puits, qui représente 100 m² environ,
 - des stockages divers, y compris cuves et bassins de décantation, pouvant être estimés à 50 m².Les bassins pourront être vidés, et les cuves de produits chimiques divers et variés seront évacuées.
- ◆ pour le puits Abreuvoir :
 - les piles de la base Seine qui représente 33.60 m² environ ;
 - la rehausse protégeant le puits qui représente 90 m² environ ;
 - des stockages pouvant être estimés à 250 m².

Le tableau ci-dessous synthétise les surfaces ainsi que les volumes pris à la zone d'expansion des crues en phases chantier.

Puits	Surface chantier dans la zone inondable	Volume des remblais dans la zone inondable
Abreuvoir	Piles de la base Seine = 33.60 m² Emprise du puits et des installations de chantier non démontable place des 3 frère Enghels : 340 m² Total : 373.6 m²	Piles de la base Seine = 36.50 m³ Emprise du puits et des installations de chantier non démontable place des 3 frère Enghels : 115.60 m³ Total : 152.1 m³
Pasquier	Emprise du puits et des installations de chantier non démontable : 150 m²	Emprise du puits et des installations de chantier non démontable : 150 m³
Total	523.6m²	302.1 m³

En prenant en compte l'ensemble des installations de chantier, les surfaces prises à la zone d'expansion des crues dépassent 400m². Les volumes soustraits doivent donc être compensés.
Ces volumes sont calculés conformément à la définition en page 7 du PPRi de la Seine dans les Hauts-de-Seine en prenant comme cote de casier 30.34 m NGF pour le puits Abreuvoir et la cote casier 33.20 m NGF pour le puits Pasquier.

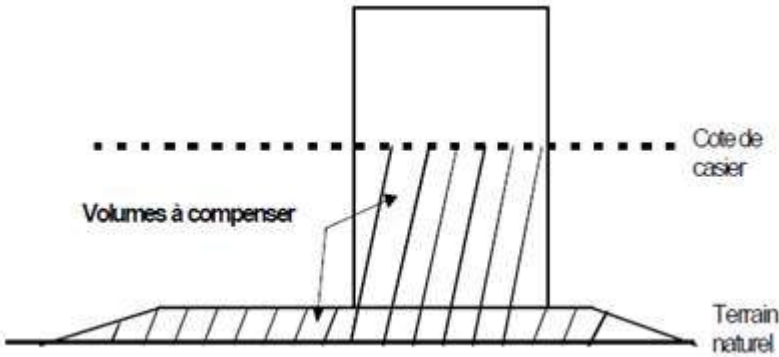


Figure 102 : Calcul des volumes à compenser

La solution de compensation permettant de limiter l'impact des emprises chantier sur la zone d'expansion des crues est détaillée au paragraphe 7.4.2.3 page 160.

3.1.1.6 Synthèse des effets du projet sur les écoulements en phase travaux

En phase travaux, le projet aura une incidence négligeable sur les écoulements superficiels.

La réalisation du port fluvial de Courbevoie va nécessiter des travaux dans le lit mineur de ces cours d'eau. Une modélisation de l'incidence de ces travaux sur l'écoulement des eaux a été réalisée via un modèle hydraulique réalisé par la société BIEF pour le port fluvial.

Cette étude, présentée précédemment, a montré une incidence sur la ligne d'eau négligeable pour cet ouvrage, elle est en effet **inférieure au centimètre** pour la réalisation du port fluvial.

De plus, **le rejet des eaux d'exhaure en Seine** représente un volume limité au regard du débit de la Seine (environ **0,34% du débit minimal** de la Seine) et **n'aura donc pas d'incidence notable**.

D'autre part, les aménagements de surface prévus en phase travaux (plateforme du port fluvial) n'ont pas d'incidence notable sur les écoulements superficiels.

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

A l'exception de l'étude en cours concernant la surveillance et l'enlèvement des embâcles, **aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation hydraulique n'est prévue au regard des incidences négligeables du projet.**

3.1.2 En phase exploitation

3.1.2.1 Synthèse des opérations ayant un effet sur les écoulements superficiels

En phase exploitation, aucune infrastructure dans le lit mineur ou majeur des cours d'eau ne sera créée, et aucun rejet ou prélèvement dans les eaux superficielles ne sera mis en place.

Seule la réalisation de réseaux de collecte des eaux pluviales est susceptible de modifier localement les écoulements superficiels.

3.1.2.2 Effets de la gestion des eaux pluviales

A- Effets de l'opération

Certaines opérations du projet Eole nécessitent la réalisation de réseaux de collecte et de gestion des eaux pluviales. C'est le cas notamment des plateformes ferroviaires remaniées (Noisy-le-Sec, Nanterre, Rosa Parks) et des nouvelles infrastructures créées (aération des infrastructures souterraines, tranchée ouverte à Nanterre, sous stations électriques). La collecte des eaux pluviales sur un site où elles n'étaient par le passé par collectées peut entraîner une modification locale des écoulements. Le projet Eole n'entraînera toutefois pas de modification notable de la topographie et n'aura donc pas d'incidence notable sur les ruissellements.

Bien que les solutions d'infiltration aient été systématiquement recherchées, elles ont dû être écartées sur chacun des sites lorsque les garanties techniques n'étaient pas assurées (zone à risque de dissolution du gypse, capacité du sol à infiltrer...).

Le tableau ci-dessous synthétise les contraintes techniques ayant abouti à écarter la solution d'infiltration des eaux pour chacun des sites.

Opération où un réseau de collecte des eaux pluviales sera réalisé	Justification de l'impossibilité d'infiltrer
Création d'un atelier de maintenance à Noisy-le-Sec	Risque de dissolution du gypse sur le site
Sous-station électrique de Noisy	Perméabilité insuffisante du sol (perméabilité comprise entre 1.25x10 ⁻⁶ et 1,2x10 ⁻⁸ – sol saturé, cf. annexe 4)
Création d'un terminus technique à Rosa Parks	Une partie est infiltrée à travers un mur drainant, une partie rejetée au réseau ; Risque de dissolution du gypse sur le site
Création d'une nouvelle infrastructure souterraine (collecte des eaux tombant sur les bouches d'aération et les accès de la gare Maillot)	Collecte d'eaux claires et d'eaux sales (eaux de lavage) à traiter avant rejet
Réaménagement du secteur de Nanterre la Folie ²⁹	Perméabilité insuffisante du sol (cf. annexe 9)
Sous-station électrique de Lamorue	Pas de modification de l'existant

Aussi, pour les différents sites concernés, la solution d'un rejet vers les réseaux d'assainissement existants (réseaux Eaux Usées ou Pluviales) a été retenue et l'accord des gestionnaire des réseaux correspondant a été recherché. Les échanges avec les gestionnaires pour les différents sites, lorsqu'ils ont été formalisés, sont présentés en annexe 21 (compte rendu de réunion, mails, courrier ...).

Une synthèse des superficies collectées et des points de rejet pour chaque opération est présentée dans le tableau ci-dessous :

Opération où un réseau de collecte des eaux pluviales est prévu		Bassin versant drainé (ha)	Exutoire envisagé	Propriétaire du réseau
Création d'un atelier de maintenance à Noisy-le-Sec		0,524	Réseau d'assainissement unitaire départemental	Direction de l'Eau et de l'Assainissement de la Seine Saint-Denis
Sous-station électrique de Noisy-le-Sec		0,15		
Création d'un terminus technique à Rosa Parks	Élargissement du Pont rail sur le canal St Denis	0,063	Réseau d'assainissement unitaire de la Ville de Paris	Service d'Assainissement de la Ville de Paris (SAP)
	Mur de soutènement	0,13	Mur drainant / Infiltration	-
Création d'une nouvelle infrastructure souterraine (eaux pluviales collectées par les bouches d'aération et les accès de la gare Maillot)		0,023	Réseau d'assainissement unitaire de la ville de Paris.	Service d'Assainissement de la Ville de Paris (SAP)
			Réseau d'assainissement unitaire de la ville de Neuilly-sur-Seine	ville de Neuilly-sur-Seine
Réaménagement du secteur de Nanterre La Folie ³⁰		16	Réseau d'assainissement unitaire communal	Conseil général des Hauts de Seine et ville de Nanterre
Sous-station électrique de Lamorue		0,637	Réseau d'assainissement pluvial départemental	
Total phase exploitation		16,524	-	-
Emprise chantier de la gare Maillot		0.56	Réseau d'assainissement unitaire de la ville de Paris.	Service d'Assainissement de la Ville de Paris (SAP)
Base chantier Gambetta		0.69	Réseau d'assainissement départemental	Conseil général des Hauts de Seine
Emprise chantier Rosa Parks		0,136	Réseau d'assainissement unitaire de la ville de Paris.	Service d'Assainissement de la Ville de Paris (SAP)
Emprise chantier des 10 puits		0,1	Réseaux d'assainissement des communes concernées	Paris, Nanterre, La Défense, Courbevoie, Neuilly-sur-Seine
Emprise base Seine		0.3	Réseau d'assainissement départemental	Conseil général des Hauts de Seine
Total phase chantier		1,226	-	-
Total		17,75	-	-

²⁹ Prend en compte les eaux pluviales de la trémie ouverte en sortie du tunnel

³⁰ Prend en compte les eaux pluviales de la trémie ouverte en sortie du tunnel

B- Mesures

Afin d'assurer un bon fonctionnement du système d'assainissement, il sera réalisé :

- ♦ Un entretien régulier des pompes de relevage lorsqu'elles existent
- ♦ La mise en place et le nettoyage régulier du casier dégrilleur en amont des pompes,
- ♦ L'enlèvement des boues et hydrocarbures périodiquement.

3.1.2.3 Synthèse des effets du projet sur les écoulements en phase exploitation

En phase exploitation, le projet n'aura aucune incidence sur les écoulements superficiels.

En effet, aucune installation dans le lit mineur d'un cours d'eau n'est maintenue à l'état définitif du projet, et aucun prélèvement ou rejet dans les eaux superficielles n'est réalisé.

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation hydraulique n'est prévue au regard de l'absence d'incidence du projet en phase exploitation.

3.2 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LA QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES ET MESURES ASSOCIEES

La qualité des eaux superficielles peut être impactée par :

- ♦ Des rejets d'eaux pluviales ou d'eaux souterraines directement dans les eaux superficielles.
- ♦ Des interventions dans un cours d'eau, telle qu'une opération de dragage.
- ♦ Une pollution du sol pouvant être entraînée par ruissellement ou en cas de crue vers les eaux superficielles, ces pollutions peuvent être :
 - chroniques, suite à l'usure des ouvrages ;
 - saisonnières, suite aux traitements des voies ;
 - accidentelles.

Dans le cadre du projet de prolongement du RER E à l'ouest, certaines opérations sont susceptibles d'avoir des incidences sur les aspects qualitatifs des eaux superficielles en phase chantier comme en phase exploitation. Les paragraphes suivants présentent l'analyse des incidences du projet pour chacune de ces phases.

3.2.1 En phase travaux

3.2.1.1 Synthèse des travaux ayant un effet sur la qualité des eaux superficielles

Dans le cadre du projet Eole, les travaux susceptibles d'avoir une incidence sur la qualité des eaux superficielles en phase travaux sont liés :

- ♦ Aux rejets des eaux d'exhaure engendrés par le rabattement de nappe entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre directement en Seine ;
- ♦ Au risque de mise en suspension de sédiments, potentiellement pollués, suite aux travaux de curage de la Seine au droit du Port Fluvial ;
- ♦ Aux risques de pollutions accidentelles liés aux travaux et pouvant être entraînées par ruissellement vers les eaux superficielles ;
- ♦ A la mise en place d'installations temporaires (installations de chantier) en zone inondable pouvant exposer à un risque d'entraînement de substances polluantes vers les cours d'eau en crue :
 - Installations de chantier du puits Pasquier,
 - Installations de chantier du puits Abreuvoir et du Port Fluvial.

3.2.1.2 Effet du rejet des eaux d'exhaure dans les eaux superficielles et mesures associées

Les impacts liés aux rejets des eaux d'exhaure du rabattement de nappe seront limités aux pompages mis en place à partir de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare et de la gare Porte Maillot.

En effet, les eaux d'exhaure du rabattement réalisé pour la gare de La Défense seront réutilisées par le syndicat mixte de chauffage urbain de la Défense (SICUDEF) et ne seront donc pas rejetées à la Seine dans le cadre du projet Eole.

A- Principes retenus pour l'évaluation de la qualité des rejets des eaux en Seine et des besoins de traitement

Lors des premières réunions avec la Police de l'Eau concernant les objectifs de qualité à respecter pour un rejet direct en Seine, les eaux ne devaient pas dépasser les seuils du niveau R2 de l'arrêté du 9 août 2006 (fixant les seuils de déclaration-autorisation pour les Installations, Ouvrages Travaux ou Activités -IOTA) ainsi que les seuils de la Directive Cadres sur l'Eau (DCE)

Tableau 36 : Seuils R1 et R2 de l'arrêté de 2006 fixant les seuils de déclaration/autorisation des IOTA

Paramètres	Niveau R1	Niveau R2
MES (kg/j)	9	90
DBO5 (kg/j)*	6	60
DCO (kg/j)*	12	120
Matières inhibitrices (équinox/j)	25	100
Azote total (kg/j)	1,2	12
Phosphore total (kg/j)	0,3	3
Composés organohalogénés absorbables sur charbon actif (A.O.X)(g/j)	7,5	25
Métaux et métalloïdes (Metox) (g/j)	30	125
Hydrocarbures (kg/j)	0,1	0,5

Tableau 37 : Valeur seuils de la DCE

À gauche : seuils de l'arrêté du 25 janvier 2010 / à droite : paramètres complémentaires proposées dans la circulaire DCE 2005/12 du 28/07/2005

Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état			
	très bon	Bon	moyen	médiocre
Bilan de l'oxygène				
oxygène dissous (mg O ₂ /l)	8	6	4	3
taux de saturation en O ₂ dissous (%)	90	70	50	30
DBO ₅ (mg O ₂ /l)	3	6	10	25
carbone organique dissous(mg C/l)	5	7	10	15
Température				
eaux salmonicoles	20	21.5	25	28
eaux cyprinicoles	24	25.5	27	28
Nutriments				
PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ /l)	0.1	0.5	1	2
phosphore total (mg P/l)	0.05	0.2	0.5	1
NH ₄ ⁺ (mg NH ₄ ⁺ /l)	0.1	0.5	2	5
NO ₂ ⁻ (mg NO ₂ ⁻ /l)	0.1	0.3	0.5	1
NO ₃ ⁻ (mg NO ₃ ⁻ /l)	10	50	*	*
Acidification				
pH minimum	6.5	6	5.5	4.5
pH maximum	8.2	9	9.5	10
Salinité				
conductivité	*	*	*	*
chlorures	*	*	*	*
sulfates	*	*	*	*

PARAMETRES	LIMITES SUPERIEURE ET INFERIEURE DU BON ETAT
BILAN DE L'OXYGENE	
DCO (mg/l O ₂)	[20 – 30]
NKJ (mg/l N)	[1 – 2]
PARTICULES EN SUSPENSION	
MES (mg/l)	[25 – 50]
Turbidité (NTU)	[15 – 35]
EFFETS DES PROLIFERATIONS VEGETALES	
Chlorophylle a + phéopigments (µg/l)	[10 – 60]
Taux de saturation en O ₂ dissous (%)	[110 – 130]
pH (unité pH)	[8 – 8.5]
ΔO ₂ (mini-maxi) (mg/l O ₂)	[1 – 3]
ACIDIFICATION	
Aluminium (dissous) (µg/l)	
pH ≤ 6,5	[5 – 10]
pH > 6,5	[100 – 200]

Cependant les seuils R1 et R2 correspondant à des flux journaliers (et non à une concentration) des dépassements sont inévitables au regard des importants volumes rejetés. Des traitements seraient alors nécessaires mais leur efficacité n'est pas garantie dans la mesure où les concentrations à atteindre sont extrêmement faibles. De plus, il est constaté que pour certains paramètres, on se situerait soit au-dessous de la limite de quantification des méthodes d'analyse en laboratoire définies par les normes ou très proches ; une telle précision ne pourrait être obtenue sur site lors des contrôles.

Au regard de ces éléments et en accord avec la Police de l'eau, **le principe retenu est la non-dégradation des eaux de la Seine** (préconisation du SDAGE Seine Normandie).

B- Incidences des rejets des eaux d'exhaure en Seine sur la qualité chimique de la Seine

Une simulation de l'impact qualitatif des rejets a été réalisée à partir des analyses d'eau réalisées sur les secteurs d'Haussmann Saint-Lazare, de la Gare Maillot et de La Défense. Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-contre : **Il est constaté que l'apport en termes de flux, pour la plupart des paramètres présents dans la nappe, est inférieur à 0.6% du flux de la Seine. L'impact est donc restreint du point de vue chimique.**

Toutefois les AOX et les sulfates ont un flux d'apport plus élevé par rapport à celui de la Seine (Tolbiac), ce dernier est en effet compris entre 0.6 et 7% pour les AOX, et entre 1 et 6% pour les sulfates. Ces rejets sont à qualifier au regard de la réglementation actuelle :

- ♦ Pour les sulfates, il n'y a pas de valeur dans le SDAGE vis-à-vis de l'état écologique des cours d'eau (paramètres physico-chimiques généraux). Après rejet, la concentration en sulfates dans la Seine augmente de 3mg/l pour s'établir à 41,8 mg/l. Cette concentration est loin par exemple des 250 mg/l maximum de la réglementation en eau potable européenne.
- ♦ Pour les AOX, la concentration initiale dans le rejet est également à prendre en compte : 0,27 mg/l (valeur maximale observée à la Gare Maillot), et à comparer au 1 mg/l qu'imposent par exemple les arrêtés préfectoraux du 02/02/98 pour des ICPE rejetant plus de 30 g/j. Précisons qu'au regard des flux rejetés la variation de concentration en AOX dans la Seine ne subira pas d'accroissement détectable par la mesure.

Tableau 38 : Simulation de l'impact qualitatif de rejet des eaux en Seine sur le secteur d'Haussmann Saint-Lazare (source : SED)

Haussmann Saint-Lazare					
Eaux de rejet rabattement nappe		Seine Tolbiac		Mélange au point de rejet	
PASQUIER - HSL (Analyse du : Janvier 2014)					
débit moyen rejet (m3/s)		QMNA5 (m3/s)			
0.28		81			
	Analyse forage	Flux (kg/j)	max	Flux (kg/j)	max % flux d'apport
N (mg/l)	0.58	14.03	29.5	206732.74	29.44 0.007
DCO (mg/l)	25	604.80	23	160963.20	23.01 0.376
DBO5 (mg/l)	3	72.58	2	13996.80	2.00 0.519
MES (mg/l)	5	120.96	54.2	379313.28	54.03 0.032
Sulfate (mg/l)	470	11370.24	38.9	272237.76	40.39 4.177
AOX (mg/l)	0.02	0.48	0.01	69.98	0.01 0.691
HCT (mg/l)	0.02	0.48	0.1	699.84	0.10 0.069
Cadnium (mg/l)	0.0002	0.00	0.01	69.98	0.01 0.007
Chrome (mg/l)	0.001	0.02	0.01	69.98	0.01 0.035
Pb (mg/l)	0.002	0.05	0.05	349.92	0.05 0.014
Ni (mg/l)	0.0032	0.08	0.01	69.98	0.01 0.111
Hg (mg/l)	0.00005	0.00	0.001	7.00	0.00 0.017
mesure en dessous du seuil de détection					
dépassement de 1% du fflux d'apport journalier					

Tableau 39 : Simulation de l'impact qualitatif de rejet des eaux en Seine sur le secteur de la Gare Maillot (source : SED)

Gare Porte Maillot					
Eaux de rejet rabattement nappe		Seine Tolbiac		Mélange au point de rejet	
Lutétien_ GPM (Analyse du : Février 2014)					
débit moyen rejet (m3/s)		QMNA5 (m3/s)			
0.207		81			
	Analyse forage	Flux (kg/j)	max	Flux (kg/j)	max % flux d'apport
N (mg/l)	2.60	46.50	29.5	206732.74	29.47 0.022
DCO (mg/l)	27	482.89	23	160963.20	23.01 0.300
DBO5 (mg/l)	3	53.65	2	13996.80	2.00 0.383
MES (mg/l)	61	1090.97	54.2	379313.28	54.22 0.288
Sulfate (mg/l)	170	3040.42	38.9	272237.76	39.23 1.117
AOX (mg/l)	0.27	4.83	0.01	69.98	0.01 6.900
HCT (mg/l)	0.02	0.36	0.1	699.84	0.10 0.051
Cadnium (mg/l)	0.0002	0.00	0.01	69.98	0.01 0.005
Chrome (mg/l)	0.0019	0.03	0.01	69.98	0.01 0.049
Pb (mg/l)	0.011	0.20	0.05	349.92	0.05 0.056
Ni (mg/l)	0.0041	0.07	0.01	69.98	0.01 0.105
Hg (mg/l)	0.00005	0.00	0.001	7.00	0.00 0.013
mesure en dessous du seuil de détection					
dépassement de 1% du fflux d'apport journalier					

Gare Porte Maillot					
Eaux de rejet rabattement nappe		Seine Tolbiac		Mélange au point de rejet	
Yprésien_ GPM (Analyse du : Février 2014)					
débit moyen rejet (m3/s)		QMNA5 (m3/s)			
0.207		81			
	Analyse forage	Flux (kg/j)	max	Flux (kg/j)	max % flux d'apport
N (mg/l)	0.50	8.94	29.5	206732.74	29.47 0.004
DCO (mg/l)	25	447.12	23	160963.20	23.01 0.278
DBO5 (mg/l)	3	53.65	2	13996.80	2.00 0.383
MES (mg/l)	5	89.42	54.2	379313.28	54.07 0.024
Sulfate (mg/l)	490	8763.55	38.9	272237.76	40.05 3.219
AOX (mg/l)	0.12	2.15	0.01	69.98	0.01 3.067
HCT (mg/l)	0.02	0.36	0.1	699.84	0.10 0.051
Cadnium (mg/l)	0.0002	0.00	0.01	69.98	0.01 0.005
Chrome (mg/l)	0.001	0.02	0.01	69.98	0.01 0.026
Pb (mg/l)	0.0035	0.06	0.05	349.92	0.05 0.018
Ni (mg/l)	0.003	0.05	0.01	69.98	0.01 0.077
Hg (mg/l)	0.00005	0.00	0.001	7.00	0.00 0.013
mesure en dessous du seuil de détection					
dépassement de 1% du fflux d'apport journalier					

C- Effets des rejets des eaux d'exhaure en Seine sur la température des eaux

Contexte réglementaire

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Seine-Normandie approuvé en octobre 2009, considère les rejets thermiques comme une pollution physico-chimique. L'élévation de température agit comme une barrière physique pour la faune piscicole au même titre que les barrages. D'autres effets plus insidieux sont observés en cas d'élévation anormale de la température du cours d'eau :

- ◆ Stress générant une augmentation de la consommation d'oxygène alors même que la concentration de celui-ci dans l'eau baisse du fait du dégazage occasionné par la chaleur ;
- ◆ Déplacement de l'équilibre acido-basique entre ammoniaque et ammonium vers plus d'ammoniaque, qui est toxique pour la faune piscicole ;
- ◆ Inhibition du développement embryonnaire du frai de poisson. Chaque espèce ayant une température optimale pour l'incubation de ses œufs, il est important de garantir toute l'année des températures proches des conditions saisonnières naturelles. Inhiber la fonctionnalité d'une frayère par une élévation de température peut être assimilé à une destruction ;
- ◆ Croissance d'algues dont la prolifération nuit à la qualité de l'eau.

Les poissons peuvent s'accommoder d'une élévation progressive de température, jusqu'à une valeur absolue maximum de 28°C sur toute la section de la rivière. Au-delà de cette température, des mortalités piscicoles ne manqueraient pas de survenir.

Naturellement, la température des eaux de Seine semble plafonner autour de 26°C, du fait des échanges thermiques entre l'atmosphère et la nappe alluviale. Toute élévation supérieure est donc à imputer en grande partie aux rejets et non aux phénomènes climatiques.

A titre d'exemple, l'arrêté ministériel du 2 février 2008, relatif aux prélèvements et consommation d'eau, ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées soumises à autorisation - dit "arrêté intégré" fixe les prescriptions relatives aux rejets des ICPE, notamment les rejets thermiques. Les rejets ne doivent pas entraîner :

- ◆ « ...une élévation maximale de température de 1,5°C pour les eaux salmonicoles et de 3°C pour les eaux cyprinicoles... »,
- ◆ « ...une température supérieure à 21,5°C pour les eaux salmonicoles, à 28°C pour les eaux cyprinicoles et à 25°C pour les eaux destinées à la production d'eau alimentaire... ».

Présentation du modèle

Afin d'étudier l'incidence des rejets sur la température des eaux, une modélisation hydraulique du panache thermique a été réalisée pour chacun des points de rejets. Une présentation synthétique du modèle et des résultats est présentée ci-après. Les rapports de modélisation complets sont présentés en annexe 22.

Pour rappel, les points de rejets considérés sont situés :

- ◆ Au droit de la Place de la Concorde pour les eaux de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare;
- ◆ Au niveau du déversoir d'orage Bugeaud en face de l'île de Puteaux pour les eaux de la gare Maillot.

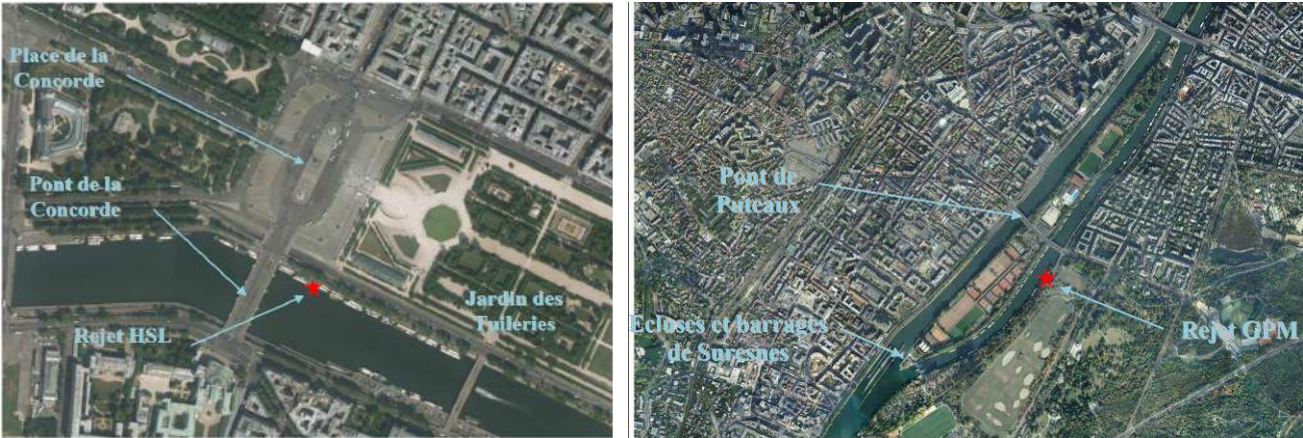


Figure 103 : Rappel sur la localisation des points de rejets de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare (à gauche) et de la Gare Maillot (à droite)

La modélisation des écoulements de la Seine a été réalisée à l'aide du module hydrodynamique (HD) du logiciel MIKE 21 développé par le Danish Hydraulic Institute (DHI), et la modélisation de la dispersion des eaux de rejet des eaux d'exhaure dans les eaux de la Seine est réalisée à l'aide du module Temperature/Salinity (TS).

Trois scénarios de rejet sont envisagés :

- ◆ **Le scénario estival** sera réalisé à partir d'un débit de la Seine assimilé au **QMNA5** (débit mensuel d'étiage ayant la probabilité 1/5 d'être atteint une année donnée) et une température égale à la **température maximale** relevée sur les 25 dernières années. La température du rejet étant de 14°C, son effet sera le refroidissement des eaux du fleuve.
- ◆ **Le scénario hivernal** fera intervenir le **plus faible débit d'hiver** (décembre, janvier, février) de la Seine relevé sur les 25 dernières années à la station hydrométrique d'Austerlitz. La température retenue sera la **valeur minimale** relevée sur les 25 dernières années. Ce scénario évaluera donc le réchauffement des eaux du fleuve.
- ◆ Le **troisième scénario** modélisera un **impact maximal** en cumulant le débit minimal (QMNA5) et la plus faible température connue. Ce scénario peut être qualifié de théorique dans la mesure où il est très improbable.

Les caractéristiques du milieu retenues pour les trois scénarios sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 40 : Caractéristiques du milieu retenues pour la modélisation des panaches thermiques des rejets d'eau d'exhaure de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare et de la Gare Maillot (Source : SED)

	Débit		Température	
	Référence	(m³/s)	Référence	(°C)
Scénario estival	QMNA5	82	Août 2003	26,6
Scénario hivernal	Q Janvier 1992	146	Février 2012	2,5
Scénario Impact maximal	QMNA5	82	Février 2012	2,5

Le débit de rejet utilisé pour la construction du modèle est de 1100 m³/h (≈ 0,305 m³/s), il s'agit d'un débit péjorant. Les eaux souterraines rejetées dans la Seine seront principalement issues de la nappe des sables de l'Yprésien et auront une **température relativement stable de 14°C**.

Résultats

Les résultats obtenus par la modélisation sont présentés ci-après :

◆ Pour les rejets de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare :

- **Scénario estival** : L'impact thermique du rejet des eaux d'exhaure du forage HSL dans la Seine est très limité. Dès la première maille du modèle au droit du rejet, la variation de la température n'excède pas - 1,2°C. Une variation de température de -0,1°C est prévue sur un linéaire de 85 m environ à l'aval du rejet, évolution qui reste globalement confinée en rive droite (largeur du panache de 20 m).

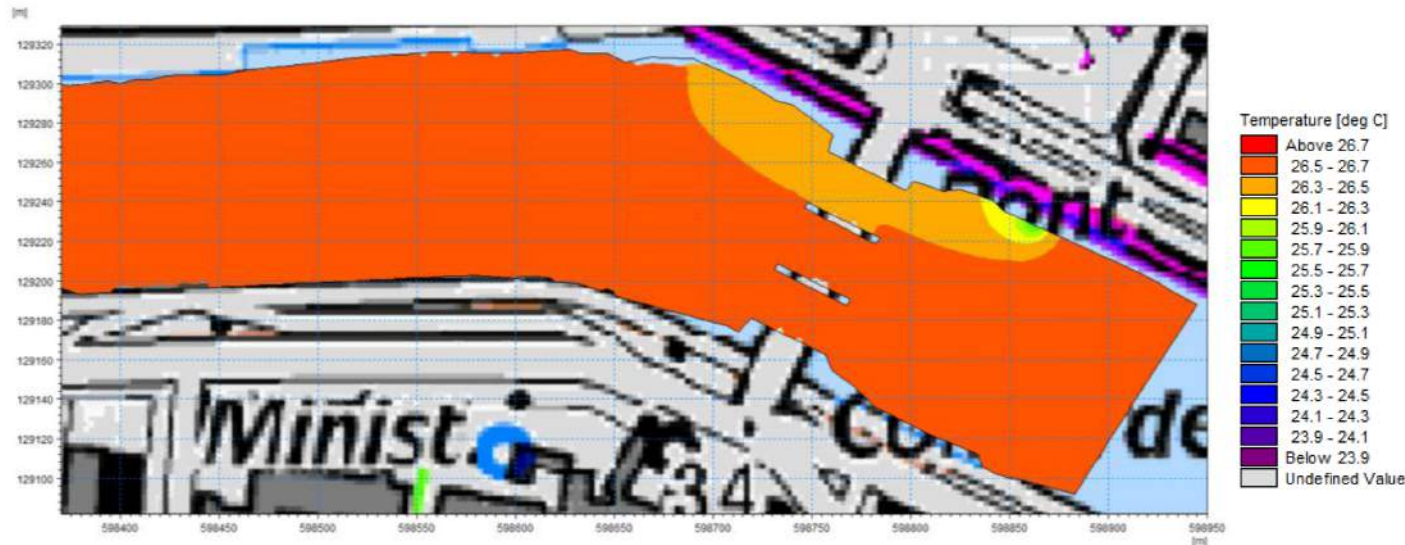


Figure 104 : Modélisation du panache thermique au droit de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare, scénario estival. (Source : SED)

- **Scénario hivernal** : L'influence d'un rejet thermique « chaud » dans les eaux de la Seine apparait également limitée. Au droit du rejet, la température n'excède pas 3,0°C (soit + 0,5°C). Une variation supérieure à + 0.1 °C est prévue sur un linéaire d'environ 65 m à l'aval du rejet, qui reste une nouvelle fois principalement confinée en rive droite (largeur maximale du panache de 15 m environ).

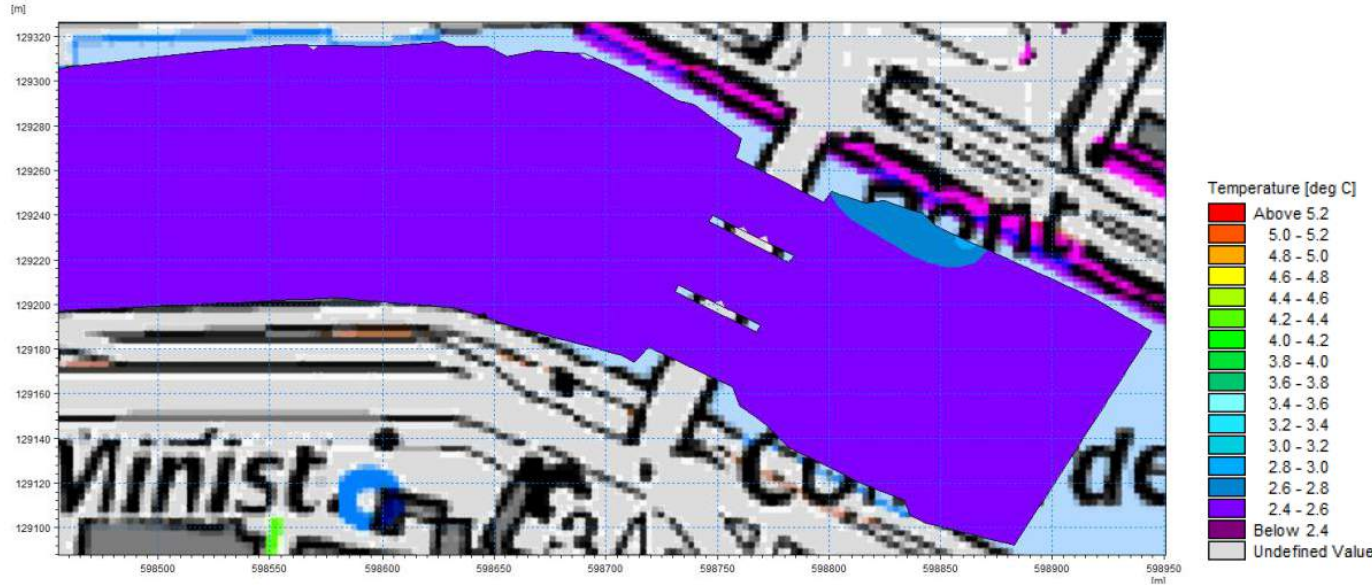


Figure 105 : Modélisation du panache thermique au droit de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare, scénario hivernal. (Source : SED)

- **Scénario extrême** : Au droit du rejet, une élévation de la température de 1 °C est prévue. L'influence prévue du rejet à + 0,1 °C est limitée à un linéaire de 150 m, avec une largeur maximale de panache de 40 m.

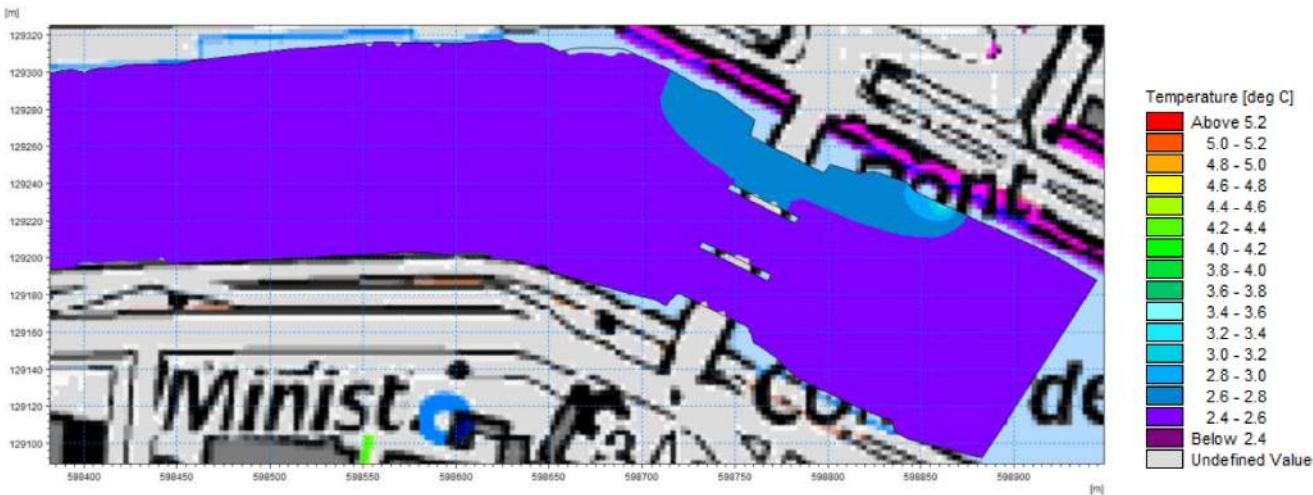


Figure 106 : Modélisation du panache thermique au droit de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare, scénario extrême. (Source : SED)

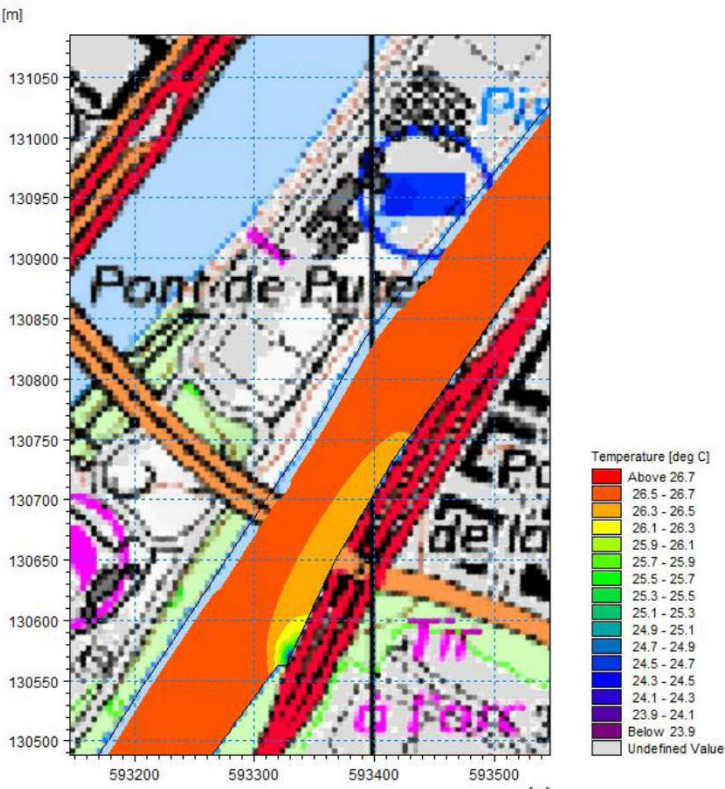
- **Synthèse des résultats** : concernant les rejets de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare, les impacts des rejets apparaissent donc très limités puisque le scénario le plus sensible serait le scénario extrême avec un delta de 1°C au niveau du point de rejet et une extension du panache sur une longueur de 150 m pour un delta de 0.1 °C. Ces variations sont conformes à la réglementation vis-à-vis des rejets des ICPE. A noter qu'en période estivale le rejet tend vers un refroidissement des eaux, favorable à la faune et à la flore. Les principales espèces de poisson rencontrées en Seine (ablette, gardon, chevine, etc.. – cf. Chapitre 1.5.4) sont des espèces tolérantes vis à vis de la qualité de l'eau et ne sont donc pas susceptibles d'être perturbées.

	Scénario été	Scénario hiver	Scénario extrême
Température de Seine initiale	26,6	2,5	2,5
Température au droit du point de rejet	25,4	3,0	3,5
Variation de température au droit du point de rejet	-1,2	+ 0,5	+ 1,0
Largeur max du panache avec delta T = 0,1 °C	20 m	15 m	40 m
Longueur max du panache avec delta T = 0,1 °C	85 m	65 m	150 m

◆ Pour les rejets de la Gare Maillot :

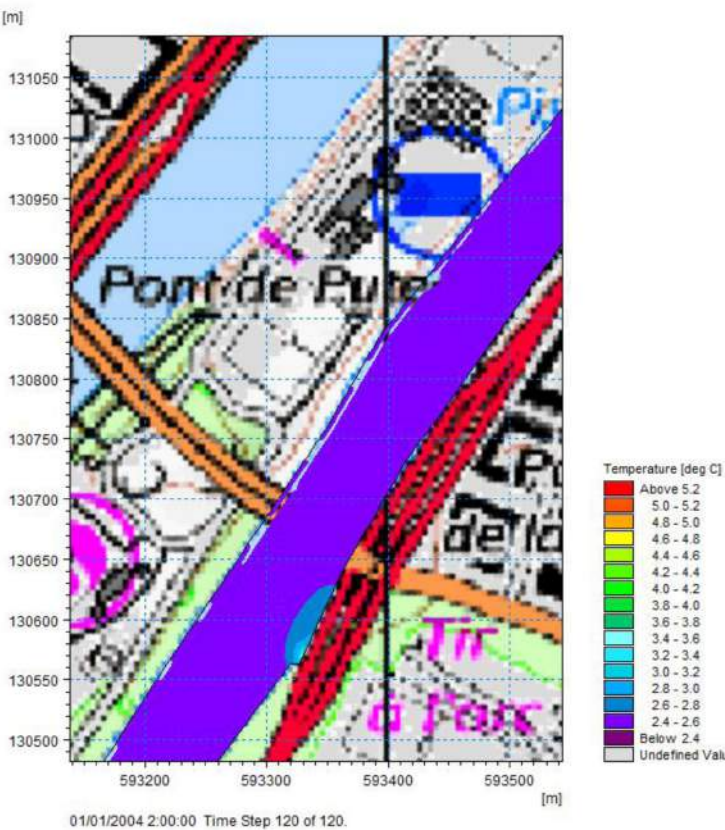
- **Scénario estival** : Du fait des faibles débits transitant par le bras de Neuilly, l'impact thermique du rejet des eaux d'exhaure du forage GPM dans la Seine est localement sensible. Dans la première maille du modèle au droit du rejet (emprise de 18 m²), la variation de la température atteint -3°C. Une variation de température de -0,1°C est prévue sur un linéaire de 230 m environ à l'aval du rejet, évolution qui reste globalement confinée en rive droite (largeur maximale du panache de 30 m).

Figure 107 : Modélisation du panache thermique au droit du déversoire BUGEAUD, scénario estival (Source : SED)



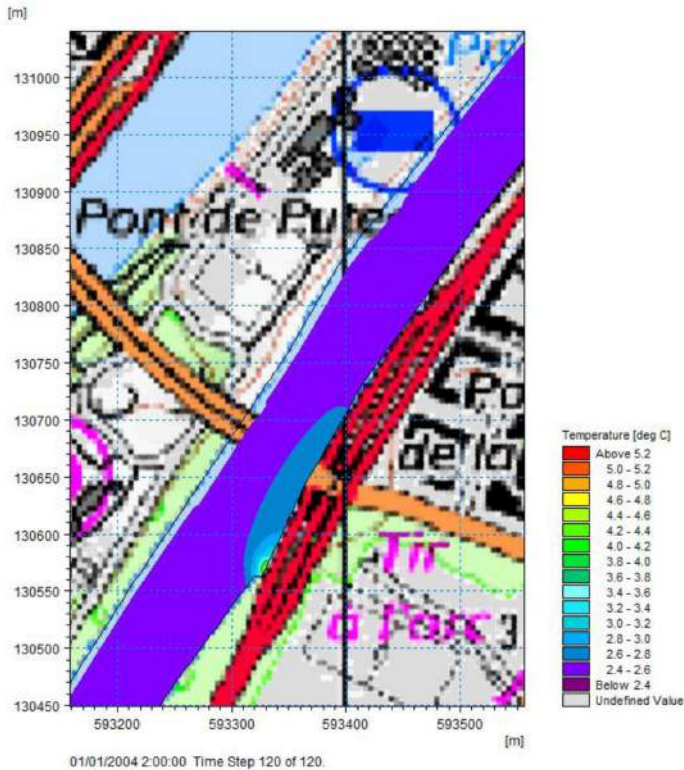
- **Scénario hivernal** : L'influence d'un rejet thermique « chaud » dans les eaux de la Seine apparait plus limitée. Au droit du rejet, la température atteint 3,8°C (soit + 1,3°C). Une variation supérieure à +0.1 °C est prévue sur un linéaire d'environ 80 m à l'aval du rejet, qui reste une nouvelle fois principalement confinée en rive droite (largeur maximale du panache de 30 m environ).

Figure 108 : Modélisation du panache thermique au droit du déversoire BUGEAUD, scénario hivernal (Source : SED)



- **Scénario extrême** : Au droit du rejet, une élévation de la température de 2,75°C est calculée. L'influence prévue du rejet à + 0,1 °C est limitée à un linéaire de 180 m, avec une largeur maximale de panache de 30 m.

Figure 109 : Modélisation du panache thermique au droit du déversoire BUGEAUD, scénario extrême (Source : SED)



- **Bilan des résultats** : Concernant les rejets de la Gare Maillot, le scénario le plus sensible serait le scénario d'été avec un delta de 3°C au niveau du point de rejet et une extension du panache sur une longueur de 230 m pour un delta de 0.1 °C ; mais il s'agit ici d'un refroidissement alors que la température de la Seine est élevée : 26 °C, en période estivale le rejet tend donc vers un refroidissement des eaux, favorable à la faune et à la flore. Les principales espèces de poisson rencontrées en Seine (ablette, gardon, chevaîne, etc.. – cf. Chapitre 1.5.4) sont des espèces tolérantes vis à vis de la qualité de l'eau et ne sont donc pas susceptibles d'être perturbées. Ces variations sont conformes à la réglementation vis-à-vis des rejets des ICPE.

	Scénario été	Scénario hiver	Scénario extrême
Température de Seine initiale	26,6	2,5	2,5
Température au droit du point de rejet	23,6	3,8	5,25
Variation de température au droit du point de rejet	-3	+ 1,5	+ 2,75
Largeur max du panache avec delta T = 0,1 °C	30 m	30 m	30 m
Longueur max du panache avec delta T = 0,1 °C	230 m	80 m	180 m

Au regard des objectifs du SDAGE, de la qualité de la Seine et des seuils de qualité de la DCE, nous pouvons considérer que l'impact des rejets liés au rabattement de nappe n'auront pas d'incidence néfaste sur la faune piscicole et la flore aquatique. De plus si l'on considère la période critique ou la température de la Seine est maximale le rejet des eaux d'exhaure a tendance à améliorer les conditions du milieu en refroidissant les eaux du fleuve.

D- Mesures d'évitement et de réduction associées

Au final, il apparait qu'au regard des analyses actuellement disponibles et des calculs précédents, il n'est pas nécessaire d'envisager un traitement autre qu'un traitement préventif vis-à-vis des matières en suspension³¹. Un suivi de la qualité des eaux sera mis en place afin de suivre son évolution au cours des pompages. Un by-pass vers le réseau sera installé, après accord et concertation avec les gestionnaires d'assainissement, pour dérivation des débits en cas de dépassement de seuil sur un des paramètres suivis (ou sur les paramètres non conservatifs surveillés en continu). Dans un tel cas de figure, la fréquence des analyses sera resserrée pour vérifier s'il s'agit d'un dépassement accidentel ou récurrent. Dans ce dernier cas, une étude approfondie sera engagée pour dégager une solution adaptée au paramètre anormal rencontré et interrompre ainsi les rejets dans le réseau.

Liste des éléments suivis, méthodes d'analyses et fréquence des prélèvements.

Sur la base des échanges avec la Police de l'Eau et de la liste des paramètres régulièrement analysés en Seine, une liste des éléments qui seront suivis est présentée ci-contre :

Elle a été établie :

- ♦ en sélectionnant les molécules pertinentes : les paramètres analysés figurant dans le suivi sont en effet issus de directives européennes concernant les eaux de surface ; les paramètres qui ne concernent pas les eaux pompées dans le cadre du projet (pesticides par exemple) ont donc été extraits,
- ♦ sur la base du Code de l'Environnement pour les éléments à rechercher.

Parmi tous les éléments analysés, les éléments en surbrillance jaune feront l'objet d'analyses par un laboratoire agréé COFRAC.

Les mêmes analyses seront effectuées sur des échantillons prélevés en Seine. Les sites de prélèvement seront à définir précisément avec la Police de l'Eau ; mais deux échantillons seront prélevés parallèlement aux échantillons d'eau souterraine :

- ♦ Un en amont du site de rejet,
- ♦ Un en aval, après mélange.

En outre, sera mis en place un contrôle continu des paramètres non conservatifs (indiqués en vert dans le tableau ci-contre) afin d'observer d'éventuels changements de qualité et donc de réaliser alors des analyses complémentaires le cas échéant en plus du programme de suivi analytique : pH, température, conductivité, O2 dissous et potentiel redox.

Les contrôles sur ces éléments seront réalisés en permanence selon des fréquences à définir avec la Police de l'Eau mais qui pourraient s'approcher de cette proposition :

- ♦ Hebdomadaire pour le suivi de l'abaissement piézométrique,
- ♦ Mensuelle pendant la première année,
- ♦ Trimestrielle ensuite.

Un tableau de fréquence des prélèvements proposé est présenté en pièce 5.

Tableau 41 : Liste des paramètres suivis pendant la période de rabattement des nappes - Source : SED

Physico-chimie	
Paramètres non conservatifs	
Oxygène dissous (mg O ₂ /L)	Suivi en continu avec enregistreurs (sonde multiparamètres + sonde spécifique)
DCO (mg O ₂ /L)	
Demande biochimique en Oxygène (mg O ₂ /L)	
Carbone organique dissous (mg C /L)	
Température °C	
pH	
Conductivité	
Nutriments	
Orthophosphates (mg PO ₄ ³⁻ /L)	Analyses laboratoire (à partir de préleveurs automatiques installés en sortie décanteur)
Phosphore total (mg P /L)	
Ammonium (mg NH ₄ ⁺ /L)	
Nitrites (mg NO ₂ ⁻ /L)	
Nitrates (mg NO ₃ ⁻ /L)	
NTK (mg/l)	
Polluants spécifiques	
Arsenic (µg/L)	
Chrome (µg/L)	
Cuivre (µg/L)	
Zinc (µg/L)	
Cadmium et composés (µg/L)	
Mercure et ses composés (µg/L)	
Nickel et ses composés (µg/L)	
Plomb et ses composés (µg/L)	
Autres	
MES	
AOX	
HCT	
Sulfates	

³¹ De par sa nature granulaire, la nappe des sables du Cuisien peut contenir des fines. Celles-ci seront, pour leur plus grande partie, mobilisées lors des phases de développement – leur élimination est nécessaire pour une bonne circulation de l'eau entre les grains et donc une bonne efficacité des pompages – mais des 'bouffées' peuvent se produire à tout moment en raison de l'accroissement du cône de rabattement en fonction du temps.

3.2.1.3 Risque de pollution liés aux travaux de curage de la Seine

A- Effet de l'opération

La réalisation du port fluvial nécessite la réalisation de dragages dans le lit mineur de la Seine afin de dégager un tirant d'eau suffisant pour permettre l'accostage des barges.

Le volume de dragage est estimé à **2710 m³**. Les matériaux seront constitués de sables argileux et d'enrochements (de diamètre 20 à 80 cm).

La réalisation de dragages entrainera un **risque de mise en suspension de sédiments** augmentant ponctuellement et provisoirement le taux de matières en suspension dans l'eau. En grande concentration, les matières en suspension peuvent entraîner des impacts négatifs sur le milieu aquatique en limitant la pénétration de la lumière dans l'eau et donc la photosynthèse des végétaux, ainsi que sur la faune piscicole par colmatage des branchies entraînant l'asphyxie (>200 mg/l).

A noter que d'après l'analyse de leur qualité présentée dans l'état initial (cf. chapitre 1.3.5), ces sédiments ne sont pas pollués et n'auront pas d'incidence négative sur la chimie des eaux.

B- Mesures d'évitement et de réduction des effets

Au cours de la phase d'exploitation de la plateforme portuaire, l'entreprise devra maintenir un mouillage de 4 m au niveau du chenal de navigation. Le nombre, l'étendue, la durée et la fréquence des opérations de dragage seront limités au strict nécessaire permettant d'atteindre la cote de mouillage de 4 m, afin de minimiser les impacts sur l'environnement.

Afin d'estimer les sédiments à draguer, un relevé bathymétrique de la situation initiale de la zone a été effectué dans le cadre des études PRO. Ces relevés permettent d'ajuster les zones d'intervention et de localiser l'intervention, les coupes de ces relevés sont présentées en pièce 6 (tome 3). En complément, des relevés bathymétriques seront prévus après chaque crue notable (d'occurrence au moins quinquennale) et a minima trois fois par an, avec des points de mesure situés en amont, au droit et en aval de la plateforme portuaire ; le cas échéant, des interventions de dragage d'entretien pour maintenir le mouillage de 4 m seront programmées.

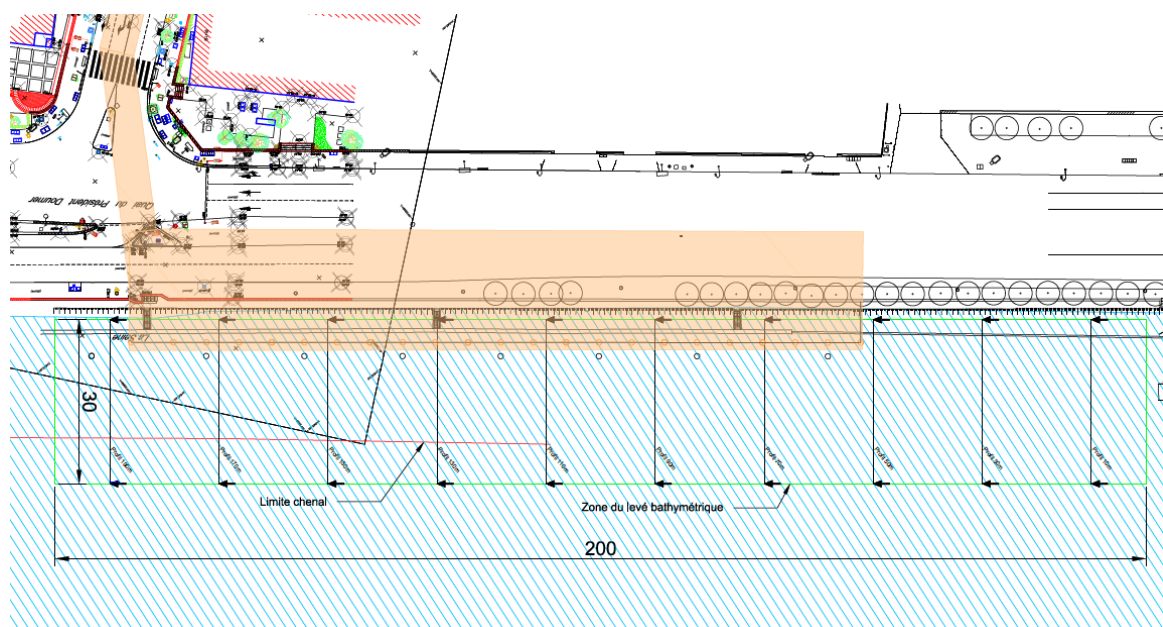


Figure 110 : Localisation des zones de relevés bathymétrique (source : SED)

Les interventions de dragage engendrent toutefois un risque de remobilisation des sédiments et un colmatage potentiel des zones en aval. Durant ces interventions, pour suivre le risque de colmatage, des mesures de suivi de la qualité des eaux (Matières en suspension,) seront mises en œuvre par l'Entreprise. Trois points de mesure distincts seront situés en amont et en aval du port fluvial.

Les produits de dragage feront l'objet d'une analyse afin de déterminer la filière d'élimination appropriée. Leur transport sera réalisé de manière à limiter tout risque de relargage durant l'opération (mise en place d'un système d'étanchéité).

Lors de ces phases d'intervention susceptibles d'engendrer une mise en suspension de sédiments, un suivi régulier de la température et de l'oxygène dissous en aval immédiat des travaux sera mené. Les résultats de ce suivi seront transmis régulièrement à la Police de l'Eau.

Au-delà de ces mesures de suivi, les techniques mises en œuvre doivent permettre de réduire au maximum cette remobilisation ou son expansion. Il s'agit :

- ♦ De l'utilisation d'une drague « environnementale » : ainsi la pelle mécanique utilisée pour le dragage sera équipée de godets adaptés (obturables), limitant la remise en suspension lors de l'intervention de dragage.
- ♦ De la mise en place d'un rideau « anti-dispersant » permettant de réduire le risque de dispersion vers l'aval. La zone draguée étant bien identifiée, ce rideau pourra être déployé en fonction des relevés bathymétriques effectués.

3.2.1.4 Risque de pollutions des eaux liés aux chantiers et mesures associées

A- Sources de pollutions

Une pollution accidentelle affectant la qualité des eaux superficielles peut avoir lieu :

- ♦ En cas de fuites d'huiles, de carburants ou d'autres substances pouvant se produire sur le sol depuis les lieux de stockages ou depuis les engins et installations de chantier en évolution ou à l'arrêt;
- ♦ En cas de mise en suspension de poussières suite aux travaux de démolitions de bâtiments, de démantèlement des installations du port fluvial et de terrassements, ces particules appelées « fines » ont un effet essentiellement physique, mais peuvent avoir un effet chimique dans le cas de matériaux initialement pollués (amiante...)
- ♦ En cas de déversements de substances polluantes suite à un accident d'un train de fret transportant des matières dangereuses ;

B- Mesures associées

Plusieurs catégories de mesures, exigées dans les futurs marchés avec les entreprises en charge de la réalisation des travaux, seront mises en place afin d'éviter et réduire tout risque de pollution sur chaque zone de chantier :

- ♦ Un Plan d'Assurance Environnement (PAE) des entreprises chargées des travaux, détaillant toutes les prescriptions relatives à la préservation de l'environnement (et notamment les différentes procédures d'exécution et de contrôle à mettre en œuvre pour prévenir le risque) sera réalisé et transmis à la Police de l'Eau ;
- ♦ Un plan d'alerte en cas de pollution accidentelle (Plan d'Organisation et d'Intervention – POI) sera mis en place en phase chantier. Il précisera l'organisation retenue afin de mobiliser au mieux, dans l'espace et dans le temps, l'ensemble des moyens techniques et humains à mettre en œuvre afin de prévenir les conséquences des pollutions accidentelles. Élaboré par les entreprises chargées des travaux, en phase préalable à la réalisation du chantier, il sera transmis aux services chargés de la Police de l'eau intervenant sur le projet. Il comportera toutes les procédures à mettre en œuvre en cas de pollution accidentelle en phase chantier et

décriera le matériel à disposition sur les chantiers permettant d'intervenir immédiatement et de limiter la diffusion d'une éventuelle pollution. Le POI comprendra plusieurs opérations à réaliser successivement à savoir :

- Alerter selon le plan d'alerte et de secours mis en place en concertation avec le Service Départemental d'Incendie et de Secours (pompiers) ;
 - Identifier la source et l'origine de la pollution ;
 - Neutraliser la pollution : disposer de produits (absorbant...) et matériels spécifiques (kit dépollution dans les véhicules des chefs d'équipe et barrages terrestres et flottants disponibles sur les installations générales de chantier à proximité de la Seine), permettant une intervention rapide en cas de déversement accidentel et de limiter la propagation de la pollution dans les eaux souterraines d'une part et les eaux superficielles d'autre part ;
 - Traiter la pollution : extraire les terres polluées et les stocker sur une aire étanche sous polyane (film d'étanchéité ou de protection) à minima. Dans le cas d'une pollution des eaux superficielles des barrages flottant seront mis en place ainsi qu'un pompage et une évacuation en filière adaptée des eaux polluées;
 - Évacuer les terres polluées vers un centre de traitement spécifique et adapté.
- ♦ L'entretien des engins se fera sur des aires spécialement aménagées (citerne double enveloppe, plateforme bétonnée étanche avec rebord type fossé permettant de recueillir les eaux polluées et équipée de dispositifs débourbeur/déshuileur...). En particulier, les eaux de lavage de centrales à béton, toupies et bennes pouvant polluer les sols et les nappes, les emplacements de lavage contiendront des bacs de décantation. Ces bacs seront régulièrement vidés avant saturation et le dépôt de béton sera jeté en benne inerte ;
- ♦ Le stockage des produits polluants se fera à l'abri de la pluie et dans des conditions telles qu'ils ne pourront pas être mélangés et polluer le sol (type cuves aériennes fermées sur bac de rétention). Des bacs de rétention de tailles adaptés seront également prévus sous tout poste utilisant des produits sous forme liquide susceptibles d'amener une pollution des eaux et des sols.
- ♦ Les travaux susceptibles d'entraîner une pollution des eaux par lessivage du sol (exemple : application de produits de collage avant la mise en place d'enrobés...) seront réalisés hors période pluvieuse.



Figure 111 : Système de lavage des goulottes des toupies béton dans un big-bag (à gauche) et système de stockage de produits polluants (à droite) - Source Egis / Virginie FERRET

- ♦ Afin de combattre le rejet de fines, des stations de traitement équipées de bacs de décantation seront mises en place et entretenues régulièrement. En outre, le chantier sera organisé de

façon à réaliser autant que faire se peut les ouvrages définitifs de collecte et d'assainissement le plus tôt possible. De plus, d'autres dispositions seront préconisées pour limiter les incidences sur la qualité des eaux en phase travaux :

- Réaliser les décapages juste avant les terrassements ;
 - Bâchage des bennes de stockages et des camions d'évacuation des matériaux excavés ;
 - Mise en place de système de lavage des roues en sortie des véhicules du chantier ;
 - Engazonner au plus tôt les talus de déblais et de remblais pour limiter l'entraînement des fines par érosion,
 - Assurer le bon fonctionnement des ouvrages existants (entretien par curage régulier notamment),
 - Raccorder les installations de chantier aux réseaux communaux (eaux usées et eaux pluviales) après concertation et accord des concessionnaires et des communes.
- ♦ Les circulations ferroviaires seront ralenties ou interrompues et une surveillance permanente de la plateforme ferroviaire sera effectuée à l'approche des zones de travaux pour lesquelles la stabilité de la voie est ou risque d'être affectée afin d'éviter tout accident de renversement de trains fret. Les mesures de sécurité strictes définies par les référentiels techniques SNCF Réseau (anciennement RFF) et procédures SNCF seront appliquées.

En cas de déversement accidentel malgré ces précautions, des kits d'intervention d'urgence devront être mis à disposition sur le chantier par les entreprises, afin de permettre une intervention dans les meilleurs délais. Ainsi, les produits déversés seront récupérés très rapidement et les sols contaminés seront décapés. Ceux-ci seront ensuite évacués en centres de traitement agréés.

Une obstruction des bassins de rétention pourra également être réalisée afin de faciliter le confinement d'une pollution.

Il convient par ailleurs de préciser que les installations de chantier seront raccordées aux réseaux communaux d'eaux usées après concertation et accord des concessionnaires.

Toutes les opérations sont susceptibles d'entraîner une pollution accidentelle du sol ou du sous-sol, cependant toutes les précautions sont mises en place afin d'éviter ou à défaut réduire ce risque au maximum, et toute les mesures de traitement d'urgence en cas de pollution seront prévues.



Figure 112 : Filtre à paille en sortie d'un bassin de décantation (Source : EGIS / Virginie FERRET)

3.2.1.5 Effets des installations en zone inondable et mesures associées

A- Effet de l'opération

La réalisation des opérations d'Eole nécessitera de réaliser certains travaux en zone inondable :

- ◆ Installations de chantier du puits Pasquier ;
- ◆ Installations de chantier du puits Abreuvoir et du Port Fluvial.

La réalisation de ces travaux présente un risque de pollution supplémentaire vis-à-vis des eaux superficielles en situation de crue. En cas d'inondation les bases chantiers peuvent être submergées et les matières polluantes ou toxiques stockées sur site peuvent être entraînées dans les eaux superficielles et se répandre.

B- Mesures

A l'instar de la météo, le niveau des crues sera surveillé en permanence via le site «www.vigicrues.gouv.fr», deux fois par jour. Les crues de la Seine étant des crues lentes et prévisibles, en cas d'alerte inondation, les installations sensibles seront rapatriées dans la mesure du possible hors des zones à risques.

Tous les produits seront préventivement stockés en étant protégés pour ce type de situation (stockage hors zone-inondable ou au-dessus des plus hautes eaux connues, stockage étanche et fixé au sol...). De manière générale une situation d'inondation sera préventivement envisagée et des mesures pour tous les éléments pouvant être source d'impacts et susceptibles d'être altérés seront définies. Concernant le puits Pasquier, les installations de traitement des eaux d'exhaure devant être maintenues en permanence, elles seront préférentiellement implantées, après accord de la mairie, Place Saint Augustin, en dehors de la zone inondable.

Enfin les puits eux même seront protégés contre la submersion en phase travaux par la réalisation d'un mur d'enceinte au-dessus des PHEC (cf. Chapitre 2.2.1.4)

3.2.1.6 Synthèse des effets du projet sur la qualité des eaux en phase travaux

En phase travaux, le fonctionnement normal des installations aura une incidence faible et localisée sur la qualité des eaux superficielles.

Les incidences attendues sur la qualité des eaux superficielles sont liées :

- ♦ A la réalisation d'un dragage de sédiments au droit du futur port fluvial de Courbevoie, ce dragage est susceptible d'entraîner une remise en suspension de sédiments augmentant ainsi le taux de matière en suspension dans l'eau. Toutefois, les analyses de sédiments réalisés par la société BIEF à proximité immédiate du port fluvial n'ont pas mis en évidence de pollution au sein de ces sédiments, leur incidence sera donc exclusivement physique, localisée, et sur une durée très limitée.
- ♦ Aux rejets des eaux d'exhaure en Seine : des analyses ont été réalisées sur les eaux d'exhaure au droit de chacun des sites de pompage (Haussmann Saint-Lazare, Gare Maillot et La Défense), **ces analyses n'ont pas montrée de risque de dégradation de la qualité de la Seine**. De plus, **une modélisation de l'effet thermique du rejet des eaux d'exhaure** à été réalisé, et **n'a pas montré d'incidences négative notable avec, au contraire, un effet positif** sur la température des eaux en période estivale.

Enfin, concernant le risque de pollution accidentelle des eaux superficielles (déversement de produits polluants, fuite d'huiles ou de carburant...), il est rappelé que **ce risque correspond à un fonctionnement anormal des installations. Il reste exceptionnel et est maîtrisé pas la mise en œuvre des mesures décrites ci-après.**

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Un suivi régulier de la qualité des eaux (température, oxygène dissous) sera réalisé en aval immédiat des travaux de dragage.

Concernant le rejet des eaux d'exhaure, une liste de paramètres établie sur la base des échanges avec la Police de l'Eau seront suivis régulièrement avant le rejet en Seine. Dans le cas où une pollution susceptible d'entraîner une dégradation de la qualité des eaux serait constatée, un traitement de l'eau adaptée à la pollution sera mis en place.

Les résultats de ces analyses seront transmis régulièrement à la Police de l'Eau.

Concernant, le risque de pollution **accidentelle des eaux superficielles, il sera anticipé**, et toutes les mesures de prévention et d'intervention seront mises en place pendant les travaux afin de limiter l'incidence d'une telle pollution accidentelle et **la rendre ainsi négligeable** (cf. Pièce 5).

3.2.2 En phase exploitation

3.2.2.1 Synthèse des travaux ayant un effet sur la qualité des eaux superficielles

Dans le cadre du projet Eole, les travaux susceptibles d'avoir une incidence sur la qualité des eaux superficielles en phase exploitation sont liés aux risques de pollutions du sol pouvant être entraînées par ruissellement vers les eaux superficielles :

- ◆ Pollutions chroniques suite à l'usure du matériel;
- ◆ Pollutions saisonnières suite aux traitements nécessaires à l'entretien des voies ;
- ◆ Pollutions accidentelles liées aux installations et au transport de fret.

3.2.2.2 Risques de pollutions des eaux en phase exploitation et mesures associées

Les voies du RER E ayant pour vocation d'être exclusivement empruntées par des trains électrifiés transportant des voyageurs, l'impact sur la qualité des eaux souterraines restera limité. Néanmoins, comme toute infrastructure ferroviaire, elle est susceptible d'engendrer, en phase exploitation, plusieurs types de pollution : chronique, accidentelle et saisonnière.

A- Sources de pollutions

◆ Pollution chronique

L'alimentation en énergie du RER E étant électrique, la pollution chronique est essentiellement liée à l'usure des rails et des caténaires ou issue du matériel roulant. Même si le trafic se trouvera augmenté par rapport à la situation actuelle, l'impact ne sera pas significatif. En outre, il convient de souligner qu'à la différence d'une infrastructure routière, la quantité déposée de ces polluants reste très limitée. A ce titre, les transferts modaux route-rail rendus possibles par le prolongement du RER E à l'Ouest vont engendrer une diminution de la pollution chronique routière, cette dernière étant corrélée au nombre de déplacements.

Enfin, l'absence de sanitaires au bord des futures rames du RER E permettra de supprimer tout risque de contamination d'origine fécale. Cette décision a été prise compte tenu de la fréquence élevée du RER (environ 1 train toutes les 5 minutes). En compensation, un plus grand nombre de gares seront équipées, en tenant compte de leur importance, de leur situation géographique, et de la présence ou non de sanitaires publics sur le parvis. Par conséquent, il n'y aura pas de risque de pollution chronique organique.

◆ Pollution saisonnière

La pollution saisonnière est liée aux traitements phytosanitaires du ballast et des abords immédiats des voies, les eaux étant souvent impactées puisque le coefficient de ruissellement moyen sur une plateforme nouvelle est estimé à 85 % (soit le coefficient correspondant à un secteur fortement urbanisé). Or ce désherbage est indispensable pour des raisons de sécurité ferroviaire, du personnel et d'incendie. Il permet d'assurer une parfaite visibilité et un transport sécurisé. A noter que ce traitement n'est pas effectué dans la partie souterraine.

Cet entretien se fait par des méthodes chimiques notamment pour le traitement des voies et des pistes, associées à des méthodes mécaniques pour les abords. Pour l'ensemble, seuls les produits homologués par le Ministère de l'Agriculture sont utilisés, dans les conditions prévues par l'homologation. Aussi seuls sont utilisés des produits homologués pour le traitement des zones non agricoles, exempt de classement toxicologique (EC) ou classés « nocifs » ou « irritants » (Xn ou Xi). Les produits classés toxiques (T) ne sont pas utilisés. De plus, les contraintes environnementales et

le coût des produits amènent à ne les utiliser que dans des cas strictement nécessaires et à des dosages sensiblement inférieurs aux dosages homologués.

La figure ci-dessous présente les objectifs de maîtrise de la structure et de la densité de la végétation fixés par la SNCF en fonction des voies et des pistes ferroviaires.

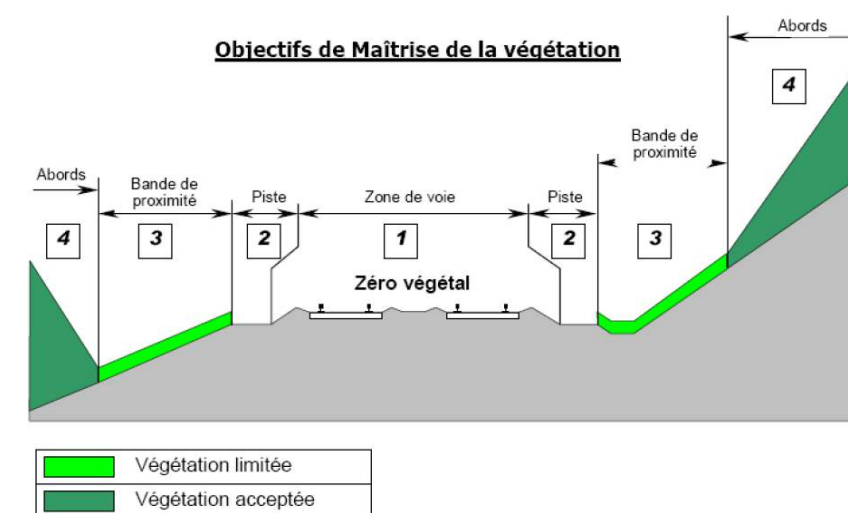


Figure 113 : Traitement des voies et des pistes ferroviaires - Source : Note publique SNCF Végétation, mai 2011

Traitement des voies et des pistes :

L'objectif fixé aux traitements réalisés est l'absence de toute végétation dans la partie ballastée, une végétation éparse, de faible développement, est tolérée dans la piste. Il est réalisé un traitement annuel au printemps de début mars à mi-juillet. Ce traitement peut être complété d'un traitement d'automne dans les zones de recolonisation par la végétation. Cette campagne est divisée en trois périodes auxquelles sont adaptées les modes d'action des herbicides :

- Jusqu'à mi-avril : traitement mixte à action dominante préventive, résiduaire de pré ou de post-levée, complété d'une action foliaire systématique ;
- De mi-avril à fin mai : traitement à action mixte préventive résiduaire et curative foliaire systématique ;
- A partir de début juin : traitement curatif foliaire systématique seul.

L'application se fait par des trains désherbeurs à grand rendement. Ces trains sont équipés de dispositifs de mélange continu, asservis à la vitesse du train (variable selon les zones à traiter) et à la largeur à traiter et permettent d'appliquer des dosages différenciés selon les parties traitées (partie ballastée et piste). Les écarts de dosage constatés sont inférieurs à 1%. En complément des camions épandeurs à injection directe sont utilisés pour les traitements des abords des passages à niveau notamment.

Les matières actives préventives utilisées ont évolué en 2004 suite à la mise en application de la Directive européenne CE/91-414. Cette directive a été abrogée par le règlement (CE) n° 1107/2009, l'un des 4 textes du « paquet pesticides » adopté le 21 octobre 2009. Ce règlement est entré en vigueur le 14 juin 2011. Précisons que le « paquet pesticides » vise à réduire de façon sensible les risques liés aux pesticides ainsi que leur utilisation et ce dans une mesure compatible avec la protection des cultures. Ce paquet législatif contient :

- Un règlement (CE) n°1107/2009 relatif à la mise sur le marché et l'évaluation des produits phytopharmaceutiques,

- Une directive 2009/128/CE instaurant un cadre communautaire d'action pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable,
- Une directive 2009/127/CE concernant les machines destinées à l'application des pesticides,
- Un règlement (CE) n°1185/2009 relatif aux statistiques.

Les substances actives des herbicides totaux appliqués en 2010 sont :

- Herbicides curatifs foliaires : 2,4-D ; 2,4 MCPA ; Aminotriazole ; Dichlorprop-P ; Glyphosate ;
- Herbicides préventifs résiduels : Carbétamide ; DFF ; Flazasulfuron ; Isoxaben ; Oxadiazon ; Oxyfluorène ; Pendiméthaline.

Traitement des abords :

Le traitement des abords situés au-delà des bandes de proximité est beaucoup plus extensif. Les objectifs recherchés sont :

- limiter le volume des arbres à haute tige qui peuvent engager la sécurité des circulations ou des riverains en cas de chute, mais aussi déstabiliser les ouvrages en terre, ou générer des difficultés de traction ou de freinage lors de la chute des feuilles ;
- Limiter la végétation arbustive ou ligneuse qui gêne la surveillance des ouvrages en terre, dégrade les clôtures et sert de refuge pour la faune sauvage.

Si la végétation n'est pas trop développée, les abords sont maintenus par traitement chimique sélectif des graminées. Dans le cas où des arbres ou des arbustes se sont excessivement développés, il est procédé à un essartage manuel ou mécanique suivi les deux ou trois années suivantes de traitements chimiques, sélectifs des graminées, permettant de reconstituer une couverture végétale herbacée et durable.

D'une façon générale, il convient de préciser que des traitements phytosanitaires sont déjà mis en œuvre à l'heure actuelle, et le que prolongement du RER E n'engendrera pas d'augmentation des quantités de produits utilisés.

♦ **Pollution accidentelle**

Les risques de pollution accidentelle de l'eau seront très faibles et pourront être dus :

- à des avaries sur le matériel roulant, peu fréquentes ;
- à l'entretien de la ligne, notamment en lien avec les installations de maintenance du matériel roulant. Les risques sont minimes car les installations sont prévues pour éviter tout rejet sur le sol ou dans les eaux superficielles (voies sur fosses, stockage étanche, eaux industrielles raccordés aux réseaux d'assainissement...) ;
- à un accident de train fret transportant des matières dangereuses (cas exceptionnel). A noter que la prolongation du RER E à l'Ouest n'engendrera pas d'augmentation du trafic de fret et ne constitue donc pas un risque supplémentaire.

B- Mesures

♦ **Pollution chronique**

Un dispositif d'assainissement sera mis en place là où que les structures de la plateforme ferroviaire supportant les voies seront refaites dans le cadre du projet. Dans ces secteurs, le réseau de drainage de la plateforme ferroviaire collectera les eaux de ruissellement et d'infiltration des structures qui seront ensuite dirigées vers des ouvrages de rétention avant rejet, selon les possibilités dans le sous-sol ou sur le sol, à défaut dans les cours d'eau proches ou à défaut dans les réseaux d'assainissement urbains.

Ces bassins écrêteurs, qui ne présenteront qu'une fonction de régulation du débit de rejet, sont les seuls dispositifs classiquement proposés pour ce type de projet. En effet, des recherches sont actuellement en cours pour tenter de déterminer et d'évaluer les quantités de polluants, et notamment les métaux lourds, produits par le contact roue-rail, car en l'état des connaissances actuelles, ces paramètres ne sont pas connus.

Néanmoins, et bien que ce ne soit pas leur fonction majeure, ces dispositifs joueront accessoirement un rôle de décantation, ce qui permettra de traiter une éventuelle pollution (MES, molécules adsorbées aux MES et flottants notamment) et permettront de piéger une partie importante des polluants en améliorant significativement les eaux rejetées.

♦ **Pollution saisonnière**

Les traitements chimiques réalisés par la SNCF sont soumis aux contraintes réglementaires en vigueur en France. En outre, depuis plusieurs années, une politique de réduction des quantités de produits utilisés est menée par SNCF Réseau. L'utilisation des produits phytosanitaires fait l'objet d'un indicateur qui souligne notamment que la quantité annuelle appliquée sur le réseau ferré a diminué de plus de 40 % sur les 20 dernières années.

Ainsi, le directeur général de l'alimentation du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et le directeur de l'eau du Ministère de l'Écologie et du Développement durable ont signé un accord-cadre le 16 mars 2007 avec la SNCF Réseau. Celui-ci, définit le cadre général d'actions d'intérêt commun portant sur l'utilisation des produits phytosanitaires et la réduction de son impact sur la qualité de l'eau. SNCF Réseau s'engage alors à :

- Poursuivre leurs efforts de réduction d'utilisation des produits de désherbage, et d'amélioration des pratiques de désherbage pour réduire leur impact environnemental, notamment en recourant à des techniques alternatives lorsque c'est possible, au sein des zones sensibles pour l'environnement, en sélectionnant les produits, en améliorant l'élimination des déchets issus des traitements et en sensibilisant le personnel en charge du désherbage ;
- Supprimer les traitements sur les parties ballastées des nouvelles voies pendant les premières années d'exploitation, puis tous les deux ans, et retirer les traitements curatifs sur les parties ballastées sauf sur des zones reconnues comme infestées ;
- Assurer la traçabilité des traitements effectués notamment, grâce à la modernisation des trains désherbeurs ;
- Participer aux groupes régionaux de lutte contre la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires et mettre en place des partenariats avec les gestionnaires de ressource en eau.

Enfin, à titre préventif et conformément aux procédures en usage actuellement à la SNCF, le traitement ne sera pas effectué en période pluvieuse ou venteuse.

Des périmètres de protection sont par ailleurs définis par arrêtés préfectoraux afin de préserver des risques de pollution les ressources en eau potable. Les possibilités de traitement chimiques sont restreintes, voire interdites à la traversée de ces périmètres

Ce type de contrainte est extrêmement difficile à gérer dans l'état actuel des techniques disponibles. En effet, si un traitement mécanique des abords et des bandes de proximité est possible, il n'existe pas de solution alternative curative efficace permettant de maintenir l'enherbement des voies et des pistes à un niveau acceptable à la traversée de ces zones. Des dispositions constructives vont être envisagées par Réseau Ferré de France, le propriétaire du réseau, pour limiter l'envahissement de la voie et des pistes par la végétation.

La refonte de la directive européenne 91/414 et l'adoption des nouveaux règlements européens en termes de traitements phytosanitaires devraient encore accroître les contraintes. De plus, les prescriptions découlant du Grenelle de l'environnement, déclinées par le plan Ecophyto 2018, imposent à l'horizon 2018 de réduire de 50 % les traitements chimiques réalisés sur le réseau ferroviaire. SNCF Réseau s'engage à participer aux Comités Régionaux d'Orientement et de Suivi (CROS) du plan Ecophyto 2018, au fur et à mesure de leur mise en place.

♦ Pollution accidentelle

Dans la mesure où les pollutions d'origine accidentelle dues à l'exploitation du RER E à l'Ouest sont très peu probables, à l'heure actuelle, les mesures sont exclusivement proposées à titre curatif. Ainsi, en cas de pollution accidentelle, les modalités des plans de secours établis en liaison avec les SDIS (Services Départementaux d'Incendie et de Secours) devront être appliquées :

- Information des acteurs concernés, et notamment les mairies...;
- Récupération des éventuels polluants par piégeage soit dans les réseaux d'assainissement, soit dans les bassins d'écêtement lorsque cela est possible.

En effet, les éventuels polluants pourront être piégés dans les bassins de régulation suite au comblement du point d'évacuation des eaux par le jet de sacs de sable spécialement stockés à proximité (système simple et efficace). Il conviendra à ce titre de veiller à ce que les sacs ne soient pas percés afin d'éviter tout entraînement de sable dans le réseau. Les polluants pourront ensuite être pompés et évacués pour être traités dans des centres spécialisés.

Soulignons ici que l'infrastructure ferroviaire est surveillée en permanence par les exploitants ce qui garantit un temps d'intervention raisonnable en cas de pollution accidentelle.

3.2.2.3 Synthèse des effets du projet sur la qualité des eaux en phase exploitation

En phase exploitation, le projet n'aura pas d'incidence notable sur la qualité des eaux superficielles.

Aucun rejet direct ou permanent dans les eaux superficielles ne sera réalisé, limitant ainsi tout risque de pollution des eaux.

Ainsi, seul le ruissellement des eaux sur les infrastructures de surface est susceptible d'influencer la qualité des eaux superficielles.

En raison de diverses contraintes techniques ou environnementales, les eaux pluviales collectées au niveau des installations de surface seront dirigées vers les réseaux d'assainissement et ne rejoindront pas directement les eaux superficielles limitant ainsi tout risque de pollution des eaux.

L'exploitation d'une ligne ferroviaire constitue par ailleurs une faible source de pollution en comparaison avec les flux générés par un trafic routier, d'autant plus que le projet Eole n'augmente pas le trafic de fret sur les voies.

Enfin, concernant le risque de pollution accidentelle des eaux superficielles (déversement de produits polluants, fuite d'huiles ou de carburant...), il est rappelé que **ce risque correspond à un fonctionnement anormal des installations et reste exceptionnel. Il est par ailleurs maîtrisé par la mise en œuvre des mesures décrites ci-après.**

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Concernant, le risque de **pollution accidentelle des eaux superficielles**, il sera anticipé, et **toutes les mesures de prévention et d'intervention seront mises en place** pendant l'exploitation des infrastructures afin de limiter l'incidence d'une telle pollution accidentelle et **la rendre ainsi négligeable** (cf. Pièce 5).

Au regard de l'incidence négligeable du projet, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation autre que celles déjà prévues n'est envisagée.

4.Évaluation des Incidences sur les milieux aquatiques

4.1 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LA FAUNE ET LA FLORE AQUATIQUE ET MESURES ASSOCIEES

Les opérations liées au prolongement du RER E à l'Ouest vont nécessiter la réalisation de travaux dans le lit mineur de cours d'eau et peuvent ainsi avoir une incidence sur la faune et la flore aquatique.

Les cours d'eau concernés sont :

- ♦ Le Canal Saint-Denis dans le cadre de la création d'un terminus technique à Rosa Parks ;
- ♦ La Seine dans le cadre des travaux de création d'un port fluvial à Courbevoie.

4.1.1 Effets de l'élargissement du pont rail à Rosa Parks et mesures associées

4.1.1.1 Effets

Le Canal Saint Denis est un ouvrage **entièrement artificiel** présentant un mauvais état écologique.

Entièrement bétonné, certaines espèces végétales et animales (fougères, mousses, mollusques) parviennent tout de même à se développer sur les parois et les ouvrages, favorisant le développement d'une certaine biodiversité dans le canal sans toutefois constituer des habitats pour la vie piscicole.

Le canal constitue donc un corridor écologique qui permet un transit de poissons mais ne présente pas de réelle zone de frayère, de croissance ou d'alimentation pour la faune piscicole.

L'élargissement du pont rail au-dessus du canal n'aura pas d'incidence sur le lit mineur du canal car aucun ouvrage ne sera réalisé au sein du lit mineur et ne touchera pas ses parois. **Les travaux s'effectueront au droit d'une passe navigable et ne sont donc pas de nature à détruire les espèces pouvant s'être implantées sur les parois.**

D'autre part, ce canal ayant une vocation industrielle avec un transit fluvial important. Il est régulièrement entretenu par des travaux de dragage et via des opérations de chômage (tous les 8 à 10 ans).

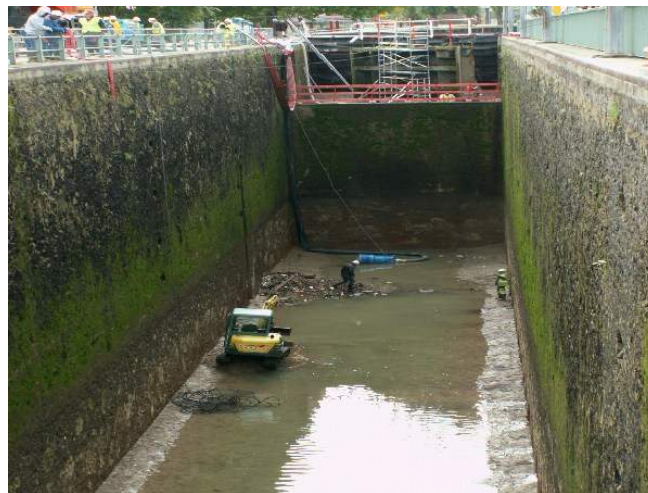


Figure 114 : Canal Saint-Denis en période de chômage (07/01/2009) – Source : www.paris.fr

Ainsi, la mise en place d'une pile de pont provisoire dans un lit mineur étant régulièrement curé ne constitue pas une incidence supplémentaire.

Enfin, la faune piscicole étant mobile, l'évitement des zones de travaux se fera naturellement.

D'autre part, en phase exploitation, une fois l'ouvrage mis en place, il ne constitue aucune atteinte aux milieux aquatiques puisqu'il est entièrement situé en contexte urbain et n'impactera plus le canal.

Le projet n'aura donc pas d'incidence significative sur les milieux aquatiques et la faune piscicole, en phase exploitation comme en phase travaux.

4.1.1.2 Mesures d'évitement et de réduction associées

Afin d'éviter toute incidence, des discussions sont en cours avec les Canaux de Paris pour envisager **la possibilité d'utiliser une période de chômage du canal.**

4.1.2 Effet de la mise en place du Port fluvial à Courbevoie et mesures associées

L'étude de la qualité des milieux aquatiques de la Seine au droit du Port fluvial de Courbevoie a montré une qualité initiale moyenne (cf. état initial chapitre 1.5.4.2). Les effets du projet sur la qualité initiale du milieu aquatique seront donc modérés mais reste à considérer.

4.1.2.1 Effets

A- Sur la végétation rivulaire

Concernant la végétation rivulaire, l'état initial a montré un intérêt floristique très faible de cette végétation, notamment en termes de sensibilité des espèces.

Le site est fortement soumis aux contraintes de batillage qui empêchent le développement de la flore aquatique et rivulaire. L'examen de la liste floristique montre qu'aucune espèce présente n'est mentionnée dans les arrêtés relatifs aux listes d'espèces végétales protégées.

D'une manière générale, la zone d'étude ne présente donc aucun intérêt floristique important compte tenu de l'anthropisation du site au niveau des futures installations fluviales.

→ Les installations projetées en rive gauche (mise en place de la structure et d'un rideau de palplanches) entraîneront vraisemblablement **la disparition de la végétation présente au niveau du parement maçonné.**

B- Sur la végétation aquatique

Les analyses réalisées au droit du quai ont mis en évidence une certaine prolifération du myriophylle en épis. Les autres espèces sont peu représentées. Toutes ces espèces sont présentes tout le long du quai, depuis le pont de Neuilly et jusqu'au centre d'aviron à l'aval de la zone d'étude.

Le secteur le plus intéressant d'un point de vue écologique est la pointe aval de l'île de Puteaux qui présente une grande superficie d'herbiers (potamots, rubaniers, myriophylles, nénuphars).

D'une manière générale, la zone d'étude présente un intérêt faible d'un point de vue écologique.

→ Les installations projetées entraîneront **la disparition des herbiers aquatiques présents au niveau de la berge côté Courbevoie** soit en raison d'une atteinte directe des espèces lors des travaux (dragage, mise en place d'un rideau de palplanches, de pieux et de la structure), soit en raison d'une modification des conditions de vie (augmentation du trafic fluvial, diminution de la luminosité,...). Les travaux auront aussi pour conséquence la **mise en suspension de sédiments ce qui pourra avoir ponctuellement un impact sur les herbiers aquatiques.**

C- Sur la faune piscicole

Au-delà de l'impact sur la végétation aquatique décrit précédemment, les travaux (notamment le dragage) et l'exploitation du port fluvial auront pour conséquence la mise en suspension de sédiments, ce qui pourra avoir ponctuellement un impact sur la faune piscicole.

En effet, les MES peuvent avoir un effet létal direct sur les poissons par colmatage des branchies entraînant l'asphyxie (>200 mg/l). Les effets nuisibles à des teneurs moindres sont indirects mais indéniables.

Par ailleurs, la turbidité générée par les MES réduit la pénétration de la lumière, donc la photosynthèse des végétaux. Elle freine l'autoépuration en entraînant un déficit d'oxygène dissout. En outre, elle provoque une augmentation sensible de la température. Toute augmentation de la turbidité au-dessus de 80 mg/l de matières en suspension est reconnue comme nuisible à la production piscicole.

Il est tout de même important de noter que la plupart des espèces de poissons recensées au niveau de ce secteur de la Seine (notamment l'ablette, le gardon, l'anguille, le chevain ou encore la perche) sont tolérantes (c'est-à-dire peu exigeantes en matière de qualité d'eau, et généralement omnivores) ou ubiquistes (c'est-à-dire qu'on les rencontre dans les milieux écologiques très différents).

Ainsi, le site d'étude ne présente pas une richesse piscicole particulière, d'autant plus qu'il se situe dans un secteur fortement anthropisé par les aménagements de berges et par la navigation. Les potentialités piscicoles sont qualifiées de moyennes (cf. Chapitre 1.5.4.2)

→ Les travaux de mise en place du port fluvial et son exploitation entraîneront donc essentiellement un **dérangement de la faune piscicole**. Les poissons trouveront aisément des zones de substitution lors de ces phases, notamment au niveau de l'autre bras de l'autre côté de l'île de Puteaux.

De plus, il faut souligner que parmi les espèces recensées, certaines se reproduisent dans les sédiments.

→ Bien qu'aucune zone de frayère n'ait été recensée, il est identifié un risque que les travaux de dragage nécessaires à la mise en place du port fluvial entraînent une **disparition de zones potentielles de frai dans les sédiments.**

D- Synthèse des effets

Les principaux effets de la mise en place d'un port fluvial portent sur :

- ◆ les **risques de destruction des rares foyers de flore rivulaire ou aquatique et de destruction des habitats des macroinvertébrés benthiques** lors de la réalisation des travaux, notamment en raison de la mise en œuvre des palplanches et de la mise en place de la structure.
- ◆ les **risques de perte d'espèces, d'habitat mais aussi de lieu de frai** (qu'il s'agisse de végétation ou du fond du lit) par une intervention dans le lit mineur de la Seine tout au long des travaux : mise en place de pieux dans le lit mineur et opération de dragage.
- ◆ la **modification de la luminosité en raison de la présence d'une structure de liaison** au-dessus de la berge et du lit de la Seine qui modifie les conditions biologiques des espèces et habitats en présence. Cet effet reste limité du fait que la plateforme se situe principalement au-dessus de la voirie départementale.
- ◆ Le **dérangement** généré par l'activité du site lors des travaux.

Tous ces effets sont valables pour la mise en place du port fluvial et son exploitation. Une fois les travaux terminés, la structure sera démantelée et le site sera remis en état, n'induisant plus d'impact.

4.1.2.2 Mesures d'évitement et de réduction

A- Réduction des risques de mise en suspension des MES

Au cours de la phase d'exploitation de la plateforme portuaire, l'entreprise devra maintenir un mouillage de 4 m au niveau du chenal de navigation. Le nombre, l'étendue, la durée et la fréquence des opérations de dragage seront limités au strict nécessaire permettant d'atteindre la cote de mouillage de 4 m, afin de minimiser les impacts sur l'environnement.

Afin d'estimer les sédiments à draguer, un relevé bathymétrique de la situation initiale de la zone a été effectué dans le cadre des études PRO. Ces relevés permettent d'ajuster les zones d'intervention et de localiser l'intervention.

En complément, des relevés bathymétriques seront prévus après chaque crue notable (d'occurrence au moins quinquennale) et a minima trois fois par an, avec des points de mesure situés en amont, au droit et en aval de la plateforme portuaire ; le cas échéant, des interventions de dragage d'entretien pour maintenir le mouillage de 4 m seront programmées.

Les interventions de dragage engendrent toutefois un risque de remobilisation des sédiments et un colmatage potentiel des zones en aval. Durant ces interventions, pour suivre le risque de colmatage, des mesures de suivi de la qualité des eaux (Matières en suspension,) seront mises en œuvre par l'Entreprise. Trois points de mesure distincts seront situés en amont et en aval du port fluvial.

Au-delà de ces mesures de suivi, les techniques mises en œuvre doivent permettre de réduire au maximum cette remobilisation ou son expansion. Il s'agit :

- ♦ De l'utilisation d'une drague « environnementale » : ainsi la pelle mécanique utilisée pour le dragage sera équipée de godets adaptés (obturables), limitant la remise en suspension lors de l'intervention de dragage.
- ♦ De la mise en place d'un rideau « anti-dispersant » permettant de réduire le risque de dispersion vers l'aval. La zone draguée étant bien identifiée, ce rideau pourra être déployé en fonction des relevés bathymétriques effectués.

Les produits de dragage feront l'objet d'une analyse afin de déterminer la filière d'élimination appropriée. Leur transport sera réalisé de manière à limiter tout risque de relargage durant l'opération (mise en place d'un système d'étanchéité).

B- Réduction des risques de pollution

Afin d'éviter toute pollution par les hydrocarbures pendant la phase des travaux, liée à la présence et l'utilisation des engins divers, des prescriptions (= **mesures d'évitement et de réduction**) seront imposées aux entreprises intervenant sur le chantier :

- ♦ Les engins de chantiers seront conformes à la réglementation en vigueur,
- ♦ L'entretien des engins (vidanges, etc.) sur le site sera interdit, il sera réalisé sur des zones dédiées équipées de dispositif de récupération adaptée.
- ♦ Les engins, et notamment les circuits hydrauliques, seront vérifiés avant le début du chantier, de manière à éviter les fuites,
- ♦ Tout stockage d'hydrocarbures sur le chantier sera interdit,
- ♦ Des bacs de rétention pour le stockage des produits inflammables seront installés, l'enlèvement des bidons d'huile usagée à des intervalles réguliers, des fossés autour de l'aire de stationnement des engins seront réalisés pour limiter des déversements accidentels.
- ♦ Des barrages flottants seront notamment présents sur site pour contenir toute pollution accidentelle de la Seine par les hydrocarbures.

Cependant, le transport se faisant par voie fluviale, ces risques sont limités. Une attention particulière sera portée lors du chargement/déchargement des barges. La flotte employée sera en bon état.

Un plan de prévention en cas de pollution sera mis en œuvre pour la phase de chantier. En cas de pollution accidentelle, l'entreprise se chargera d'avertir au plus vite le service chargé de la Police de l'Eau, et prendra les mesures nécessaires pour limiter l'étendue de la pollution et éviter qu'elle ne se reproduise : mise en place de barrage flottant et utilisation d'une pompe, prélèvement des terres souillées et évacuation vers une filière d'élimination adaptée (cf. Chapitre 3.2.1.4).

L'objectif consiste ici à éviter tout rejet dans le sol ou la Seine, que ce soit par des fuites ou des déversements. Il sera prévu la mise en place d'un collecteur/défecteur et une drome flottante (assemblage flottant de plusieurs pièces de bois) pour les déchets en amont de la zone d'étude soit en amont du poste de chargement/déchargement. Celui-ci permettra de limiter les accumulations de déchets flottants lors du stationnement, en particulier pour des éventuels stationnements prolongés des bateaux lors des week-ends et jours fériés. La collecte des déchets sera effectuée au besoin.

En cas de chute accidentelle de déchets flottants en Seine une collecte sera organisée.

En fin de chantier, il sera procédé à la remise en état et au nettoyage du site.

4.1.2.3 Mesure de compensation des destructions d'habitats et de frayères

En raison de la réalisation de dragage et la mise en place d'un rideau de palplanches, le projet Eole présente une incidence négative sur les habitats et frayères potentielles.

Cette incidence ne pouvant pas être évitée et bien que la qualité écologique des berges de la Seine au droit du futur port fluvial soit faible, le potentiel écologique de cette zone a amené SNCF Réseau à proposer une mesure compensatoire à l'atteinte des berges et du lit mineur de la Seine.

Cette mesure vise la **renaturation des berges de l'île de la Jatte et la création d'une frayère sur un linéaire de 80 m** au niveau du square Sisley à Neuilly-sur-Seine afin de revaloriser son potentiel écologique.

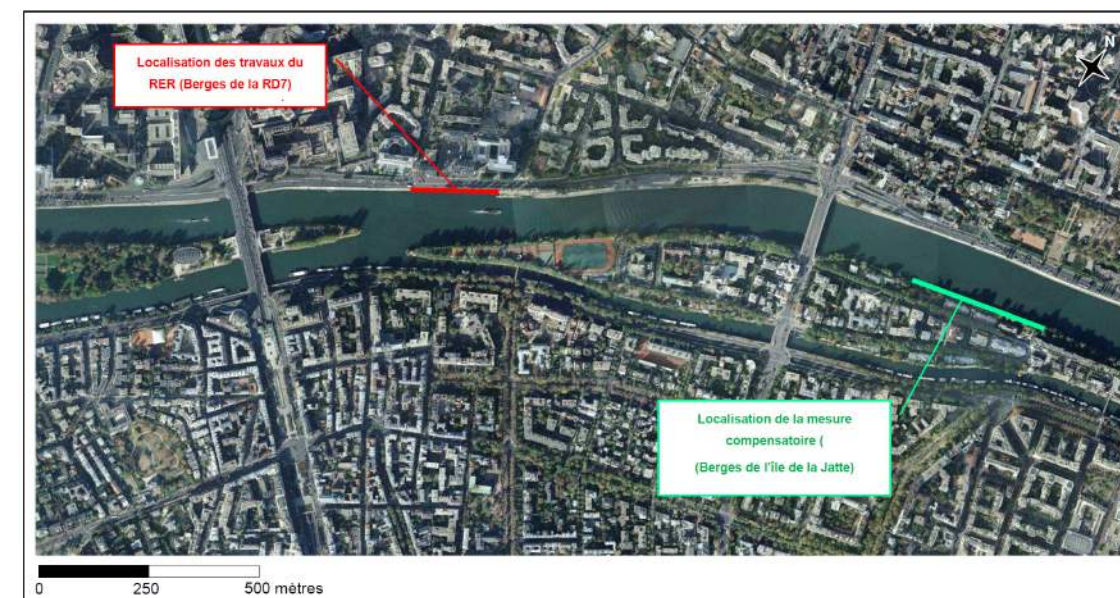


Figure 115 : Localisation des impacts du projet Eole sur les milieux aquatiques et de la mesure compensatoire (source : Hydrosphère)

Le descriptif complet de l'état initial des berges et de la mesure compensatoire envisagée par SNCF Réseau est présenté en annexe 17, une synthèse de cette mesure est présentée ci-après.

Afin d'évaluer le gain écologique possible, les paragraphes suivants présentent une synthèse de l'état des lieux des berges, de l'aménagement proposé et de son gain écologique.

A- Fonctionnalités hydroécologiques des berges de l'île de la Jatte à Neuilly-sur Seine au droit du grand bras de Seine :

Qualité physique des berges de l'île de la Jatte

Sur ce secteur, la berge est actuellement artificielle et constituée par un enrochement liaisonné surmonté par une risberme en béton. Le talus sous fluvial est composé essentiellement de blocs déversés entre lesquels de nombreux dépôts limono-vaseux ont été observés. La végétation aquatique est quasi inexistante.

D'un point de vue général, les potentialités hydroécologiques de cette berge peuvent être considérées comme faibles et peu attractives pour la faune aquatique.



Figure 116 : Berges de l'île de la Jatte à Neuilly (source : Hydrosphère)

Potentialités piscicoles des berges de l'île de la Jatte

De la même manière que pour l'état initial des berges de la Seine au droit du port fluvial (cf. §1.5.4.2), l'étude réalisée par Hydrosphère en 2014 propose une évaluation des potentialités piscicoles des berges de l'île de la Jatte au travers de la mise en œuvre de la méthode PPIB (Potentialités Piscicoles des Berges, version 5.0), mise au point par le cabinet Hydrosphère. Elle permet de localiser et de hiérarchiser les tronçons de berges offrant un intérêt pour les quatre principales fonctions vitales des poissons à savoir : la **reproduction**, la **croissance**, l'**alimentation** et l'**abri**. Le détail de cette analyse est présenté en annexe 17, seules les conclusions sont proposées ici. Il en ressort que :

- ♦ Les **potentialités de frai des espèces lithophiles sont pratiquement inexistantes** quelque soit le tronçon considéré. De manière générale, la taille peu adéquate du substrat, composé presque exclusivement de gros blocs, et la pente importante du talus font que ces berges n'offrent que très peu de potentialités pour la reproduction. Par ailleurs, les perturbations hydrodynamiques engendrées par la navigation (batillage, abaissement du niveau d'eau, contre-courant...) conjugué au colmatage important des fonds constituent des facteurs limitants importants qui viennent encore réduire les potentialités initiales. L'absence totale d'herbiers le long des rives sujettes aux aménagements empêche toute expression de potentialités de frai pour les espèces phytophiles. Cette absence, s'explique par le fait que le substrat de fond ne permet pas l'implantation et la croissance des macrophytes sur cette zone.
- ♦ A l'image du frai, **les potentialités de croissance des espèces phytophiles sont nulles du fait de l'absence d'herbiers sur le secteur**. Les zones de croissance pour les espèces lithophiles n'expriment que des potentialités très légèrement supérieures aux potentialités de frai. L'absence de hauts fonds, la granulométrie homogène et très grossière sont peu adéquates à la constitution de zones de croissance attractives. De surcroît, les potentialités initiales, déjà faibles, sont encore amoindries du fait de la navigation et de l'important colmatage du substrat sur la zone qui réduit, en autres, les ressources alimentaires disponibles (zooplanctons et macroinvertébrés notamment).
- ♦ Les substrats de fond sont presque exclusivement composés de gros blocs, sur lesquels la densité d'invertébrés est assez « élevée » avec près de 800 ind./m². Le tronçon B une petite

zone de limon dont l'attractivité pour les invertébrés est à peine plus faible que les blocs. Au final, ce type de substrat permet l'expression de **potentialités nutritives « satisfaisantes »** sur les 2 tronçons.

- ♦ Les **potentialités d'abris piscicoles, définies comme « excellentes »** sur les 2 tronçons, reposent exclusivement sur l'existence de nombreuses anfractuosités au sein de l'enrochement créant ainsi des abris attractifs pour les poissons adultes de toutes tailles.

B- Aménagement proposé pour l'amélioration de la qualité écologique des berges de l'île de la Jatte

Principes d'aménagement

Les berges de ce secteur étant fortement contraintes par le batillage, une solution d'aménagement en arrière du cordon d'enrochement a par conséquent été retenue. L'aménagement des berges visera en priorité à **favoriser le frai et la croissance de la faune piscicole** par la création de contres fossés en eau connectés avec la Seine.

L'aménagement proposé se situe au droit du Square Sisley sur les rives de l'île de la Jatte. Il consiste à créer une dépression en eau végétalisée derrière la risberme.

En maintenant le cheminement existant, deux annexes hydrauliques en eau pourront être aménagées. La surface des annexes hydrauliques prévues est de 250 m² sur un linéaire total d'environ 80m. Il sera nécessaire de réaliser 3 encoches dans le merlon pour permettre à l'eau de la Seine de circuler. Sur ces secteurs, le cheminement en béton sera alors remplacé par une petite passerelle en bois.

Les dépressions seront suffisamment décaissées pour maintenir une lame d'eau d'environ 50 cm en retenue normale.

La végétalisation des annexes hydrauliques sera réalisée sur la base d'écotypes locaux. Les espèces végétales qui devront être utilisées pour la constitution des zones d'hélophytes et hydrophytes sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Hydrophytes	Hélophytes de pied de berge	Hélophytes	Arbustes (plantation très locale en cas d'absence de strate arbustive/arborescente)
<i>Nuphar lutea</i> <i>Potamogeton nodosus</i> <i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Sagittaria sagittifolia</i> <i>Polygonum amphibium</i> <i>Apium nodiflorum</i>	<i>Eleocharis palustris</i> <i>Alisma plantago aquatica</i> <i>Carex paniculata</i> <i>Plalaris arundinacea</i> <i>Glyceria maxima</i> <i>Veronica anagallis aquatica</i>	<i>Carex riparia</i> <i>Carex pseudocyperus</i> <i>Lythrum salicaria</i> <i>Iris pseudacorus</i> <i>Lysimachia vulgaris</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Juncus inflexus</i> <i>Rumex hydrolapathum</i> <i>Stachys palustris</i>	<i>Salix cinerea</i> <i>Salix viminalis</i>

Le talus sera maintenu par un enrochement en bloc non liaisonnés de gros diamètres.

Quelques arbustes, non ombrageant, pourront être également plantés sur le talus pour renforcer la tenue de la berge. Les arbres les plus proches de l'aménagement devront être abattus et déssouchés pour permettre l'implantation des ouvrages et limiter l'ombrage.

L'aménagement proposé sera favorable au frai des espèces phytophiles et ubiquistes. Des espèces tels que le brochet, le gardon, le rotengle, la carpe, la brème pourront s'y reproduire préférentiellement. Il produira une plus value écologique importante dans la mesure où les habitats créés sont très peu représentés sur les berges de Seine en Ile de France. A noter que l'amélioration des conditions de reproduction est un enjeu important pour l'atteinte du « bon état écologique » prescrit par la Directive Cadre Européenne (DCE).

Outre l'aspect hydroécologique, les aménagements proposés seront favorables à l'expression de la faune subaquatique comme les odonates ou les anatiés qui utilisent comme support de ponte la végétation hélophytique. Il contribue aussi au développement d'une biodiversité locale terrestre puisqu'il constitue de nouveaux milieux « hôtes » pour différentes espèces (insectes, oiseaux...)

La figure ci-après illustre l'aménagement proposé.

Au regard du calendrier du projet, il est envisagé un début des travaux pour la réalisation de la mesure compensatoire proche du début des travaux de projet Eole, durant l'année 2016, une fois l'arrêté autorisant les travaux délivré.

Au regard de cet objectif, SNCF Réseau lancera, courant 2015, un appel d'offre pour désigner un Maitre d'œuvre qui sera chargé des études et du suivi des travaux.

Il est prévu que le site compensatoire soit opérationnel fin 2016.

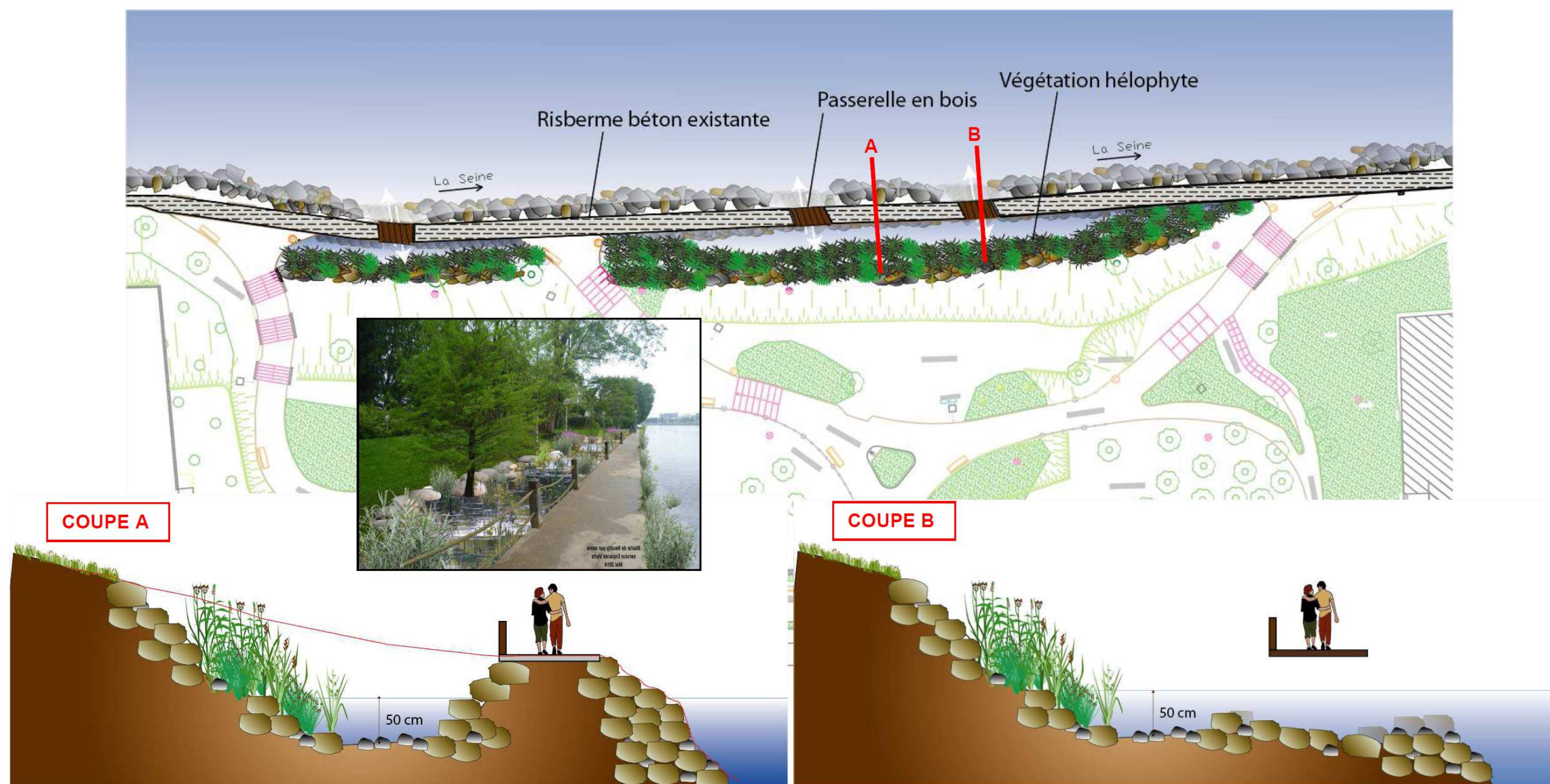


Figure 117 : Principe d'aménagement de la frayère à phytophiles au droit du Square Sisley - source : Hydrosphère

Mesures d'entretien

La gestion et le suivi de l'entretien du bon fonctionnement des aménagements seront réalisés par la commune de Neuilly-sur-Seine.

Les annexes hydrauliques devront être régulièrement visitées afin de contrôler leur bon état et surtout l'absence d'embâcles ou de déchets. Pour garantir l'efficacité de la mesure, SNCF Réseau s'engage par ailleurs au côté de la ville de Neuilly-sur-Seine à financer la formation des agents techniques qui entretiendront les annexes hydrauliques.

Les dépôts de vase et de limon (lors des crues) dans les annexes hydrauliques est un phénomène naturel qui pourra prendre des proportions importantes. En trop grandes quantité, ces dépôts limiteront le développement de la végétation ou provoquant un colmatage des substrats graveleux. Ce phénomène peut rendre totalement inefficaces les frayères.

Dans ces conditions, il sera nécessaire de mettre en œuvre des mesures d'extraction manuelle des dépôts. L'intervention devra être réalisée, 1 fois par an, en août et septembre, à l'étiage, lorsque les niveaux d'eau sont plus faibles et en dehors des périodes de reproduction.

La vase devra être retirée sur son épaisseur sans atteindre le substratum sous-jacent.

Mesures de suivi

La mise en œuvre de cette mesure compensatoire fait l'objet d'un engagement de SNCF Réseau sur une durée de 10 ans. Sur cette durée, SNCF Réseau s'engage à assurer le suivi de la mesure compensatoire par la mise en place d'un suivi des fonctionnalités écologiques afin d'évaluer l'efficacité et la pérennité de la mesure.

La formation prévue pour le personnel de la ville de Neuilly-sur-Seine visant l'entretien des annexes hydrauliques sera dispensée en 2016, par un bureau d'études spécialisé. Ce programme sera proposé aux agents techniques de la ville en charge de la gestion et de l'entretien de l'aménagement, Le programme de formation répondra à **trois grands objectifs** :

- ♦ la compréhension des fonctionnalités écologiques des berges de grands cours d'eau ;
- ♦ l'entretien et la pérennisation des aménagements écologiques des berges ;
- ♦ la valorisation de la biodiversité rivulaire et des espaces paysagers semi naturels.

SNCF Réseau assurera le financement de cette formation.

Une convention est en cours d'établissement entre SNCF Réseau et la ville de Neuilly-sur-Seine. Cette dernière a pour objet de définir :

- ♦ Les conditions techniques, administratives et financières dans lesquelles la Ville autorise SNCF Réseau à réaliser les travaux ;
- ♦ Les engagements de la Ville et SNCF Réseau concernant la formation, la gestion, l'entretien et le suivi du site.

Le suivi consiste à évaluer le degré de « maturité » des espaces reconstitués en réalisant des inventaires floristiques et faunistiques. Pour ce faire, il est proposé de réaliser un bilan écologique des deux sites à travers l'évolution pluriannuelle des compartiments :

- ♦ Les formations végétales et leur évolution dans le temps,
- ♦ Les odonates,
- ♦ L'ichtyofaune et particulièrement les alevins qui constituent un bon indicateur de la fonctionnalité des aménagements au travers de la reproduction piscicole.

Le détail des mesures proposées est présenté dans le dossier complet en annexe 17.

L'organisme en charge d'évaluer la réussite de la mesure compensatoire sera désigné à l'issue d'un appel d'offre qui sera lancé par le maître d'ouvrage parallèlement à la procédure de désignation du Maître d'œuvre, courant 2015.

C- Estimation de l'impact de la mesure compensatoire

Les aménagements de berges proposés modifient les caractéristiques de ces dernières et, par conséquent, leurs potentialités piscicoles.

La **comparaison entre les potentialités initiales et celles que la méthode peut estimer après l'aménagement** permet d'évaluer la nature et l'ampleur de l'impact de ce dernier et si possible la plus-value écologique. Pour cela, il est proposé le calcul d'un indice appelé Impact global (IG). Il s'agit d'une **comparaison des qualités fonctionnelles avant et après travaux**. Pour le calcul de l'IG, on compare les Potentialités générales (PG) avant aménagement (PG₁) et après aménagement (PG₂) :
IG = PG₂ - PG₁

La hiérarchisation des impacts est établie comme suit :

Ampleur de l'impact :	NEGATIF	POSITIF
< 0,3	l'impact est faible	l'impact est faible
de 0,3 à 0,6	l'impact est sensible	l'impact est sensible
de 0,6 à 1	l'impact est notable	l'impact est notable
de 1 à 1,5	l'impact est important	l'impact est important
> 1,5	l'impact est très fort	l'impact est très fort

L'ensemble de ces calculs est réalisé sur la base d'un même linéaire de berge par le logiciel PPIB, développé par le cabinet Hydrosphère.

♦ Impact sur les potentialités de frai

Pour les **espèces lithophiles** (frai sur substrats minéraux) : ces espèces exigent des conditions de frai particulières à savoir : un substrat graveleux (graviers, cailloux, pierres), une hauteur d'eau assez faible (présence de hauts fonds), un minimum de courant et ceci sur des surfaces "suffisantes".

Les potentialités initiales de frai des lithophiles étaient initialement nulles sur le tronçon A comme sur le tronçon B. Cette absence de potentialités provient principalement des hauteurs d'eau trop importantes et de la granulométrie trop grossière. Les modifications apportées par la frayère proposée étant essentiellement favorable aux espèces phytophiles, **l'aménagement proposé ne permet pas d'amélioration de ces conditions.**

Pour les **espèces phytophiles** (frai sur végétaux aquatiques) : les exigences pour le frai de ces espèces sont moins nombreuses que celles des lithophiles mais elles sont impératives. Deux conditions sont nécessaires : une très faible vitesse de courant (c'est le cas sur pratiquement toutes les berges des grands cours d'eau) et la présence d'herbiers aquatiques.

Les potentialités initiales de frai des phytophiles étaient nulles sur le tronçon A comme sur le tronçon B. L'absence de ces potentialités provient de l'absence d'herbiers sur les 2 tronçons. Les modifications apportées par la frayère à espèces phytophiles, à cheval sur les 2 tronçons, améliorent significativement ces potentialités. Sur les 80 ml concernés, les potentialités de frai pour les espèces phytophiles passent de nulles à satisfaisantes. L'impact global (IG) sur le tronçon A, d'une valeur de 0.42, n'est que sensiblement positif du fait du faible linéaire modifié sur ce dernier à savoir 30 ml pour un tronçon de 210 ml. L'IG d'une valeur de 0.71 est, cette fois, notable sur le tronçon B du fait de la longueur modifiée plus importante qui est de 50 ml pour un tronçon de 210 ml. L'occurrence de potentialités satisfaisantes pour les espèces phytophiles vient (1) de l'implantation d'herbiers aquatiques de différentes natures et (2) de la réduction des impacts hydro-dynamiques liés à la navigation du fait de la structure de type « annexe hydraulique » de cet aménagement.

Tableau 42 : Synthèse des impacts des aménagements sur les potentialités de frai - source : Hydrosphère

Impact des aménagements sur les potentialités piscicoles de frai			
Ile de la Jatte	Linéaire étudié	Guildes	Impact Global (IG)
Tronçon A	210 m	Phytophile	0.42
		Lithophile	0
Tronçon B	210 m	Phytophile	0.71
		Lithophile	0

◆ Impact sur les potentialités de croissance

Pour les mêmes raisons que dans la section précédente, les potentialités de croissance des espèces phytophiles sont nettement améliorées par la mise en place de l'aménagement. L'impact global est positif sur les 2 tronçons et plus marqué sur le tronçon B du fait de sa longueur plus importante.

Contrairement aux potentialités de reproduction, les potentialités de croissance des espèces lithophiles sont améliorées sur les 2 tronçons.

Sur le tronçon A, ces potentialités sont légèrement supérieures par rapport à la situation initiale. L'IG, positif et sensible, est de 0.33. Sur le tronçon B, l'augmentation des potentialités est plus marquée. L'IG sur ce tronçon est cette fois de 0.81. Il est donc considéré comme positif et notable. L'amélioration des potentialités vient du fait que la frayère à phytophiles pourra également servir de nurserie pour les espèces lithophiles en raison de la présence de hauts fonds et d'herbiers.

Tableau 43 : Synthèse des impacts des aménagements sur les potentialités de croissance - source : Hydrosphère

Impact des aménagements sur les potentialités piscicoles de croissance			
Ile de la Jatte	Linéaire étudié	Guildes	Impact Global (IG)
Tronçon A	210 m	Phytophile	0.42
		Lithophile	0.33
Tronçon B	210 m	Phytophile	0.71
		Lithophile	0.81

◆ Impact sur les potentialités de nutrition

L'impact du projet sur la ressource nutritive des poissons est estimé en comparant la valeur biogénique initiale des habitats en présence avec celle de la nouvelle mosaïque d'habitats induite par les aménagements. En l'occurrence, les modifications de substrats liées à la mise en place des frayères (diminution des blocs au profit du limon avec ajouts d'herbiers) ne devraient pas modifier sensiblement la densité d'invertébrés rivulaires. L'IG des aménagements sur les potentialités nutritives devraient être positif mais faible sur les 2 tronçons : 0.14 sur le tronçon A et 0.23 sur le tronçon B. **Les potentialités nutritives ne devraient donc que très légèrement augmenter par rapport aux potentialités initiales qui étaient déjà satisfaisantes.**

Tableau 44 : Synthèse des impacts des aménagements sur les potentialités de nutrition - source : Hydrosphère

Impact des aménagements sur les potentialités piscicoles de croissance		
Ile de la Jatte	Linéaire étudié	Impact Global (IG)
Tronçon A	210 m	0.14
Tronçon B	210 m	0.23

◆ Impact sur les potentialités d'abris

Les berges existantes, constituées d'enrochements de grandes tailles, sont très homogènes et offrent d'excellentes potentialités en termes d'abris piscicoles. Sur le tronçon A, la mise en place de la frayère à phytophiles ne devraient pas modifier ces potentialités. La mise en place d'herbiers ainsi que la création d'une annexe hydraulique compense largement la réduction des abris engendrés par la diminution de l'importance de l'enrochement. Sur ce secteur l'Impact Global devrait donc être nul.

Le tronçon B ne devrait pas voir ces potentialités d'abris diminuer du fait de l'implantation de la frayère à phytophiles.

Au final, les **potentialités d'abris devraient rester excellentes.**

Synthèse des potentialités piscicoles après aménagement et conclusion

Les figures ci-dessous illustrent le gain écologique sur les berges de l'île de la Jatte après aménagement en comparaison à la situation actuelle.



Figure 118 : Évaluation des potentialités piscicoles des berges de l'île de la Jatte (Secteur grand bras de Seine) avant et après aménagement (source : Hydrosphère)

D'après l'analyse des effets du projet (installation du port fluvial) sur la reproduction, la croissance, l'alimentation et l'abris des poissons et au regard du gain écologique estimé sur les potentialités piscicoles de l'île de la Jatte, **l'impact hydroécologique global du projet devrait être très positif**, notamment en matière de frai et de croissance, pour les espèces phytophiles.

Au-delà des potentialités piscicoles, l'aménagement proposé sera **favorable au développement d'une biodiversité locale**, qu'il s'agisse de la faune subaquatique comme les odonates ou les anadidés qui utilisent comme support de ponte la végétation hélophytique, ou d'espèces terrestres en raison de la présence d'une végétation rivulaire attractive.

4.1.3 Effet des rejets d'eaux d'exhaure sur les milieux aquatiques en Seine

4.1.3.1 Effets

Les rejets des eaux d'exhaure en Seine pourraient impacter la vie aquatique au droit des sites de rejet en raison de deux aspects : la modification locale de l'écoulement et la nature du rejet.

Concernant l'impact des rejets sur les écoulements, ils ont été traités au chapitre 3.1.1.2 page 107. Il est à noter que les deux points de rejets en Seine sont réalisés au niveau de déversoirs d'orage existants. Il ne s'agit donc pas de nouveaux points de rejets mais de sites où il y a régulièrement des rejets au milieu en temps de pluie.

Pour rappel, les points de rejets considérés sont situés :

- ♦ Au droit de la Place de la Concorde pour les eaux de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare;
- ♦ Au niveau du déversoir d'orage Bugeaud en face de l'île de Puteaux pour les eaux de la gare Maillot.



Figure 119 : Rappel sur la localisation des points de rejets de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare (à gauche) et de la Gare Maillot (à droite)

D'autre part, le volume rejeté par le rabattement de nappe représente au maximum 0,005% du débit de la Seine.

Ainsi, les point de rejet existants déjà aujourd'hui et ne modifiant pas significativement l'écoulement de la Seine, cela ne portera pas atteinte aux milieux présents en Seine.

D'autre part, concernant la nature du rejet et son impact sur les milieux, l'impact des rejets sur la qualité des eaux superficielles a été traité au chapitre 3.2.1.2, page 115.

Il a été démontré que l'impact du rejet des eaux d'exhaure sur la qualité physico-chimique de la Seine était limité et qu'un protocole de suivi permettrait de maîtriser ce risque, à court terme par un renvoi au réseau, et à long terme, par la mise en place des traitements en cas de constat de pollution.

Enfin, afin d'étudier l'incidence des rejets sur la température des eaux, une modélisation hydraulique du panache thermique a été réalisée pour chacun des points de rejets. Elle a mis en évidence :

- ♦ Concernant les rejets de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare, les impacts des rejets apparaissent donc très limités puisque le scénario le plus sensible présente un différentiel de 1°C au niveau du point de rejet et une extension du panache sur une longueur de 150 m pour un différentiel de 0.1 °C. Ces variations sont conformes à la réglementation vis-à-vis des rejets des ICPE. A noter qu'en période estivale le rejet tend vers un refroidissement des eaux, favorable à la faune et à la flore. Les principales espèces de poisson rencontrées en Seine (ablette, gardon, chevaine, etc.. – cf. Chapitre 1.5.4) sont des espèces tolérantes vis à vis de la qualité de l'eau et ne sont donc pas susceptibles d'être perturbées.

- ◆ Concernant les rejets de la Gare Maillot, le scénario le plus sensible montre un différentiel de température de 3°C au niveau du point de rejet et une extension du panache sur une longueur de 230 m pour un différentiel de 0.1 °C. Cependant, il s'agit ici d'un refroidissement alors que la température de la Seine est élevée : 26 °C. En période estivale le rejet tend donc vers un refroidissement des eaux, favorable à la faune et à la flore. Les principales espèces de poisson rencontrées en Seine (ablette, gardon, chevaine, etc.. – cf. Chapitre 1.5.4) sont des espèces tolérantes vis à vis de la qualité de l'eau et ne sont donc pas susceptibles d'être perturbées. Ces variations sont conformes à la réglementation vis-à-vis des rejets des ICPE.

Ainsi, les rejets d'exhaure, qui auront lieu exclusivement durant la phase travaux, ne porteront pas d'atteinte aux milieux aquatiques que ce soit par le débit qu'ils apportent ou par la nature des rejets.

4.1.3.2 Mesures

L'utilisation de points de rejets existants en Seine et la valorisation des eaux d'exhaure de La Défense par la société locale de climatisation constituent les deux mesures principales d'évitement et de réduction des effets des rejets d'eaux d'exhaure.

Par ailleurs, les dispositifs de suivi de la qualité des eaux, les solutions de rejets au réseau et de mise en place de traitement en cas de constat de pollution permettront de maîtriser le risque d'atteinte du milieu.

Au regard des impacts résiduels, aucune autre mesure n'est nécessaire.

4.1.4 Synthèse des effets du projet sur la faune et la flore aquatique

En phase travaux, le projet aura une incidence forte mais très localisée sur la faune et la flore aquatique.

Les incidences attendues sur la faune et la flore aquatique sont liées aux travaux dans le lit mineur des cours d'eau, suite :

- ◆ A la mise en place d'une pile provisoire dans le Canal Saint-Denis à Rosa Parks : Ce canal est un ouvrage entièrement artificiel constituant un corridor écologique sans toutefois présenter d'habitats pour la faune piscicole. De plus ce dernier est mis à sec tous les 8 à 10 ans pour son entretien. L'installation d'une pile provisoire constitue donc une incidence négligeable sur la faune et la flore du canal.
- ◆ A la création d'un port fluvial à Courbevoie nécessitant des dragages : Une étude de la faune et la flore de la Seine au droit de cette installation a été réalisée par les bureaux d'études BIEF en 2011 et Hydrosphère en 2014. Cette étude a montré un faible intérêt de la zone d'un point de vue écologique. Les travaux envisagés entraîneront la disparition des herbiers au droit du port fluvial et un dérangement temporaire de la faune piscicole
- ◆ Au rejet des eaux d'exhaure, ces derniers n'entraîneront pas de dégradation de la qualité de l'eau et n'auront donc pas d'incidence sur la faune et la flore aquatique. Les variations de température associée sont faibles, et tendent vers une amélioration du milieu en période estivale.

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Afin d'éviter toute incidence sur le Canal Saint-Denis, des discussions sont en cours afin d'étudier la possibilité d'utiliser une période de chômage du canal.

Concernant le port fluvial, les incidences ne pouvant être évitées, des relevés bathymétriques ont été réalisés afin de cibler au mieux les zones de dragages. De plus, ce dernier sera réalisé de manière à minimiser la mise en suspension de sédiments, et il se fera en dehors de la période estivale.

Enfin, afin de compenser la destruction des potentialités piscicoles des berges de la Seine à Courbevoie, SNCF Réseau propose la création d'une frayère au niveau de l'île de la Jatte. Cette opération apporte un bénéfice écologique au projet en recréant notamment des zones de frai d'espèces phytophiles et de croissance pour les espèces phytophiles et lithophiles. Au-delà de la création de ces zones vitales pour le développement d'une biodiversité terrestre sur le site puisqu'il constitue de nouveaux milieux pour différents espèces (insectes, oiseaux...).

En phase exploitation, le projet n'aura aucune incidence sur la faune et la flore aquatique.

En effet, aucune installation dans le lit mineur d'un cours d'eau n'est maintenue à l'état définitif du projet, et aucun prélèvement ou rejet dans les eaux superficielles n'est réalisé.

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation hydraulique n'est prévue au regard de l'absence d'incidence du projet en phase exploitation.

4.2 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES ZONES HUMIDES ET MESURES ASSOCIEES

Aucune zone humide n'ayant été identifiée dans le périmètre d'étude, aucune incidence n'est attendue.

5.Évaluation des incidences sur les zones Natura 2000

Conformément aux articles R.414-19 à R.414-26 du Code de l'Environnement et bien que le projet n'intersecte pas les périmètres de ce site Natura 2000, une évaluation simplifiée des incidences du projet doit être effectuée, en vertu des effets indirects possibles sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire ayant justifié la désignation des sites.

Il convient alors de réaliser une pré-évaluation pour savoir si le projet risque d'avoir un effet notable sur le site en utilisant les critères définis par l'article R414-23 :

- ◆ Distance,
- ◆ Topographie,
- ◆ Hydrographie,
- ◆ Fonctionnement des écosystèmes,
- ◆ Nature et importance du programme ou du projet,
- ◆ Caractéristiques du ou des sites et de leurs objectifs de conservation ;

Les incidences d'un projet peuvent être directes ou indirectes, temporaires ou permanentes.

Les sites Natura 2000 à considérer au regard du périmètre du présent dossier sont les « Sites de Seine-Saint-Denis » (FR1112013) situé à une dizaine de kilomètre à l'Est de Paris.

5.1.1 Description du site

En 2006, 15 parcs et forêts de la Seine-Saint-Denis ont intégré le réseau Natura 2000 au titre de l'annexe I de la directive « Oiseaux », grâce à la présence de 12 espèces d'oiseaux rares : le Blongios nain, la Bondrée apivore, le Busard cendré, le Busard Saint-Martin, le Butor étoilé, la Gorgebleue à miroir, le Hibou des marais, le Martin-pêcheur d'Europe, le Pic mar, le Pic noir, la Pie-grièche écorcheur, et la Sterne pierregarin.

Ce site de 1157 hectares s'étend sur 20 villes, soit la moitié des villes du département.

Le DOCOB (Document d'Objectifs) qui fixe les mesures de gestion à mettre en œuvre afin de garantir la conservation des espèces pour lesquels le site a été désigné a été approuvé par arrêté préfectoral le 5 septembre 2011, et le Département a été désigné comme structure animatrice du site Natura 2000 le 29 novembre 2011.

Le site Natura 2000 le plus proche du tracé du projet est bien situé à 4km du projet. Il s'agit d'un des sites de Seine-Saint-Denis, le Parc départemental Jean Moulin – Les Guilands, situé sur les communes de Montreuil et Bagnolet à environ 4km du site de Rosa Parks et à la même distance de la sous-station électrique de Noisy-le-Sec. Le Parc de La Courneuve est également situé à 4 km au nord du site de Rosa Parks.

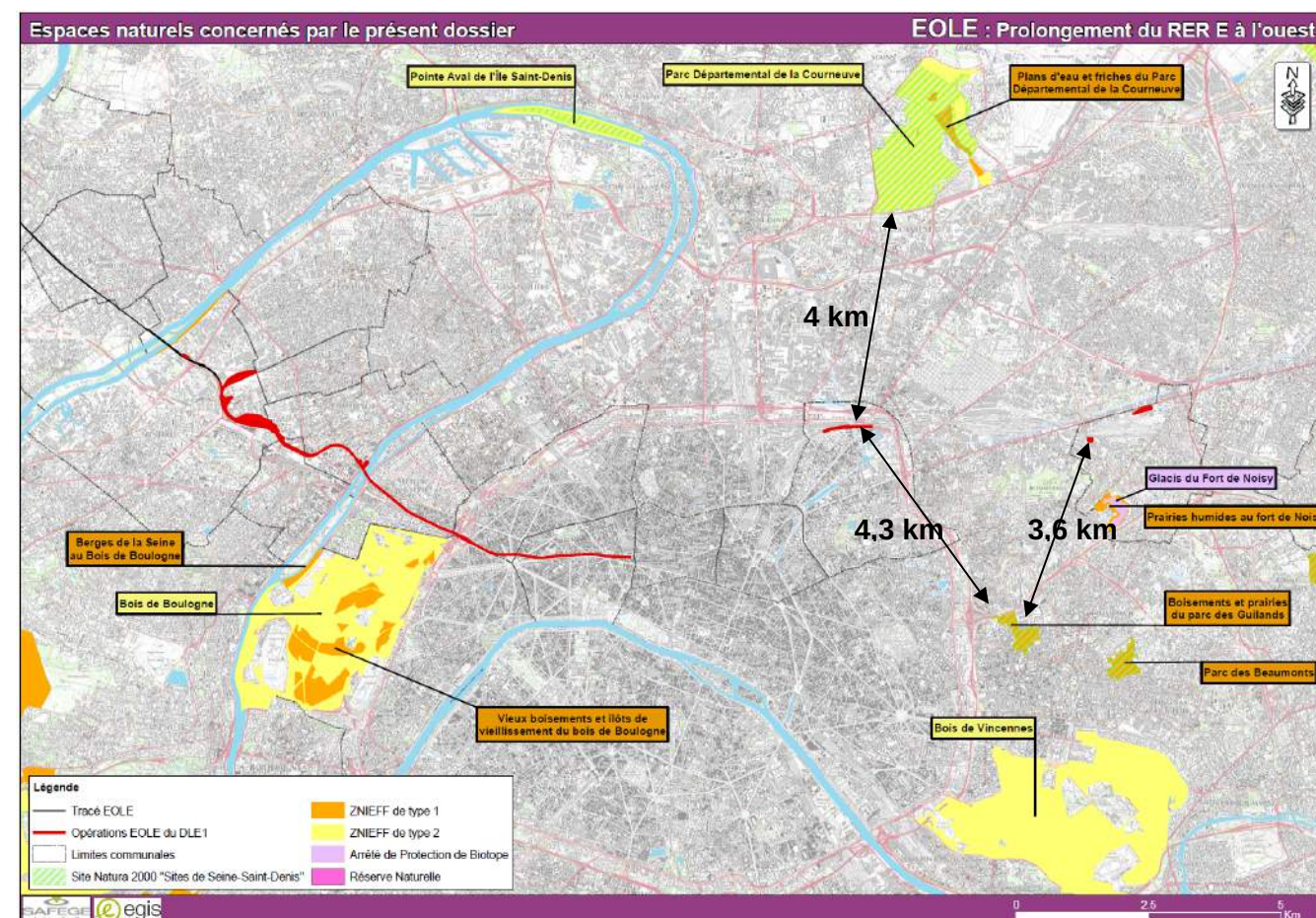


Figure 120 : Localisation du site Natura 2000 "Site de Seine-Saint-Denis"

5.1.2 Enjeux et Vulnérabilité du site

Les éventuels projets d'aménagements ainsi que la gestion de ces espaces, devront prendre en compte les enjeux avifaunistiques de ce territoire.

Au regard des espèces de l'avifaune recensé sur le site, les enjeux portent sur :

- ◆ Le dérangement des espèces par le public (sites en zone urbaine) ;
- ◆ La disparition des roselières ;
- ◆ La suppression des vieux arbres ;
- ◆ La diminution des milieux ouverts ;
- ◆ Les variations du niveau d'eau.

5.1.3 Évaluation des incidences du projet

Critère	Caractéristiques
Distance	Le projet Eole n'intercepte pas la zone Natura 2000 des «Sites de Seine Saint-Denis ». Cette dernière est composée de plusieurs entités distantes de 4 à 8 km du projet Eole. Aussi, le projet n'aura pas d'incidence directe sur le site.
Topographie	Le site Natura 2000 des «Sites de Seine Saint-Denis » et le projet Eole sont séparés par l'urbanisation locale dense et par les nombreux réseaux routiers, qui constituent des éléments fragmentant du paysage. L'emplacement du projet Eole n'est donc pas susceptible d'avoir une incidence sur ce site Natura 2000.
Hydrographie	Une seule entité du site Natura 2000 des «Sites de Seine Saint-Denis » est situé sur un réseau hydrographique impacté par le projet Eole, il s'agit du Parc départemental de l'Île-Saint-Denis situés à 7km en aval du port fluvial de Courbevoie. Toutefois, les différentes études hydrauliques réalisées sur les aménagements mis en place en Seine dans le cadre du projet Eole n'ont montré aucune incidence notable du projet sur l'hydrographie de la Seine au droit de ce site Natura 2000. Enfin, les Sites de Seine Saint-Denis sont situés au delà du cône de rabattement généré par les pompages de rabattement mise ne place à Paris pendant la réalisation des travaux, il n'y aura donc pas d'incidence sur les milieux humides de ce site.
Fonctionnement des écosystèmes	Le projet Eole n'interviendra pas sur les milieux présents au sein de ce site Natura 2000. Parmi les espèces d'intérêt communautaire citées : Le Martin-pêcheur d'Europe (<i>Alcedo atthis</i>), est nicheur probable sur le secteur de Mantes et l'Île Saint-Martin (Bezons). Compte-tenu de la distance entre les emprises et la ZPS (environ 41km pour Mantes et environ 8 km pour l'Île St-Martin), de la fragmentation des habitats et de l'écologie de l'espèce, il est jugé que les Martin-pêcheurs fréquentant ces deux secteurs d'emprise n'appartiennent pas à la même population que ceux de la ZPS. Le projet n'aura pas d'incidence sur la population de Martin-pêcheurs de la ZPS ; En revanche, les autres espèces précédemment citées fréquentent des secteurs non-impactés par le projet : Bondrée apivore (<i>Pernis apivorus</i>), Pie-grièche écorcheur (<i>Lanius collurio</i>), Pic mar (<i>Dendrocopos medius</i>) et Pic noir (<i>Dryocopus martius</i>). Le projet n'aura donc pas d'incidence sur les populations de ces espèces au niveau de la ZPS.
Nature et importance des opérations	Les opérations du projet Eole situées à proximité de ce site Natura 2000 consistent en la création d'une nouvelle infrastructure souterraine et en l'aménagement de sites industriels dans un contexte urbain dense. Cette opération et le projet Eole ne sont pas susceptibles de venir modifier le fonctionnement du site. En effet, les principales incidences du projet concernent principalement le tronçon souterrain entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre et de manière très localisé les aménagements en surface, en dehors du site Natura 2000.

Caractéristiques du site et de ses objectifs de conservation	Ce site est caractérisé par la présence en milieu urbain d'espaces verts présentant des enjeux naturalistes remarquables vis-à-vis de l'avifaune. Les objectifs de conservation portent sur le maintien, l'entretien et la protection de ces espaces. Le projet Eole ne remet pas en cause ces objectifs.
--	---

Concernant l'impact potentiel sur le parc de la Courneuve :

D'après le Document d'objectif du site Natura 2000 au droit du Parc départemental Georges Valbon à La Courneuve, ce site est majoritairement composé de milieux forestiers et ouverts non humides. En effet, les milieux humides ne représentent que 4% du site, essentiellement au travers d'eau libre stagnante permanente et des milieux en bordure de ces mares et plans d'eau.

OCCUPATION DU SOL PAR TYPE DE MILIEUX				
	Surface dans l'entité (ha)	Pourcentage dans l'entité (%)	Surface dans la ZPS (ha)	Pourcentage dans la ZPS (%)
Milieux humides	14,6	4,6	51,1	4,4
Eau libre courante			0,8	0,1
Eau libre stagnante permanente	12,8	4	32,1	2,7
Eau libre stagnante permanente et milieu humide			0,1	0
Eau libre stagnante temporaire			0,2	0
Milieu humide			2,8	0,2
Milieu humide à gravières			0,1	0
Milieu humide à roselière	1,6	0,5	3,5	0,3
Prairie humide	0,2	0,1	10,9	0,9
Prairie humide et fourré arbustif			0,5	0
Milieux forestiers	116	36,5	611,6	52,2
Boisement de conifères jeunes	6,4	2,0	17,8	1,5
Boisement de conifères jeunes et boisement de feuillus jeunes	4,7	1,5	4,9	0,4
Boisement de conifères matures			0,1	0
Boisement de feuillus jeunes	91	28,7	299,9	25,6
Boisement de feuillus jeunes et boisement de conifères jeunes	11,6	3,7	11,6	1
Boisement de feuillus jeunes et fourré arbustif	0,5	0,1	3,6	0,3
Boisement de feuillus jeunes et pelouse de parc	1,4	0,4	1,5	0,1
Boisement de feuillus jeunes et prairie sèche	0,3	0,1	6,8	0,6
Boisement de feuillus matures			242,3	20,7
Boisement de feuillus matures et pelouse de parc			0,3	0
Jeune plantation d'arbres	0,1	0	13,6	1,2
Jeune plantation d'arbres et prairie sèche			1,2	0,1
Ripisylve			7,1	0,6
Ripisylve et eau libre courante			1	0,1
Pelouses et cultures	71,6	22,5	164,8	14,1
Pelouse de parc	71,6	22,5	149,3	12,8
Pelouse de parc et boisement de feuillus jeunes			2,2	0,2
Pelouse de parc et boisement de feuillus matures			1,9	0,2
Pelouse de parc et fourré arbustif			0,1	0
Pelouse de parc et jeune plantation d'arbres			0,9	0,1
Zone de culture			10,3	0,9
Zone de culture et prairie sèche			0,1	0
Milieux ouverts	62,1	19,6	222,2	19
Clairière			3,3	0,3
Clairière et zones de culture			0,1	0
Fourré arbustif	12,6	4	47	4
Fourré arbustif et boisement de conifères jeunes	1,5	0,5	1,5	0,1
Fourré arbustif et boisement de feuillus jeunes	2,1	0,7	9,2	0,8
Fourré arbustif et clairière			2,6	0,2
Fourré arbustif et pelouse de parc			0,1	0
Fourré arbustif et prairie humide			28	2,4
Fourré arbustif et prairie sèche	0,8	0,3	16,4	1,4
Prairie			2,1	0,2
Prairie améliorée			11,3	1
Prairie sèche	40,7	12,8	94,5	8,1
Prairie sèche et boisement de feuillus jeunes	0,5	0,2	0,9	0,1
Prairie sèche et fourré arbustif	3	1	4,4	0,4
Prairie sèche et jeune plantation d'arbres	0,3	0,1	0,3	0
Prairie sèche et pelouse de parc	0,5	0,2	0,5	0
Autres (zones non végétalisées)	53,2	16,8	121,1	10,3
Total	317,5	100	1170,8	100

Figure 121 : Occupation des sols du Parc de la Courneuve
source : DOCOB

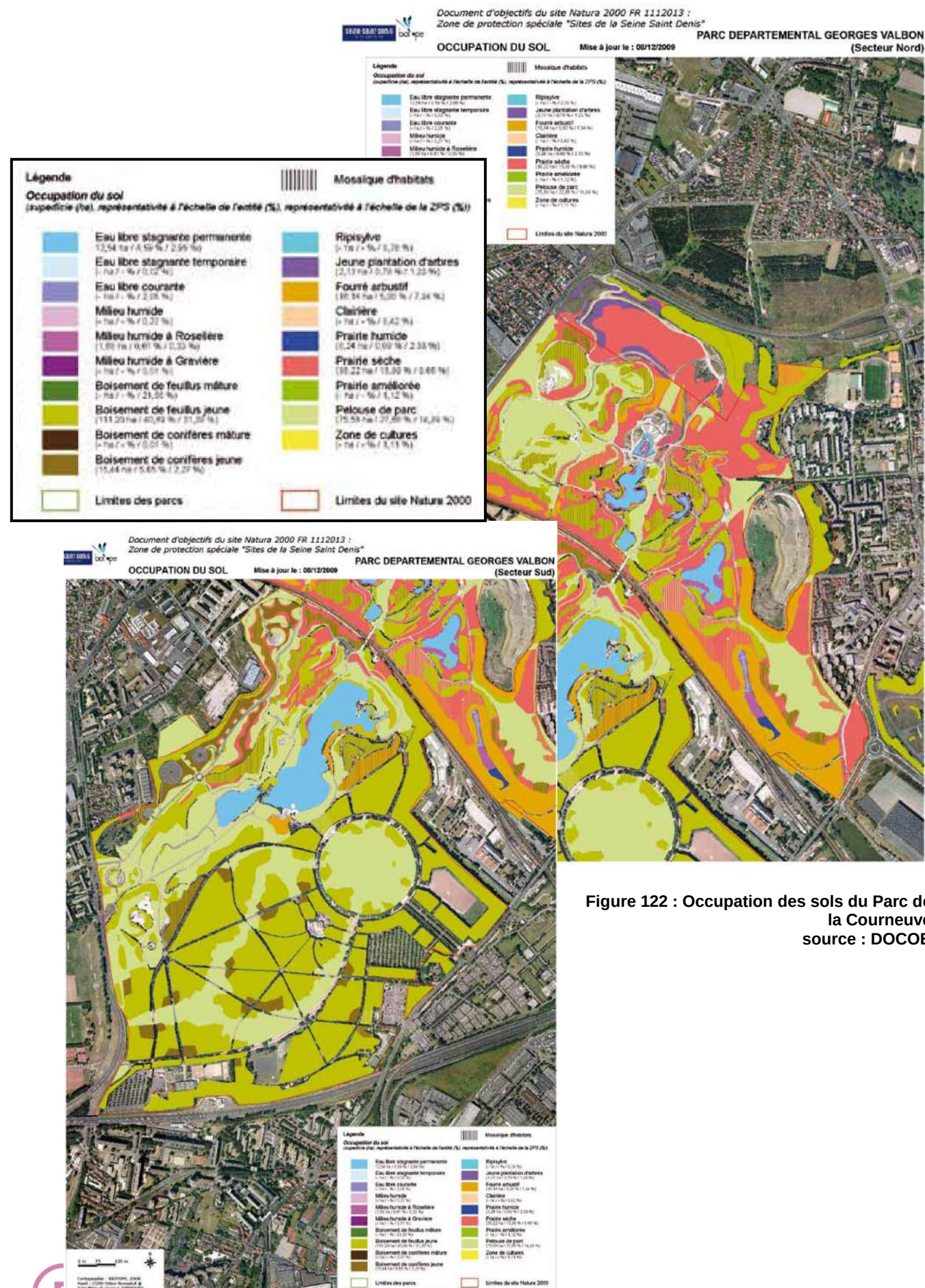


Figure 122 : Occupation des sols du Parc de la Courneuve
source : DOCOB

Le risque d'impact sur ce site Natura 2000 lié au fonctionnement hydraulique du site et au lien entre les eaux superficielles stagnantes et les aquifères.

D'après les données du BRGM, la succession lithologique au droit du site de La Courneuve est la suivante :

- ◆ Alluvions modernes (Fz) ou limons de plateau (LP)
- ◆ Masses et marnes du gypse E7a)
- ◆ Marnes à Pholadomyes et Sables de Monceau (E6e)
- ◆ Calcaires de Saint-Ouen (E6d)
- ◆ Sables de Beauchamp (E6b)
- ◆ Marnes et Caillasses du Lutétien (E5d)
- ◆ Calcaires Grossiers du Lutétien (E5c)
- ◆ Sables de Cuise (Yprésien, E4.)

Les pompages de rabattement d'Eole concernent la nappe contenue dans les Sables de Cuise.

Le Parc Départemental prend place au sein de formations superficielles constituées par des Limons de Plateau (en butte), les alluvions modernes (en partie basse) et les affleurements des Marnes à gypses et Calcaires de Saint-Ouen (cf. extrait carte géologique ci-dessous). Les alluvions et marnes sont à dominance argileuse, donc peu perméables. Ils sont probablement responsables de la présence des plans d'eau du parc.

Si un lien hydraulique existe entre les eaux superficielles et les eaux souterraines, la nappe concernée serait celle des Calcaires de Saint-Ouen, qui contiennent la nappe phréatique.

La nappe des Sables de Cuise, située à une soixantaine de mètres de profondeur, est captive dans le secteur. Sa piézométrie, reportée sur la carte hydrogéologique de Paris au 1/50 000 (BRGM 1970, cf. carte ci-après), est bien distincte de celle de la nappe phréatique, avec un niveau situé à l'époque une dizaine de mètres en dessous de celle-ci. Par ailleurs, les données hydrodynamiques d'ouvrages à l'Yprésien répertoriés dans le secteur [BSS n° 01832B0084 (Saint Denis) 01834A00006 (Le Bourget) 01833B0035 (La Courneuve)], ainsi que des pompages d'essais récents réalisés par Antea à Saint Denis (SCI Neubauer Landy 2010), confirment :

- ◆ le caractère captif de la nappe (coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 10^{-4})
- ◆ sa faible relation avec la nappe supérieure (drainance non perceptible). La séparation entre les unités aquifères pourrait être matérialisée par la présence d'un écran médian peu perméable au sein des Sables de Beauchamp. Les résultats du modèle hydrogéologique réalisé dans le cadre d'Eole permettent de préciser l'impact potentiel du rabattement dans les Sables de Cuise au droit du site Natura 2000 du Parc de la Courneuve.

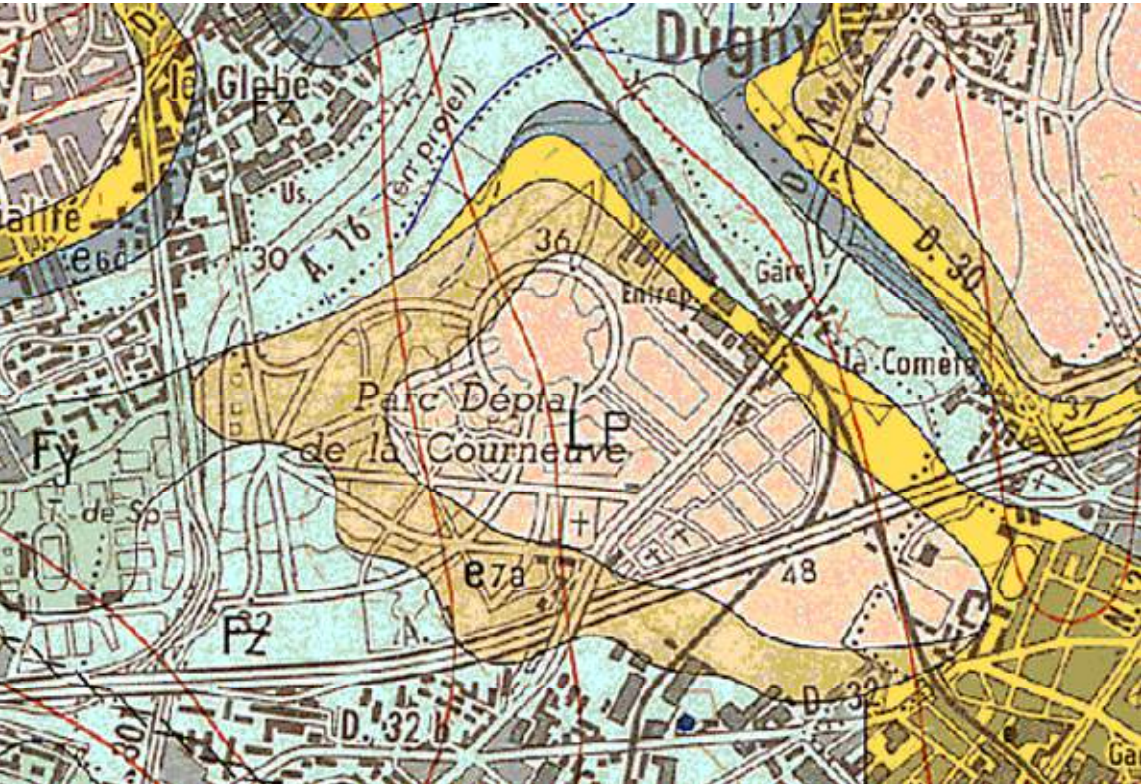
Selon les simulations du modèle hydrodynamique, l'impact des pompages de rabattement sur l'aquifère yprésien captif (Sables de Cuise), à l'aplomb du parc de La Courneuve, serait compris entre 0,2 et 0,3 m après 4 ans de pompage, soit une variation qui n'excède pas les fluctuations saisonnières de cette nappe.

L'absence de relation directe entre l'aquifère superficiel et l'aquifère yprésien permet donc de supposer que le rabattement induit dans l'aquifère superficiel sera amorti et peu perceptible.

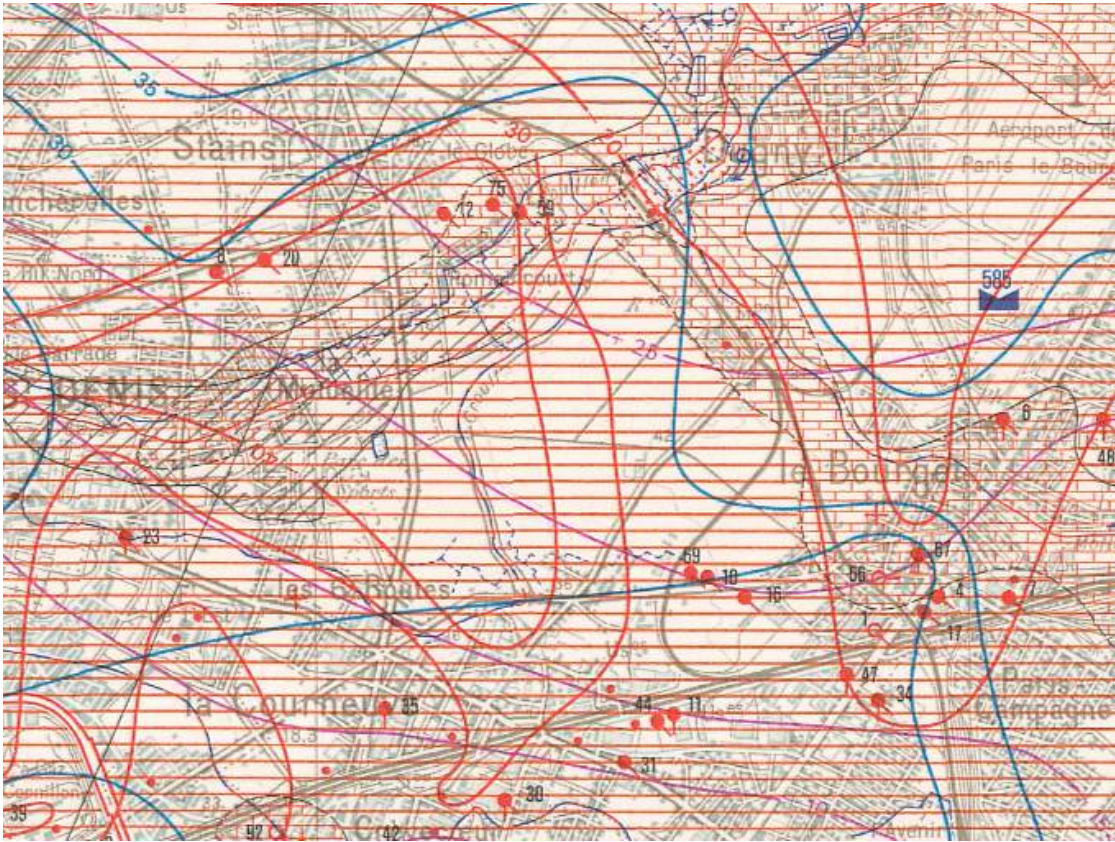
Le rabattement occasionné par les pompages dans l'Yprésien ne devrait donc pas avoir d'incidence sur ce milieu naturel. Ceci pourrait être contrôlé au besoin par les piézomètres superficiels existants. Des contacts avec le CG93 ont permis d'identifier des piézomètres potentiels, l'un à proximité du

Parc, vers l'Est, équipé dans les Calcaires de Saint-Ouen (au lieu dit La Molette) ; les deux autres plus éloignés (1 à 2 km), équipés dans les alluvions et dans les Calcaires de Saint-Ouen.

Le contrôle pourrait, au besoin, être mené sur une série de piézomètres qui avaient été réalisés dans le Parc, pour suivre l'impact des travaux du TLN.



Extrait de la carte géologique du secteur de la Courneuve (source Infoterre)



6.Évaluation des incidences sur les usages et activités liés à l'eau

6.1 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LA NAVIGATION ET MESURES ASSOCIEES

Dans le cadre du projet Eole, des travaux vont être réalisés sur des cours d'eau navigables, pouvant entraîner ainsi des perturbations de la navigation.

Les cours d'eau concernés sont :

- ◆ Le canal Saint-Denis dans le cadre des travaux d'élargissement du pont-rail de Rosa Parks ;
- ◆ La Seine dans le cadre de la réalisation du Port Fluvial et de son exploitation.

6.1.1 En phase travaux

6.1.1.1 Effet des travaux d'élargissement du pont-rail sur la navigation du canal Saint-Denis

A- Effets de l'opération

Le canal Saint-Denis, d'une largeur de 24 m sous le pont-rail actuel, est ouvert à la navigation toute l'année.

Il représente un trafic annuel qui fluctue, entre 500 000 et 1 million de tonnes par an, et est emprunté par des péniches à grand gabarit (capacité jusqu'à 1000 t), occasionnellement des bateaux mouches, ainsi que, quotidiennement, par le service de navettes entre l'embarcadere, situé à une centaine de mètres du futur ouvrage, et le centre commercial du Millénaire.

L'élargissement du pont-rail au-dessus du canal Saint-Denis, lié au projet de voies de retournement de Rosa Parks nécessitera de réduire la passe navigable de moitié, entraînant une perturbation des circulations sur ce canal.

Au stade d'étude actuel, la passe navigable sera réduite à une demi-passe navigable pendant la durée des travaux (environ 40 mois).

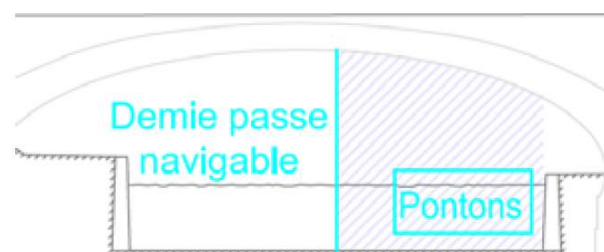


Figure 123 : Illustration de la demi-passe navigable

Des coupures totales des navigations³² pourront être envisagées lors d'opération « coup de poing » :

- Pose de la pile provisoire : 3 fois 18h/nuit

- Pose de la charpente métallique : 4 à 6 weekends de 36h selon le choix de la solution technique retenue.
- Dépose de la pile provisoire : interruption de nuit.

B- Mesures d'évitement et de réduction des effets

Les besoins en neutralisation et réduction des passes de navigation sur le canal et de l'espace urbain circulaire sur les berges ont fait l'objet d'une concertation avec les différents services de la Ville de Paris, ils seront formalisés lors de la phase PRO une fois que les différentes variantes Ouvrage d'art auront été choisies par la MOA.

Toutes les modifications de circulation se feront en concertation et après accord des gestionnaires des canaux afin de limiter autant que possible les incidences sur la navigation.

Une signalisation fluviale adaptée signalera la présence d'une zone de chantier.

L'ensemble des mesures prises permettront le stationnement dans de bonnes conditions de sécurité des unités fluviales nécessaires au chantier.

D'une manière générale, toutes les prescriptions nécessaires seront faites aux entreprises intervenant sur le chantier de manière à s'assurer du respect de l'environnement et de l'exploitation du canal.

D'après les services des canaux de Paris, le chômage du canal n'est pas prévu avant 2020. Tous les travaux sont donc réalisés en eau et les études de la phase PRO sont menées en conséquence.

A noter qu'en phase d'exploitation, aucun impact négatif ne sera alors attendu sur la navigation.

³² Les écluses sont ouvertes de 6h15 à 19h30 et les navettes fluviales « ICADE » circulent entre l'embarcadere « Corentin Cariou » et le « centre commercial du Millénaire » de 7h30 à 21h en semaine et de 9h40 à 21h le samedi et jours fériés.

6.1.1.2 Effet de la réalisation et de l'exploitation du Port Fluvial sur la navigation

A- Effets de l'opération

La réalisation et l'exploitation du Port Fluvial peuvent impacter le chenal de navigation emprunté par les péniches mais modifie aussi le trafic fluvial dans le secteur de Courbevoie.

Le stationnement des bateaux

L'arrêté préfectoral du 22 juillet 2008 « portant délimitation des zones dans lesquelles le stationnement (ancrage et amarrage) est interdit au titre de la police de navigation sur la rivière Seine dans le département des Hauts de Seine » concerne le site d'implantation du projet port fluvial.

Cet arrêté identifie la zone du Port Fluvial comme zone d'interdiction de stationnement.

Une demande de dérogation à cet arrêté est réalisée en parallèle de la présente demande.

Le chenal de navigation

Le stationnement de barges au droit du Port Fluvial est compatible avec le chenal de navigation dans sa configuration actuelle comme l'illustre la figure ci-contre.

D'autre part, il est à noter que, dans le cadre du projet de desserte fluviale du chantier « Hermitage Plaza » sur la commune de Courbevoie (92), le chenal de navigation actuel n'est pas compatible avec la réalisation et l'exploitation de la desserte. Ainsi, dans le cadre de ce projet, il a été choisi, en étroite concertation avec VNF, de décaler le chenal de navigation vers la droite, la largeur du chenal restant inchangée par rapport à l'existant.

Le Port Fluvial prévu dans le cadre du projet Eole est compatible avec ce nouveau tracé.

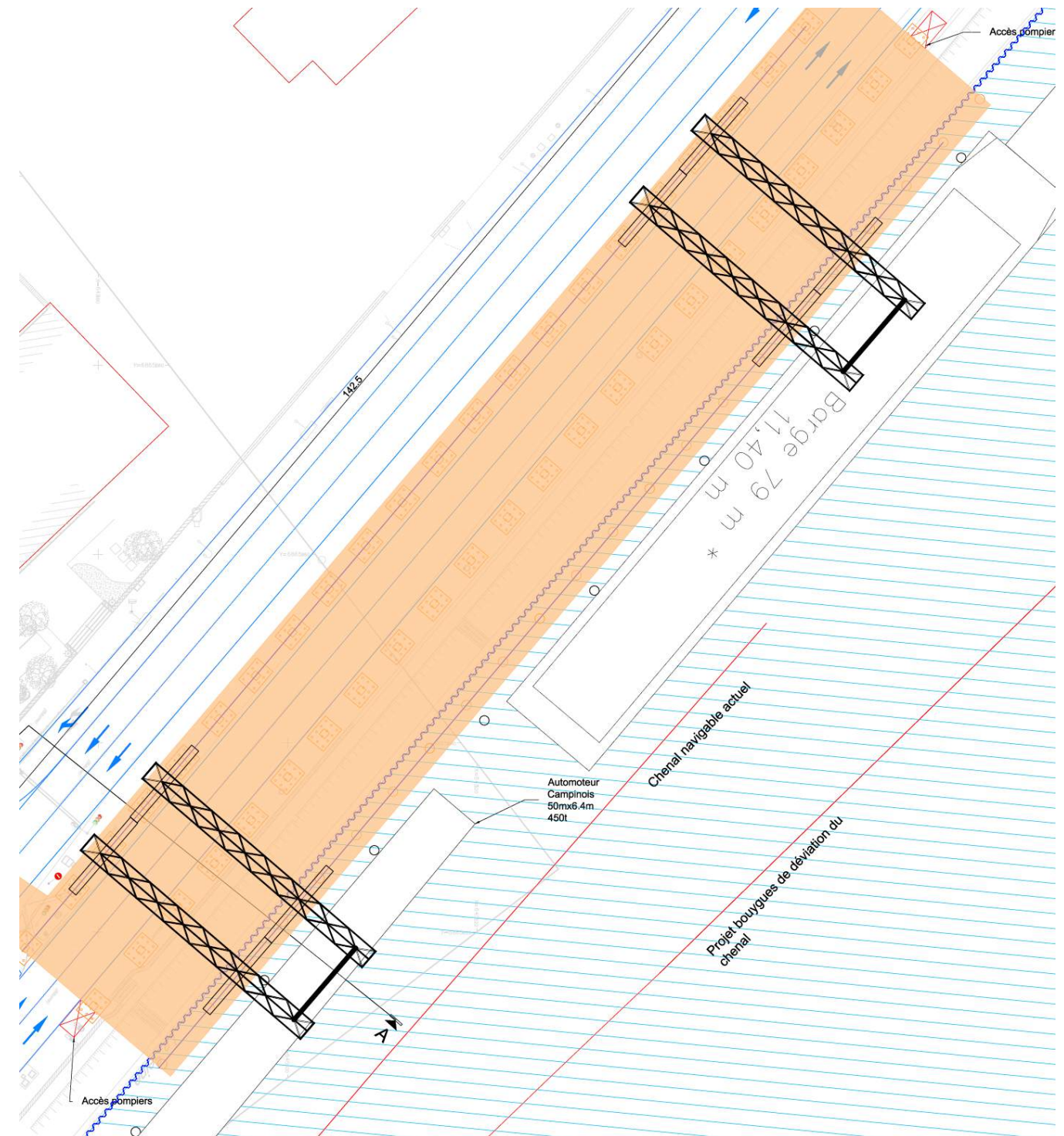


Figure 124 : Extrait du plan d'implantation du port fluvial Eole indiquant le chenal de navigation actuel et le projet de chenal déplacé - source : SED

Le trafic fluvial

Le port fluvial fonctionnera 24h/24 et 6j/7 pendant 4 à 4,5 ans, le trafic fluvial sera de :

- ♦ En moyenne :
 - 3 barges d'un tonnage de 800t par jour (convoi avec pousseurs) ;
 - 4 péniches d'un tonnage de 250t par jour.
- ♦ En période de pointe :
 - 5,5 barges d'un tonnage de 800tonnes par jour ;
 - 8 péniches d'un tonnage de 250t par jour.

Environ 1 270 000 m³ de déblais (environ 3 100 000 tonnes humides) issues de la nouvelle infrastructure souterraine seront évacués par cette installation.

Une augmentation du trafic fluvial en Seine sera donc attendue.

B- Mesures

Dans le cadre de l'article L.2124-8 du code général de la propriété des personnes publiques, « Aucun travail ne peut être exécuté, aucune prise d'eau ne peut être pratiquée sur le domaine public fluvial sans autorisation du propriétaire de ce domaine. Les décisions d'autorisation fixent les dispositions nécessaires pour assurer notamment la sécurité des personnes et la protection de l'environnement. »

Au droit du Port fluvial, ce gestionnaire est Voie Navigable de France (VNF). Toutes les autorisations nécessaires à l'occupation du domaine public fluvial seront sollicitées.

Suite à la concertation avec les usagers menée par VNF et en fonction de l'instruction du dossier technique, toutes les préconisations émises en terme de signalisation seront mises en œuvre.

Toutes les précautions seront par ailleurs prises pour que l'augmentation de trafic ne remette pas en cause la sécurité des usagers.

6.1.2 En Phase Exploitation

En phase exploitation aucune installation n'empiètera sur le domaine public fluvial :

- ♦ Le gabarit du pont-rail après élargissement permet de maintenir la navigation. Aucun ouvrage n'étant présent dans le lit mineur du canal, il n'y aura pas d'impact sur la navigation à l'état définitif.
- ♦ Le port fluvial est, quant à lui, exclusivement une installation de la phase chantier. Il ne perdurera pas au-delà des travaux et n'aura donc aucun impact en phase exploitation.

6.2 EVALUATION DES INCIDENCES SUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET MESURES ASSOCIEES

Les incidences potentielles sur l'alimentation en eau potable peuvent être de deux natures :

- ♦ Quantitative : par une modification du niveau d'eau au sein des ouvrages.
- ♦ Qualitative : dans le cas d'une pollution affectant le sol ou le sous-sol au sein d'un périmètre de protection de captage d'eau potable.

La liste des captages AEP concernée par le projet est présentée dans l'état initial au chapitre 1.6.1.

6.2.1 En phase travaux

6.2.1.1 Effets sur l'alimentation en eau potable sur le département de Paris

L'alimentation en eau de Paris est principalement issue de ressource extérieure au département. Seuls quelques ouvrages d'eau potable captant la nappe de l'Albien sont présents, les deux plus proches se trouvant dans le square de la Madone dans le 18^{ème} (à 600 m du secteur de la gare d'Évangile) et square Lamartine dans le 16^{ème} (à un peu moins d'1 km de la zone d'étude).

La nappe de l'Albien étant naturellement protégée (nappe captive profonde), elle est déconnectée des nappes impactées par les travaux. Les travaux n'auront aucune incidence sur l'alimentation en eau potable sur Paris.

6.2.1.2 Effets sur l'alimentation en eau potable sur le département des Hauts-de-Seine

Les captages d'eau du département des Hauts-de-Seine susceptibles d'être impactés par les travaux sont :

- ♦ **Deux captages AEP captant la nappe de l'Albien** : Localisés à Neuilly-sur-Seine (référencés 01832C0336/B1 et 01832C0337/B2), ils sont situés à proximité immédiate du tracé du tunnel et du port fluvial (environ 300m). Toutefois la nappe de l'Albien étant naturellement protégée (nappe captive profonde), le passage du tunnelier et les installations du port fluvial n'auront aucune incidence sur ces deux captages.
- ♦ **Des prises d'eau en Seine à Suresnes** : Ces prises d'eau sont situées à environ 3,5km en amont hydraulique de la zone d'installation du port fluvial. Aucune incidence sur ces prises d'eau n'est attendue.
- ♦ **Le champ captant de Villeneuve la Garenne** : Les rabattements de nappe modélisés dans les Hauts de Seine suite à la mise en place de pompages pour réaliser la nouvelle infrastructure souterraine montrent que ce champ captant est situé loin au-delà de la courbe d'iso rabattement de 0,5m. l'incidence attendue sera au maximum de l'ordre du centimètre (cf. chapitre 2.1 sur les incidences sur le niveau piézométrique). Le projet Eole n'aura donc pas d'incidence notable sur ce champ captant.

Les travaux n'auront pas d'incidences notables sur les captages d'alimentation en eau potable des Hauts de Seine.

6.2.1.3 Denis

Effets sur l'alimentation en eau potable sur le département de Seine-Saint-Denis

Les captages d'eau du département de la Seine Saint Denis, susceptibles d'être impactés par les travaux sont :

- ♦ Le captage privé SNCF de Saint-Denis captant la nappe de l'Albien. Ce captage est situé à l'intérieur du cône d'appel lié au rabattement de nappe mis en place pour la création de la future infrastructure souterraine. Toutefois la nappe de l'Albien étant naturellement protégée (nappe captive profonde) elle est complètement déconnectée de la nappe du Lutétien/Yprésien et ne subira donc pas d'influence piézométrique. Aucune incidence sur ce captage n'est donc attendue.
- ♦ Le captage privé SNCF de Saint-Denis captant l'Éocène du Valois. Ce captage est situé à la périphérie du cône de rabattement généré par les pompages. Les rabattements de nappe modélisés dans la Seine-Saint-Denis montrent une incidence de l'ordre de 1 à 1,5m (cf. figure ci-dessous). Cependant, il s'agit d'un ouvrage à grande profondeur (110 m), le projet Eole n'aura donc pas d'incidence notable sur cet ouvrage.

Les travaux n'auront pas d'incidence notable sur les captages d'alimentation en eau potable de la Seine Saint-Denis.

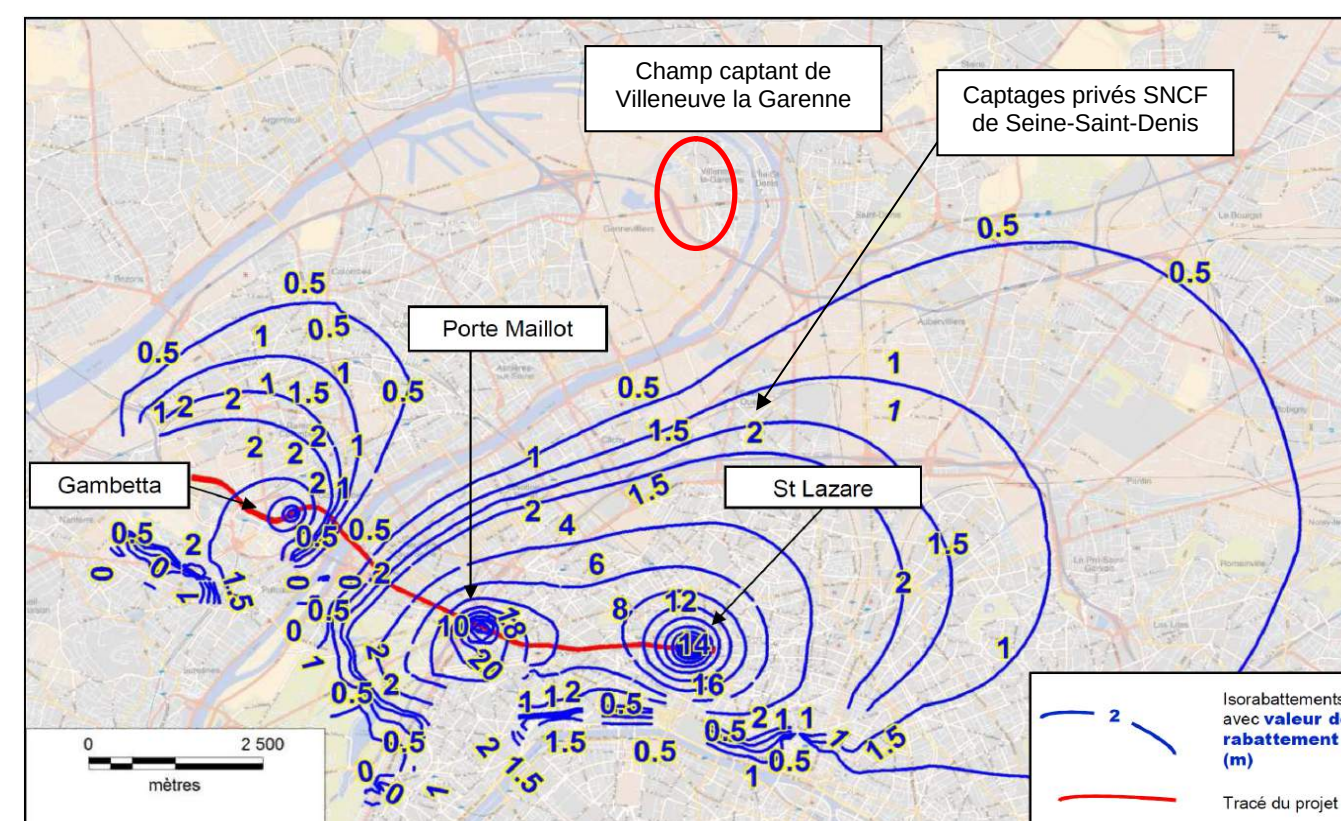


Figure 125 : Localisation du champ captant de Villeneuve la Garenne et du captage privé de Seine Saint-Denis vis-à-vis du rabattement de nappe généré par le projet Eole.

6.2.2 En phase exploitation

En phase définitive, **l'exploitation de la ligne par les rames du RER E n'aura aucune incidence** sur l'exploitation de la ressource en eau par rapport à la situation actuelle.

En effet rappelons que :

- ♦ Aucun prélèvement n'est prévu dans le milieu (superficiel ou souterrain), à l'exception du débit de fuite du futur tunnel. Toutefois aucun captage AEP ne capte le même aquifère à proximité de l'ouvrage.
- ♦ Les rames du RER qui seront mises en circulation sont des rames électriques qui n'entraînent pas de rejet d'hydrocarbure.
- ♦ L'absence de toilettes au sein des futures rames supprime tout risque de contamination d'origine fécale.

Nous pouvons également noter que la diminution du trafic attendu sur les routes suite au prolongement de la voie aura une incidence positive sur la qualité de l'eau.

6.3 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES AUTRES EXPLOITATIONS DE LA RESSOURCE EN EAU ET MESURES ASSOCIEES

Les usages de la ressource (hors alimentation en eau potable) peuvent être impactés :

- ♦ Pour des raisons de quantité : si le projet Eole affecte les volumes d'eau disponibles (débit des cours d'eau ou niveau des nappes) ;
- ♦ Pour des raisons qualitatives : si le projet Eole affecte la qualité de la ressource.

Dans le cadre du projet Eole, à la vue des effets du projet sur les ressources en eaux superficielles et souterraines, les incidences qui en découlent sur les activités liés à la ressource sont principalement à rechercher auprès des usages qui concernent les aspects quantitatifs de la ressource souterraine. En effet, aucune incidence avérée n'a été identifiée sur les aspects qualitatifs des ressources souterraines et superficielles (hors pollutions accidentelles ou ponctuelles), ni sur les aspects quantitatifs de la ressource superficielle.

6.3.1 En phase travaux

En phase travaux, le rabattement de nappe mis en place sur les secteurs de l'entonnement Haussmann-Saint-Lazare, de la Gare Maillot et de La Défense est susceptible d'avoir une incidence sur les ouvrages exploitants la ressource en eau souterraine (pour un usage autre que l'alimentation en eau potable traitée précédemment), la baisse du niveau piézométrique pouvant mettre hors d'eau les pompes de prélèvements, voir mettre l'ouvrage à sec.

Les paragraphes suivants présentent l'analyse des incidences de l'abaissement des niveaux piézométriques sur les points de prélèvements identifiés pour chacun des sites de rabattement.

6.3.1.1 Incidences sur les ouvrages à proximité de l'entonnement Haussmann-Saint-Lazare et mesures associées

La carte ci-après présente les points de prélèvement potentiellement impactés par l'abaissement des niveaux des nappes et rappelle les valeurs de l'abaissement du niveau des nappes associé à l'opération de rabattement sur le site d'Haussmann-Saint-Lazare.

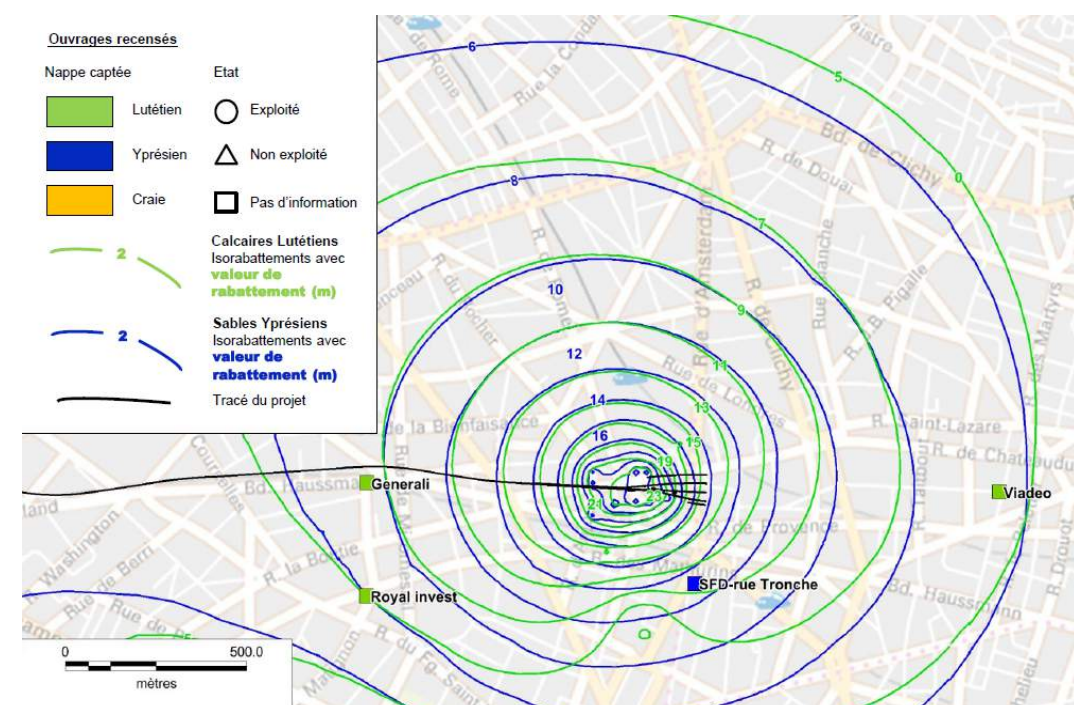


Figure 126 : Localisation des sites à Haussmann-Saint-Lazare avec les courbes d'iso rabattement – source : SED

Parmi les quatre ouvrages recensés, une seule fiche d'identification a pu être établie, celle des forages du SFD, rue Tronchet (2 ouvrages), les autres propriétaires n'ayant pas répondu.

Pour cet ouvrage, l'impact du rabattement est illustré au travers de la coupe ci-après³³. Le rabattement de nappe Eole entraîne un abaissement de la piézométrie dans l'ouvrage de 13 m, l'ouvrage n'est cependant pas asséché.

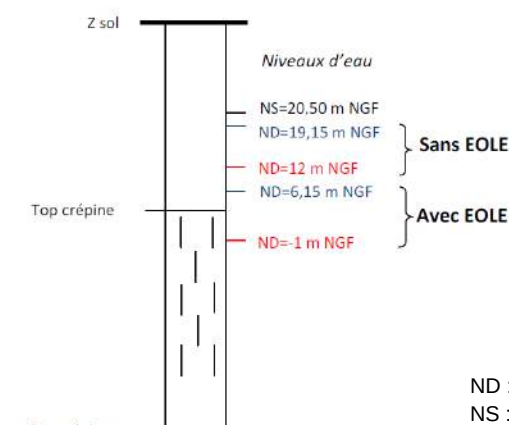


Figure 127 : Simulation de la piézométrie dans l'ouvrage du SFD avec et sans le rabattement de nappe Eole, en bleu le niveau dynamique moyen, en rouge le niveau dynamique de pointe - source : SED

³³ Le niveau statique correspond au niveau de la nappe sans pompage, le niveau dynamique correspond au niveau de la nappe en cours de pompage

6.3.1.2 Incidences sur les ouvrages à proximité de la Gare Maillot

La carte ci-après présente les points de prélèvements potentiellement impactés par l'abaissement des niveaux des nappes et rappelle les valeurs de l'abaissement du niveau des nappes associé à l'opération de rabattement sur le site de la Gare Maillot.

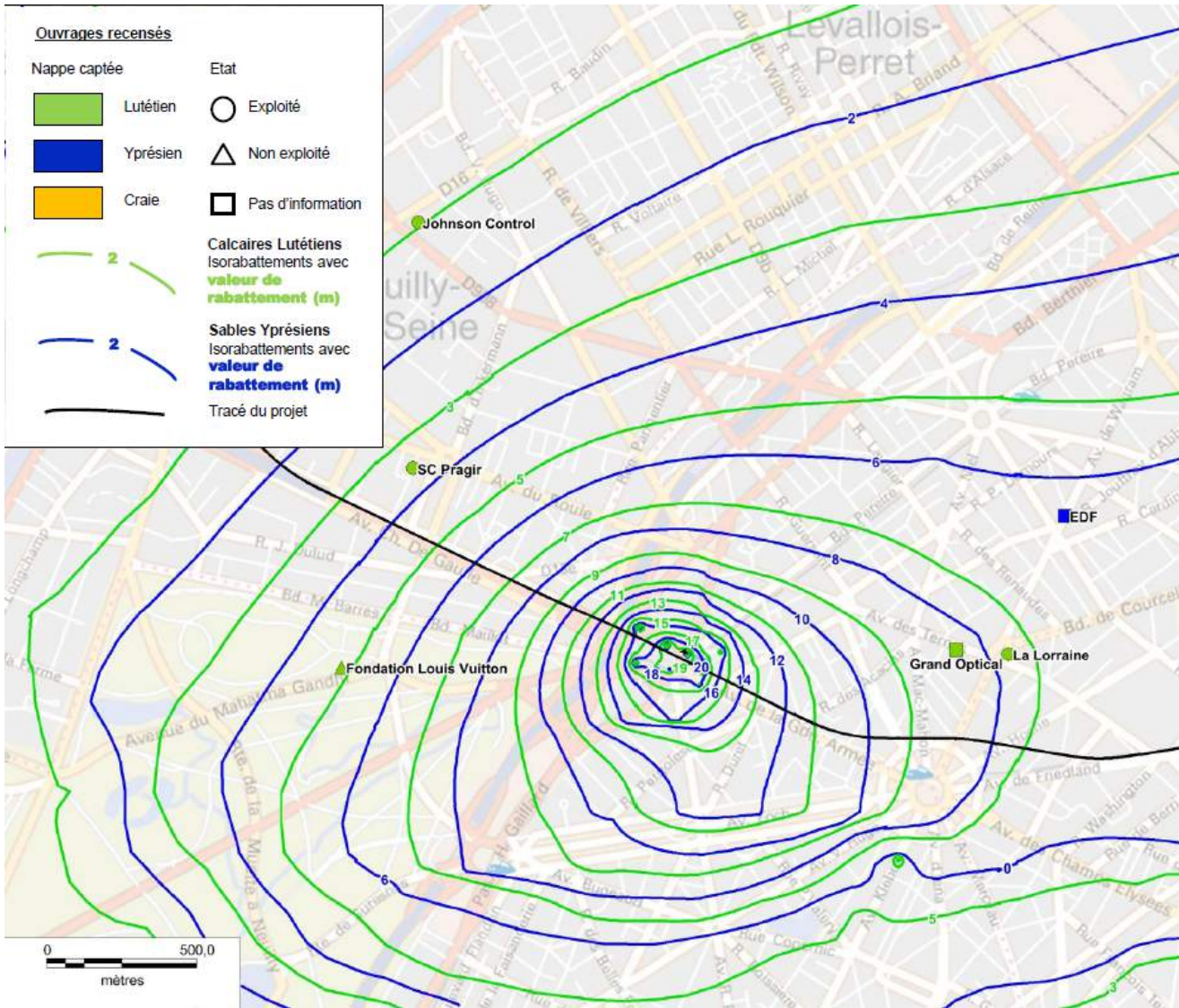


Figure 128 : Localisation des sites de la Porte Maillot avec les courbes d'isorabattement – source : SED

Parmi les six ouvrages recensés, quatre fiches d'identification ont pu être établies :

Nom	Johnson Controls	SC Pragir
Incidence	Abaissement de la piézométrie dans l'ouvrage de 1 m, l'ouvrage n'est cependant pas asséché	Abaissement de la piézométrie dans l'ouvrage de 3,5 m, la pompe se retrouve alors hors d'eau. L'ouvrage n'est cependant pas asséché.
Coupe		
Nom	Terne Etoile Grand Optical	PJB Holding – La Lorraine
Incidence	Abaissement de la piézométrie dans l'ouvrage de 8,5 m, entraînant une mise hors d'eau de l'ouvrage	Abaissement de la piézométrie dans l'ouvrage de 7,5 m, entraînant une mise hors d'eau de l'ouvrage
Coupe		

6.3.1.3 Incidence sur les ouvrages à proximité de La Défense

La carte ci-après présente les points de prélèvements potentiellement impactés par l'abaissement des niveaux des nappes et rappelle les valeurs de l'abaissement du niveau des nappes associé à l'opération de rabattement sur le site de la Gare de La Défense.

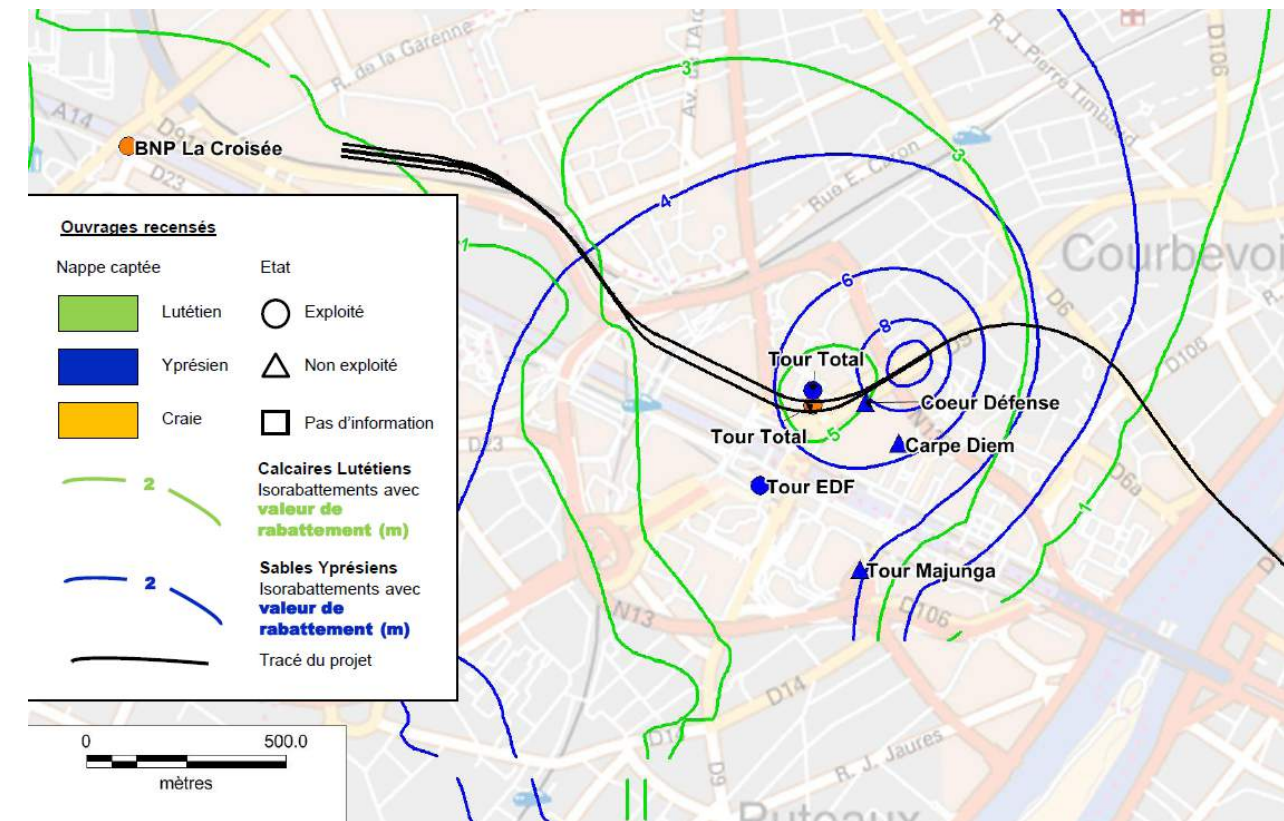


Figure 129 : Localisation des sites de la Défense avec les courbes d'isorabatement – source : SED

Parmi les six ouvrages recensés, trois fiches d'identification ont pu être établi :

Nom	Tour Majunga – SNC Lefoullon		Total France SA – Tour Total	
Incidence	Abaissement de la piézométrie dans l'ouvrage de 4 m, L'ouvrage n'est pas asséché.		Abaissement de la piézométrie dans l'ouvrage de 7 m, L'ouvrage n'est pas asséché.	
Coupe	Z sol Niveaux d'eau Top crépine NS= 25,2 m NGF ND= 15,2 m NGF → Sans EOLE ND= 11,2 m NGF → Avec EOLE Bas crépine		Z sol Niveaux d'eau Top crépine NS= 25,2 m NGF ND= 15,2 m NGF → Sans EOLE ND= 8,2 m NGF → Avec EOLE Bas crépine	

Nom	SCI Carpe Diem
Incidence	Abaissement de la piézométrie dans l'ouvrage de 6,5 m, L'ouvrage n'est pas asséché.
Coupe	Z sol Niveaux d'eau Top crépine NS= 25,4 m NGF ND= 22,8 m NGF → Sans EOLE ND= 16,4 m NGF → Avec EOLE Bas crépine

6.3.1.4 Mesures

Pour les forages impactés par le rabattement de nappe, une descente de la pompe en fond de forage pendant la durée des travaux permettrait de se prémunir contre les effets du rabattement de nappe. Dans le cas des forages mis hors d'eau, les solutions envisageables consistent à créer de nouveaux forages plus profonds, de changer le fonctionnement des installations ou bien, selon les possibilités de s'alimenter en eau sur le réseau.

Une concertation sera mise en place au cas par cas afin de définir les solutions retenues pour chaque ouvrage avec les propriétaires concernés.

6.3.2 En phase exploitation

En phase définitive, le prolongement du RER E à l'Ouest n'aura pas d'incidence notable sur ces ouvrages, aucun rabattement de nappe n'étant réalisé et les incidences de l'ouvrage souterrain sur les écoulements restant négligeables pour ces usages (cf. chapitre impact sur les écoulements souterraine en phase exploitation).

6.4 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ET MESURES ASSOCIEES

- La réalisation du prolongement du RER E à l'Ouest va nécessiter :
- Le raccordement des installations de chantier et des bâtiments techniques (sanitaires, eaux industrielles) aux réseaux d'eaux usées des collectivités ;
 - Le raccordement éventuel des nouvelles emprises assainies (plateformes ferroviaires notamment) aux réseaux unitaires ou d'eaux pluviales des collectivités lorsque l'infiltration ou le rejet au milieu n'est pas possible.
- Ainsi, le projet Eole génère, aussi bien en phase travaux qu'en phase exploitation, des volumes :
- d'eaux usées, pour lesquels il est prévu un raccordement après concertation et accord des gestionnaires des réseaux.
 - d'eaux pluviales, pour lesquels il a été recherché autant que faire se peut des solutions de rejet au milieu. Cependant, selon les sites, des contraintes techniques ont pu nécessiter d'envisager un raccordement au réseau après concertation et accord du gestionnaire.

6.4.1 En phase travaux

A- Effets de la phase travaux sur les réseaux d'assainissement

- Les volumes d'eau dont la gestion est spécifiquement liée à la phase travaux et pour lesquels un raccordement au réseau est prévu après accord des gestionnaires correspondent :
- Aux eaux usées issues des installations de chantier (sanitaires, eaux de process),
 - Aux eaux pluviales ruisselant sur les bases chantier, afin d'éviter tout risque de pollution,
 - Aux eaux d'exhaure issues de l'opération de rabattement sur les sites d'Haussmann-Saint-Lazare et de la Gare Porte Maillot en cas de by-pass temporaire vers les réseaux pour des raisons de qualité des eaux, en l'attente de la mise en place d'un traitement adapté (pour mémoire, les eaux pompées aux alentours de la Gare de La Défense sont collectées et gérées par la SICUDEF pour valorisation pour la système de chauffage/climatisation de La Défense).

Ces différentes eaux vont rejoindre les réseaux ponctuellement. Ils impactent donc le fonctionnement des réseaux d'assainissement collectif de par les volumes qu'ils représentent et en fonction de leur qualité.

B- Mesures d'évitement et de réduction des effets

Les eaux susceptibles d'être polluées seront recueillies sur des plateformes étanches équipées de dispositifs déboureur/déshuileur. En particulier les eaux de lavage de centrales à mortier, toupies, et bennes. Les emplacements de lavage contiendront des bacs de décantation afin de ne pas entraîner de dégradation des réseaux d'assainissement.

Ces rejets dans les réseaux seront temporaires, liés à la réalisation des travaux.

En phase travaux, le projet Eole aura une incidence sur les réseaux d'assainissement en augmentant ponctuellement le volume d'eau rejeté au réseau. Ces rejets seront toutefois limités aux bases chantier et exceptionnellement en cas de by-pass des eaux d'exhaure vers le réseau.

Des conventions de rejet seront recherchées avec les gestionnaires des réseaux impactés et les ouvrages seront dimensionnés de manière à respecter les débits de fuite imposés par les gestionnaires.

6.4.2 En phase exploitation

A- Effet de l'opération

La réalisation du projet Eole va entraîner une augmentation des surfaces imperméabilisées ou pour lesquelles les eaux seront collectées. Lorsque les eaux pluviales ne peuvent être rejetées au milieu (par infiltration dans le sol ou le sous-sol, ou par rejet direct dans les cours d'eau), ces eaux seront collectées et envoyées vers les réseaux d'assainissement les plus proches après concertation et accord des gestionnaires du réseau.

Un tableau récapitulatif des opérations Eole entraînant un rejet au réseau est présenté ci-dessous.

Tableau 45 : Liste des opérations nécessitant un raccordement aux réseaux d'assainissements et débits de fuite associés

Opération où un réseau de collecte des eaux pluviales est prévu	Bassin versant drainée (ha)	Débit de fuite total des ouvrages pour une pluie décennale (l/s)	Exutoire envisagé	Gestionnaire du réseau
Création d'un atelier de maintenance à Noisy-le-Sec	0,524	-	Réseau d'assainissement unitaire départemental	Direction de l'Eau et de l'Assainissement de la Seine Saint-Denis
Sous-station électrique de Noisy-le-Sec	0,15	1		
Création d'un terminus technique à Rosa Parks	0,063	16	Réseau d'assainissement unitaire de la Ville de Paris	Service d'Assainissement de la Ville de Paris (SAP)
Création d'une nouvelle infrastructure souterraine (collecte des eaux tombant sur les bouches d'aération et les accès de la gare Maillot)	0,023	9.99 ³⁴	Réseau d'assainissement unitaire de la ville de Paris.	
		11.2	Réseau d'assainissement unitaire de la ville de Neuilly-sur-Seine	Commune
Réaménagement du secteur de Nanterre la Folie ³⁵	16	32	Réseau d'assainissement unitaire communal	Conseil général des Hauts de Seine et Commune de Nanterre
Sous-station électrique de Lamorue	0,637	6,4	Réseau d'assainissement pluvial communal	

³⁴ Prend en compte une pluie centennale et les infiltrations résiduelles de la nappe. Ce volume ne prend pas en compte les eaux liées à l'extinction d'un incendie. Dans le cas le plus péjorant, (incendie+infiltration+pluie décennale), le débit de pointe rejeté est de 36l/s à Paris et de 34,5 l/s à Neuilly-sur-Seine.

³⁵ Prend en compte les eaux pluviales de la trémie ouverte en sortie du tunnel

A noter que les eaux pluviales qui seront captées par la nouvelle infrastructure souterraine (hors tranchée ouverte) au travers des grilles d'aération des différents puits sont aujourd'hui des eaux qui sont déjà collectées par les réseaux des voiries. Il en va de même pour la sous-station électrique de Lamorue. Elles ne constituent donc, en réalité, pas un volume supplémentaire.

Sur l'ensemble du projet Eole, les eaux pluviales rejetées dans ces réseaux proviendront principalement :

- ◆ De plateformes ferroviaires (environ 75%) ;
- ◆ De surfaces imperméabilisées (environ 20%) correspondant aux parkings du personnel, quais, voie d'accès aux sites et plateformes des installations ;
- ◆ De toitures de bâtiments (environ 5%) ;

Concernant la qualité des eaux pluviales collectées, il est rappelé que les rames Eole circulant sur ces plateformes ferroviaires sont des rames électriques qui ne sont pas munies de WC limitant ainsi l'apport de pollution dans ces réseaux. Aucune augmentation du trafic de fret n'est prévue dans le cadre du projet.

B- Mesures

Des ouvrages de rétention seront réalisés afin d'assurer que les débits rejetés dans ces réseaux respectent les débits de fuite prescrit par la réglementation³⁶.

Afin d'assurer un bon fonctionnement du système d'assainissement, il sera réalisé :

- ◆ Un entretien régulier des pompes de relevage,
- ◆ La mise en place et le nettoyage régulier du casier dégrilleur en amont des pompes,
- ◆ L'enlèvement des boues et hydrocarbure périodiquement.

En phase exploitation, le projet Eole aura une incidence sur les réseaux d'assainissement en augmentant le volume d'eau rejeté au réseau, volume qui sera toutefois régulé en fonction des contraintes locales. Les nouvelles superficies rejetées au réseau représenteront environ 16,5 ha.

Des conventions de rejet seront recherchées avec les gestionnaires des réseaux impactés.

³⁶ A l'exception de l'atelier de maintenance de Noisy-le-Sec où le rejet se fera sans traitement ni rétention en accord avec le gestionnaire.

6.5 EVALUATION DES INCIDENCES SUR LES AUTRES ACTIVITES NAUTIQUES ET MESURES ASSOCIEES

Le projet Eole implique la mise en place d'une installation fluviale en Seine dont l'emprise, les travaux pour sa mise en place et l'activité peut impacter les activités nautiques existantes.

6.5.1 Incidences en phase travaux

6.5.1.1 Activités susceptibles d'être impactées

Seul un site d'activités nautiques est susceptible d'être impacté par les travaux, il s'agit de la Société Nautique de la Basse Seine (SNBS) sur la commune de Courbevoie, à proximité immédiate du futur port fluvial.

Ce club compte environ 480 membres et accueille des scolaires. Il fait partie des 5 plus gros clubs de France.

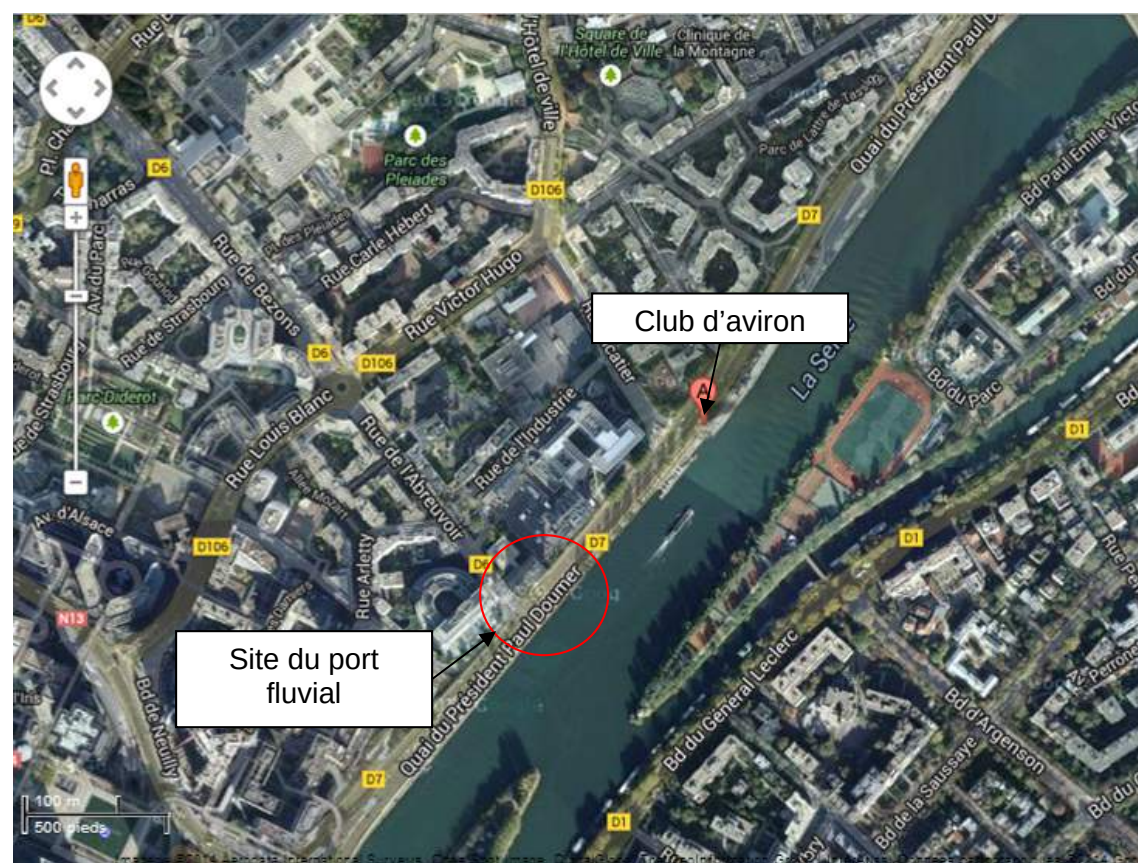


Figure 130 : Localisation du club d'aviron (source : GoogleMaps)

Le club se situe sur un bief d'environ 30 km qui s'étend, en amont, des écluses de Suresnes jusqu'à Chatou, en aval. Le bassin utilisé pour la pratique de l'aviron se compose essentiellement du bras principal de la Seine, ainsi que d'un bras secondaire, formé par l'île de la Jatte qui est située de part et d'autre du pont de Courbevoie.

En situation actuelle, cette activité a l'habitude de cohabiter avec la navigation fluviale.

Ainsi, si les rameurs peuvent être gênés par les vagues provoquées par le passage de péniches, le danger qu'elles représentent est extrêmement bien maîtrisé : les canots moteurs, situés à différents points du bassin, permettent de rappeler à l'ordre les rameurs qui s'écarteraient un peu trop de la

berge. Les péniches naviguant au milieu du bassin et les rameurs longeant les berges, la cohabitation est possible.

Les créneaux d'activités de la base nautique sur la Seine sont :

- ♦ En semaine : entre 12 et 14h et entre 18h et 21h, excepté d'octobre à mars en raison de l'interdiction de naviguer de nuit.
- ♦ Le week-end entre 8h30 et 12h30.
- ♦ Durant la journée pendant les périodes scolaires.

6.5.1.2 Incidences du port fluvial sur les activités nautiques en phase travaux et mesures associées

En phase travaux, le projet pourra occasionner une gêne sur les activités de loisirs du centre d'aviron en raison :

- ♦ Des travaux de réalisation du port fluvial,
- ♦ De l'activité fluviale générée par le chantier durant **4 ans environ**.

Le port fluvial fonctionnera 24h/24 6j/7, les créneaux d'activités du club pouvant être impactés sont donc :

- ♦ Le midi entre 12h et 14h toute l'année,
- ♦ Le soir entre 18h et 21h uniquement d'avril à septembre,
- ♦ Le samedi,
- ♦ Les journées en période scolaire.

Le port fluvial ne fonctionnant pas le dimanche, aucune incidence n'est attendue sur les activités du club pendant cette période.

Une concertation avec la SNBS sera menée afin de déterminer les mesures à prévoir.

En phase travaux, l'activité fluviale générée par le projet Eole nécessitera une concertation avec les activités nautiques existantes de façon à assurer leur cohabitation.

6.5.2 Incidences en phase exploitation

A l'état définitif les installations du port fluvial ne seront pas maintenues et n'auront donc aucune incidence sur les activités de loisirs

En phase exploitation, aucune incidence sur les activités nautiques n'est attendue

6.6 SYNTHÈSE DES INCIDENCES SUR LES USAGES DE L'EAU ET MESURES

6.6.1 En phase travaux

En phase travaux, le projet aura des incidences faibles à fortes selon les usages :

- ♦ **Les travaux n'auront pas d'incidence notable sur l'alimentation en eau potable :**
 - aucun périmètre de protection n'est traversé par le projet ;
 - les captages compris au sein du cône de rabattement de nappe captent pour la plupart l'Albien, nappe profonde et isolée des nappes concernées par le projet ;
 - les quelques ouvrages captant le Lutétien/Yprésien sont situés en périphérie du cône de rabattement et subiront une influence piézométrique de l'ordre du centimètre, qui n'est pas susceptible de remettre en cause leur fonctionnement.
- ♦ **Le projet aura une incidence sur la navigation :** La navigation fluviale sera perturbée pendant les travaux :
 - Sur le canal Saint-Denis suite à la réduction à une demi-passe navigable pendant 40 mois avec des interruptions temporaires complètes de la circulation.
 - Sur la Seine suite à l'augmentation du trafic attendue (environ 3 barges et 4 péniches/jours), toutefois le projet n'aura pas d'incidence sur le chenal de navigation.
- ♦ **Le projet aura une incidence forte sur les autres usages de l'eau :** Les autres usages de l'eau susceptibles d'être impactés sont principalement des doublets géothermiques. Seize ouvrages déclarés au Code Minier et susceptibles d'être impactés par les rabattements de la nappe ont été identifiés, des enquêtes ont été lancées auprès de leurs gestionnaires. Huit d'entre eux ont transmis une réponse ayant permis d'estimer les incidences du rabattement : Deux ouvrages seront asséchés (forages de PJB Holding – La Loraine et Terne Etoile Grand Optical).
- ♦ **Le projet aura une incidence sur les réseaux d'assainissement :** Les réseaux d'assainissement seront impactés du fait du raccordement du rejet des eaux de chantier, entraînant une augmentation ponctuelle des volumes d'eaux rejetés.
- ♦ **Le projet aura une incidence sur les activités de loisirs :** Une seule activité nautique susceptible d'être impactée a été identifiée, il s'agit de la Société Nautique de la Basse Seine, qui dispose d'un club d'aviron important à proximité du port fluvial de Courbevoie. L'incidence du projet étant liée à l'augmentation de la circulation fluviale.

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

- ♦ **Concernant l'alimentation en eau potable :** Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue au regard des incidences négligeables du projet.
- ♦ **Concernant la navigation :** Les aménagements seront réalisés en partenariat avec les gestionnaires du domaine fluvial (Canaux de Paris et VNF). Toutes les autorisations nécessaires seront demandées et une signalisation adaptée sera mise en place pour limiter les incidences sur la navigation en phase travaux. Des échanges sont en cours afin de préparer l'ensemble des dossiers nécessaires.
- ♦ **Concernant les usages de l'eau :** Pour les ouvrages non-asséchés, il peut être envisagé de descendre la pompe au fond du forage pendant la période des travaux pour ne pas subir l'effet du rabattement. Concernant les deux ouvrages asséchés, les solutions envisageables consistent à créer de nouveaux forages plus profonds, de changer le fonctionnement des

installations ou, selon les possibilités, s'alimenter en eau sur le réseau. Les incidences et mesures à prendre seront traitées au cas par cas.

- ♦ **Concernant les réseaux d'assainissement :** Les raccordements au réseau en phase travaux font l'objet d'échanges et d'une validation des gestionnaires du réseau de manière à se conformer aux contraintes locales. Toutes les précautions sont prises pour que les eaux rejetées en phase travaux n'altèrent pas le fonctionnement des réseaux.
- ♦ **Concernant les activités de loisirs :** une concertation sera réalisée avec la SNBS et une signalisation adaptée mise en place au besoin afin de limiter les incidences sur les activités du club.

6.6.2 En phase exploitation

En phase exploitation, le projet n'aura aucune incidence sur les usages de l'eau à l'exception des réseaux d'assainissement :

- ♦ **Le projet n'aura aucune incidence sur l'alimentation en eau potable :** Aucun périmètre de protection n'est traversé par le projet, et aucun rabattement de nappe n'est généré en phase d'exploitation. L'effet barrage généré par les ouvrages souterrains n'impacte pas les niveaux d'eau au droit des captages.
- ♦ **Le projet n'aura aucune incidence sur la navigation :** Aucun aménagement ne sera maintenu dans le lit mineur de la Seine ou du canal Saint-Denis, le futur pont-rail de Rosa Parks sera compatible avec un maintien de la navigation.
- ♦ **Le projet n'aura aucune incidence sur les autres usages de l'eau :** aucun rabattement de nappe n'est généré en phase d'exploitation. L'effet barrage généré par les ouvrages souterrains n'impacte pas significativement les niveaux d'eau au regard de leur variation annuelle normale.
- ♦ **Le projet aura une incidence limitée sur les réseaux d'assainissement :** Le raccordement de nouvelles surfaces au réseau d'assainissement engendrera une légère hausse des volumes d'eau à gérer. Toutefois, il est à noter que la surface collectée supplémentaire due au projet est faible. En effet, une partie des surfaces qui seront raccordées dans le cadre du projet étaient déjà renvoyées vers le réseau en situation actuelle. D'autre part, en dehors du site de Nanterre, les volumes rejetés sont faibles.
- ♦ **Le projet n'aura une incidence sur les activités de loisirs :** Le port fluvial de Courbevoie n'est pas maintenu en phase exploitation.

Mesures d'évitement, à défaut de réduction, à défaut de compensation des incidences :

- ♦ **Concernant l'alimentation en eau potable, la navigation, les autres usages de l'eau et les activités de loisirs :** Aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue au regard de l'absence d'incidences du projet en phase exploitation.
- ♦ **Concernant les réseaux d'assainissement :** Les raccordements ont fait ou feront l'objet de concertation et d'accords avec les gestionnaires de l'assainissement de manière à intégrer toutes les contraintes d'exploitation. Un prétraitement et une régulation du rejet seront effectués en fonction des attentes des gestionnaires et des contraintes locales.

7. Compatibilité avec les documents de planification dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques

7.1 COMPATIBILITE AVEC LE SDAGE SEINE-NORMANDIE

Le projet de prolongement du RER E à l'Ouest s'inscrit dans le périmètre du SDAGE Seine Normandie approuvé le 20 novembre 2009, dont les dix orientations sont les suivantes :

- ♦ 1 - diminuer les pollutions ponctuelles par les polluants classiques,
- ♦ 2 - diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques,
- ♦ 3 - réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses,
- ♦ 4 - réduire les pollutions microbiologiques des milieux,
- ♦ 5 - protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future,
- ♦ 6 - protéger et restaurer les milieux aquatiques humides,
- ♦ 7 - gérer la rareté de la ressource en eau,
- ♦ 8 - limiter et prévenir le risque d'inondation,
- ♦ 9 - acquérir et partager les connaissances,
- ♦ 10 - développer la gouvernance et l'analyse économique.

Le tableau ci-dessous permet d'analyser la compatibilité du projet avec ces orientations.

Défi n°	Compatibilité en Phase travaux	Compatibilité en Phase exploitation
I : Diminuer les pollutions ponctuelles par les polluants classiques	Les zones de chantier seront équipées de systèmes de collecte et de traitement des eaux (bacs de décantation, déboueurs/déshuileurs...). Ces systèmes permettront de limiter toute pollution ponctuelle par les polluants classiques. De plus les chantiers seront organisés de manière à réaliser les ouvrages définitifs de collecte et d'assainissement le plus tôt possible.	Les voies du RER E étant empruntées exclusivement par des rames électriques, la pollution chronique engendrée par l'usure du matériel sera faible. L'augmentation du trafic n'aura pas d'impact significatif sur ces pollutions.
II : Diminuer les pollutions diffuses des milieux aquatiques		Une politique de réduction des quantités de produits phytosanitaires utilisés est menée par SNCF Réseau, elle fait l'objet d'un accord cadre signée le 16 mars 2007. Seul des produits homologués sont utilisés et aucun traitement n'est effectué en période pluvieuse ou venteuse.
III : Réduire les pollutions des milieux aquatiques par les substances dangereuses.	Des mesures spécifiques de prévention et d'intervention seront mises en œuvre au regard d'une pollution accidentelle. Ces mesures feront l'objet d'un Plan d'Organisation et d'Intervention élaboré par les entreprises en charge des travaux, contrôlé par la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage et transmis à la Police de l'Eau.	Le prolongement du RER E n'entraînera pas d'augmentation du trafic de fret, seul des rames électriques circuleront sur ces voies. Un plan de gestion des pollutions accidentelles sera mis en œuvre.
IV : Réduire les pollutions microbiologiques des milieux	Les eaux usées issues des bases chantiers seront évacuées dans les réseaux d'assainissement après concertation et accord des gestionnaires afin d'éviter toute contamination du milieu.	Les rames du RER E ne seront pas équipées de toilettes, empêchant ainsi toute contamination d'origine fécale. Les eaux usées issues des installations de maintenance seront évacuées dans les réseaux d'assainissement après concertation et accord des gestionnaires afin d'éviter toute contamination du milieu.
V : Protéger les captages d'eau pour l'alimentation en eau potable actuelle et future	Le projet Eole ne traverse pas de périmètre de protection de captage d'eau potable prélevant dans les nappes impactées par le projet. Le champ captant de Villeneuve la Garenne, est suffisamment éloigné pour ne pas être impacté de manière notable par les rabattements de nappe. La nappe de l'Albien n'est pas impactée par le projet : le captage de Neuilly n'est donc pas impacté. Les travaux ne sont pas susceptibles d'avoir d'incidences notables sur les champs captants.	Le projet Eole ne traverse pas de périmètres de protection de captages d'eau potable. L'exploitation de la ligne RER n'aura pas d'incidence notable sur les champs captant.
VI : Protéger et restaurer les milieux aquatiques humides	La mise en place d'une installation fluviale sur la Seine à Courbevoie durant 4 à 5 ans nécessite une intervention en lit mineur, une modification des berges et un dragage du cours d'eau. Le projet a été optimisé de manière à limiter les atteintes aux milieux en prenant en compte les différentes contraintes techniques existantes. Afin de compenser les impacts résiduels induits par la mise en place et la présence de l'installation, un projet de restauration de berges et de fraysère sera mis en place à Neuilly sur l'île de la Jatte.	Aucun milieu aquatique n'est impacté par la phase d'exploitation.
VII : Gérer la rareté de la ressource en eau	Un rabattement de la nappe du Lutétien/Yprésien est nécessaire pendant la phase travaux. Ce rabattement nécessite un prélèvement d'environ 2400m³/h pendant environ 4 ans. La nappe de l'Yprésien (masse d'eau «3104 - Éocène du Valois») est concernée par des mesures de protection afin de limiter les prélèvements. Le rabattement de nappe mis en place est un prélèvement temporaire qui ne sera pas maintenu en phase exploitation.	Aucun rabattement de nappe n'est nécessaire lors de l'exploitation de la ligne RER. L'infiltration au sein de la future structure souterraine sera fortement limitée par la mise en place d'un système d'étanchéité. La qualité des eaux ne sera pas impactée.
VIII : Limiter et prévenir le risque inondation	Un suivi des crues sera réalisé pendant les travaux afin de prévenir toute incidence pour les zones de travaux concernées par une zone inondable. Les études hydrauliques réalisées ont montré que le projet n'avait pas d'impact hydraulique notable.	Aucun remblai ne sera mis en place en phase d'exploitation, les accès aux puits Pasquier et Abreuvoir se faisant par une trappe étanche au ras du sol.

7.2 COMPATIBILITE AVEC LES SAGE DE L'AIRE D'ETUDE

Seul le SAGE Croult - Enghien - Vieille Mer est concerné par le présent dossier.

Actuellement en cours d'élaboration, son périmètre a été arrêté le 11/05/2011.

Au regard de l'emprise du projet de prolongement du RER E, il ne concerne que la commune de Noisy-le-Sec.

L'état des lieux et le diagnostic du SAGE ont été lancés en 2013. **Il ne dispose pas encore de document ayant une portée juridique et avec lequel le projet doit être compatible.**

7.3 COMPATIBILITE AVEC LE SRCE

Le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE), initiative locale de démarche Trame verte et bleue, est un schéma d'aménagement du territoire et de protection de certaines ressources naturelles (biodiversité, habitats naturels, ...) visant le bon état écologique de l'eau imposé par la directive-cadre sur l'eau (DCE).

Le projet Eole est situé au sein du Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) d'Île-de-France a été adopté par arrêté n°2013294-0001 du préfet de la région d'Île-de-France, préfet de Paris, le 21 octobre 2013 et publié au recueil des actes administratifs.

Toutefois, le décret n°2012-1492 relatif à la trame verte et bleue du 27 décembre 2012 précise que l'obligation de prendre en compte les SRCE, notamment par les documents de planification, projets ou infrastructures linéaires, ne s'applique pas :

- ♦ aux documents de planification et projets dont l'élaboration est déjà à un stade avancé, c'est à dire ceux mis à disposition du public ou mis à enquête publique dans les six mois qui suivent l'adoption du SRCE,
- ♦ aux documents de planification et projets non soumis à enquête publique et/ou mis à disposition du public, s'ils ont été à la fois élaborés et révisés avant l'adoption du SRCE et ce, au plus tard au cours de l'année suivant l'arrêté de l'adoption du dit schéma. S'agissant des documents d'urbanisme (SCoT et PLU), le code de l'urbanisme précise que cette prise en compte est assurée au plus tard le 1er janvier 2016 (article L.123-1-9 du code de l'urbanisme pour les PLU et article L.122-1-2 du code de l'urbanisme pour les SCoT).

Les opérations liées au projet Eole :

- ♦ n'engendrent pas de coupure de corridors écologiques :
 - les nouveaux axes créés sont entièrement réalisés en souterrain ce qui n'altère donc pas la continuité écologique
 - le reste des aménagements portent sur des axes existants en contexte urbain dense et ne génère donc pas d'impact supplémentaire sur la continuité écologique.
- ♦ ne traversent pas de réservoirs de biodiversité ou de milieux humides à préserver.

D'autre part, la non dégradation de la qualité de l'eau est l'un des objectifs majeurs du projet.

Ainsi, le projet Eole est compatible avec le Schéma Régional de Cohérence Écologique (SRCE) d'Île-de-France.

7.4 COMPATIBILITE AVEC LES PPRI

7.4.1 Compatibilité avec le PPRI de Paris

Les équipements et infrastructures techniques liés à l'exercice des missions de services publics (dont font partie les réseaux de transport en commun) sont exemptés des dispositions générales du PPRI (zonage).

Ces derniers sont cependant concernés par des dispositions particulières :

« Compte tenu de l'impact important des réseaux de transports en commun sur l'activité de Paris et de la grande vulnérabilité des réseaux souterrains de transports en commun, les sociétés concessionnaires des réseaux de transports en commun doivent analyser leur vulnérabilité et intégrer dans leurs projets toutes dispositions constructives adaptées visant à permettre le fonctionnement normal des lignes, ou, a minima, à supporter sans dommages structurels une immersion prolongée de plusieurs jours et un redémarrage de l'activité le plus rapidement possible après le départ des eaux.

Dans un délai de cinq ans à compter de l'entrée en vigueur du présent plan, chaque gestionnaire d'un réseau de transports en commun doit donc élaborer et mettre en œuvre un plan de protection contre les inondations. Ce plan devra être soumis pour avis conforme au préfet de police. Un rapport d'avancement du plan et de sa mise en œuvre sera communiqué annuellement au préfet de la région d'Île-de-France, préfet de Paris, et au préfet de police.

Ce plan doit exposer :

- ♦ Les mesures préventives destinées à diminuer la vulnérabilité de l'existant,
- ♦ Les mesures préventives destinées à diminuer la vulnérabilité des équipements et installations futurs,
- ♦ Les mesures prises pendant la crue pour prévenir les dégâts causés par les eaux, en identifiant précisément les ressources internes et les ressources externes mobilisées,
- ♦ Les mesures prises pendant la crue pour assurer un service minimal de transport en commun,
- ♦ Les procédures d'auscultation et de remise en état du réseau après la crue.

L'ensemble des mesures à prendre pendant la crue se réalisera dans un contexte général de forte perturbation de l'économie de la région d'Île-de-France. Les gestionnaires doivent favoriser au maximum les mesures de prévention passives et celles qui mobilisent le moins possible les ressources extérieures au gestionnaire.

Pour les réseaux souterrains, en raison du nombre important d'interconnexions entre les réseaux, les gestionnaires s'attacheront à prendre toutes mesures utiles pour éviter les entrées d'eau ou pour contenir celles-ci, y compris en cas de pénétration accidentelle (rupture d'une protection, d'une voûte, panne des moyens de pompage...). »

Dans ce cadre, un Plan de Protection Contre les Inondations (PPCI) est en cours d'élaboration par SNCF Réseau. Il comprendra un diagnostic de vulnérabilité face à l'inondation et les mesures spécifiées dans le PPRI.

Le document principal du PPCI de SNCF Réseau (et ses annexes) a été finalisé et envoyé aux Préfets d'Ile de France pour validation en septembre 2014.

A noter que les éléments présentés ci-après ne constituent pas le PPCI définitif qui sera amendé, suite aux retours des services instructeurs.

Le PPCI est organisé de la façon suivante :

- ◆ un document chapeau de présentation ;
- ◆ des annexes pour l'Île-de-France en général (axes, cartographie et gares) ;
- ◆ une annexe par « Région » SNCF d'Île-de-France.

La stratégie du maître d'ouvrage, face au risque inondation, consiste :

- ◆ immédiatement avant, pendant et après la crue à :
 - assurer la sécurité des personnes et de l'environnement ;
 - préserver aux mieux les installations, sachant qu'il n'est pas possible d'éviter l'inondation de certaines d'entre elles ;
 - évacuer des zones inondables les matériels roulants afin de les protéger avant l'inondation ;
 - éviter la propagation de la crue aux autres réseaux de transports ;
 - à maintenir, pendant la crue, le meilleur service possible, et se mettre en capacité de reprendre progressivement le trafic ferroviaire dans les délais les plus courts après la crue.
- ◆ de façon continue, et en tant que de besoin, à :
 - améliorer la connaissance de la vulnérabilité et mettre régulièrement à jour le PPCi ;
 - prendre en compte le risque inondation dans les opérations de modernisation et de création d'installations nouvelles ;
 - capitaliser l'expérience ;
 - améliorer la résilience du système ferroviaire existant.

L'organisation de la gestion de crise SNCF repose sur 2 principes :

- ◆ l'évaluation de la situation selon une échelle de « criticité » ;
- ◆ la « subsidiarité » entre les différents niveaux de crise (locale, régionale, nationale et Direction Générale), avec la définition du pilote.

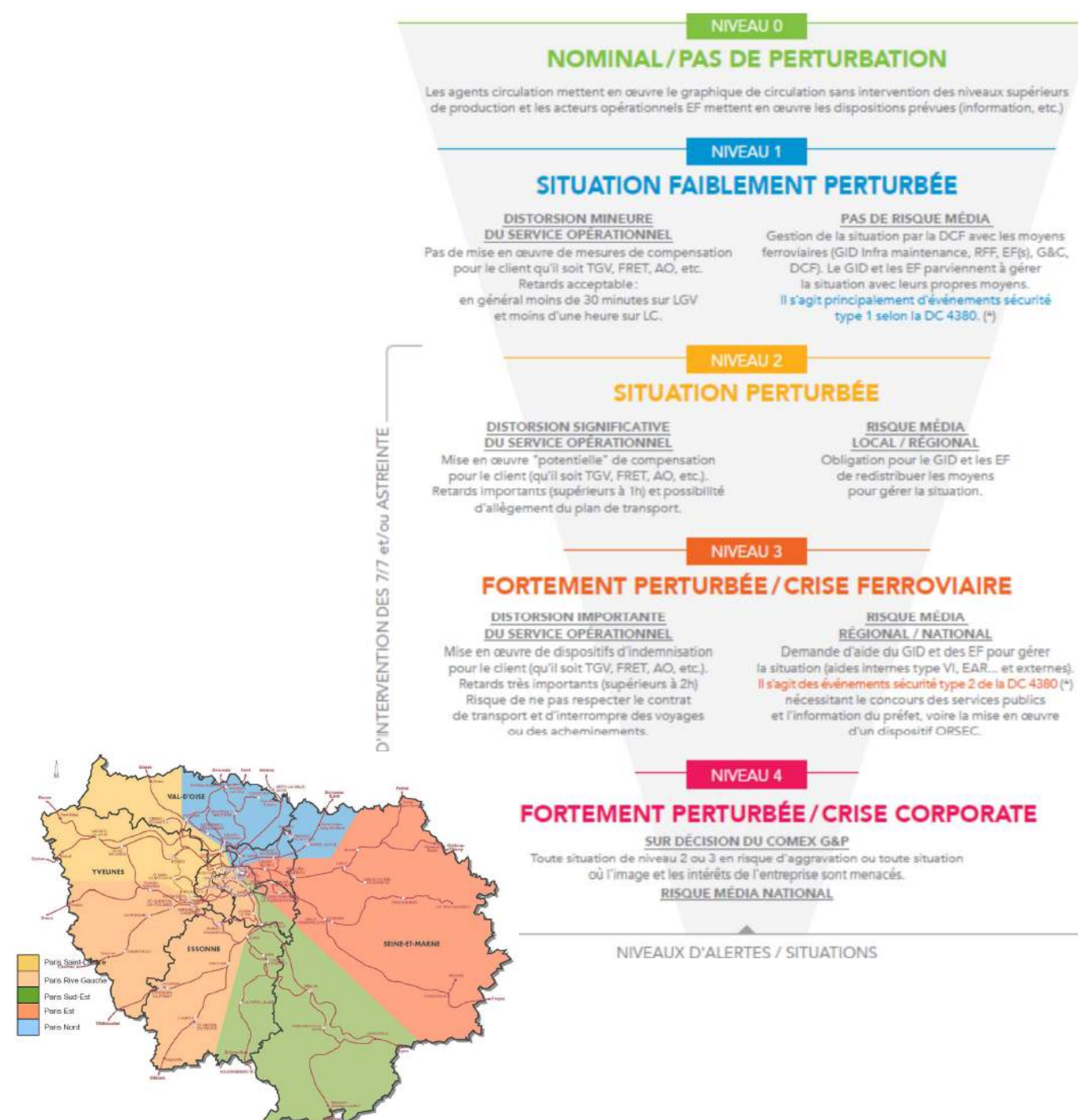


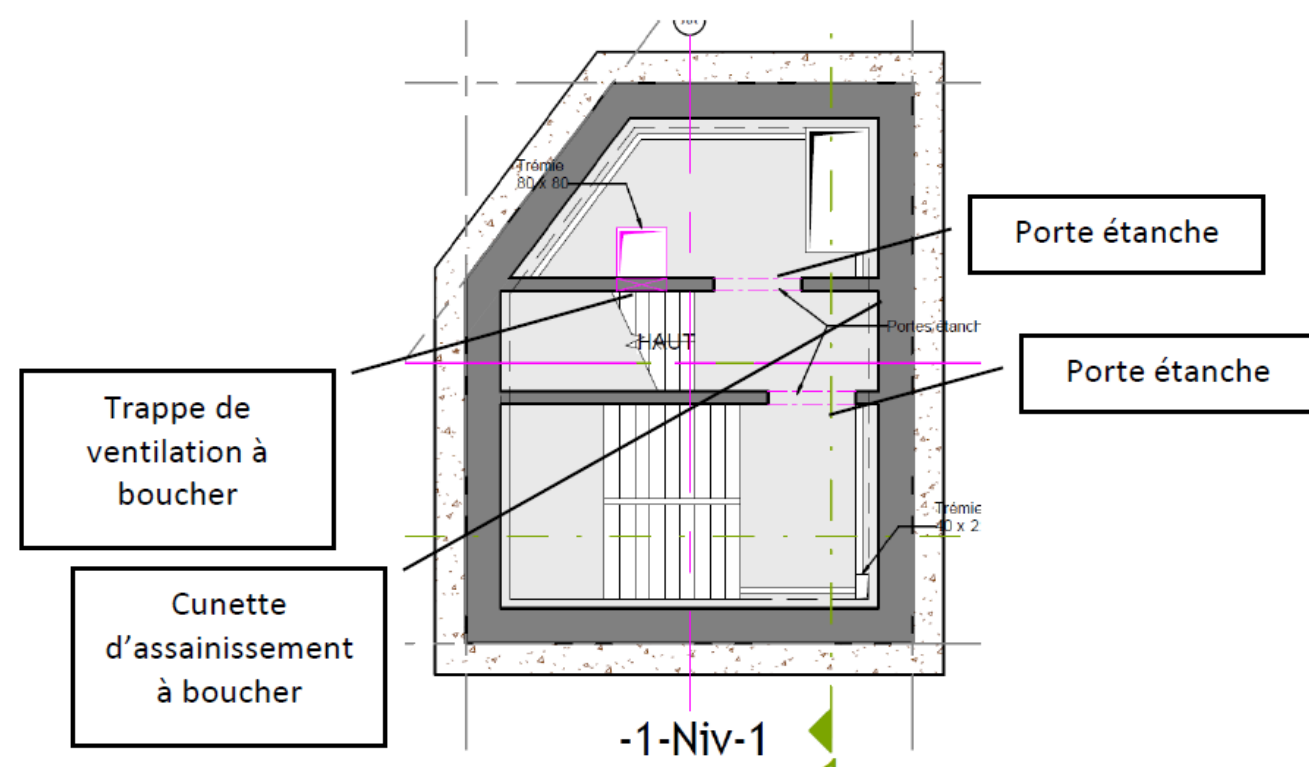
Figure 131 : Organisation de la gestion de crise – source : PPCI SNCF/RFF version de projet de sept.2014

Au-delà de l'élaboration du PPCI, les installations Eole exposées au risque inondation seront protégées.

A Paris, seul le puits Pasquier est concerné. Il sera protégé contre le risque inondation par la mise en œuvre des dispositifs suivants :

- ♦ En phase de travaux des dispositions préventives mises en œuvre afin de faciliter l'installation d'un batardeau d'une hauteur minimale de 1,5 m autour de la fouille permettant de prévenir l'inondation ;
- ♦ En phase de service:
 - Portes étanches à l'eau au niveau -1 ;
 - Dispositif pour pose d'un trappon étanche devant la prise d'air du sas.

L'action d'un agent est nécessaire pour la mise en œuvre des dispositifs d'étanchéité devant la prise d'air ainsi qu'un bouchage au mortier de la cunette d'assainissement du niveau -1.



Les mesures constructives prises pour la réalisation du puits Pasquier comportent un plan de protection contre les inondations et respecteront ces préconisations en phase travaux et en phase exploitation. Le projet Eole est donc compatible avec le règlement du PPRI de Paris.

7.4.2 Compatibilité avec le PPRI des Hauts de Seine

Le PPRI des Hauts de Seine prescrit des règles de construction applicables aux bâtiments et installations neufs dans les quatre zones du plan et des dispositions spécifiques pour chaque zonage.

7.4.2.1 Règles de constructions applicables aux bâtiments et installations neufs dans les quatre zones du plan

Les règles applicables aux opérations du projet Eole sont précisées ci-dessous :

- ♦ « Les fondations et les parties de bâtiment et installations construites sous la cote de casier doivent être réalisées avec des matériaux résistants à l'eau. Les bâtiments et installations doivent pouvoir résister aux tassements différentiels et aux sous-pressions hydrostatiques.
- ♦ Toutes les constructions et installations doivent être fondées dans le sol de façon à résister à des affouillements, des tassements ou des érosions localisées.
- ♦ Les ouvrages d'art et d'infrastructure inondables (tunnels, souterrains...) et ceux non inondables, sont autorisés sous réserve que tout remblaiement ou réduction de la capacité de stockage de la crue, situé au-dessous de la cote de casier soit compensé par un volume égal de déblais pris sur la zone d'aménagement compris entre le terrain naturel initial et la cote de casier diminuée de 2,5 m au moins. Les ouvrages sans volume (murs anti-bruit, panneaux de signalisation) ne donnent pas lieu à compensation.
- ♦ Les produits dangereux, polluants ou sensibles à l'humidité doivent être stockés au-dessus de la cote de casier. Sont notamment concernés les substances entrant dans le champ d'application des arrêtés ministériels des 21 février 1990 et du 27 juin 2000 modifiant l'arrêté du 20 avril 1994 relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances et transposant la directive 98/98/CE du 1er décembre 1998. Si nécessaire, tout stockage de matière ou produits polluants et/ou sensibles à l'humidité situé au-dessous de la cote de casier doit être placé dans un conteneur étanche lesté ou arrimé, de façon à résister à la crue et à ne pas être entraîné lors de cette crue. »

7.4.2.2 Port fluvial : Compatibilité avec le règlement en Zone A

Le règlement du PPRI des Hauts de Seine en Zone A, précise que sont autorisés sous conditions :

« Les constructions et installations liées à l'usage de la voie d'eau et autres modes de transport pour autant qu'il s'agisse d'une plate-forme multimodale, sous réserve qu'elles ne portent pas atteinte à la sécurité publique et qu'elles ne soient pas susceptibles de polluer le fleuve (étude technique à fournir et mesures compensatoires à prendre) :

- ♦ Équipements portuaires et activités de stockage et de transformation de marchandises (matériaux de construction, résidus urbains, activités logistiques directement liées à la voie d'eau).

Le plancher fonctionnel des constructions doit être situé au-dessus de la cote de casier. Ces constructions et leurs extensions sont autorisées dans l'ensemble de la zone A y compris dans la marge de recul »

7.4.2.3 Puits Abreuvoir : Compatibilité avec le règlement en Zone B

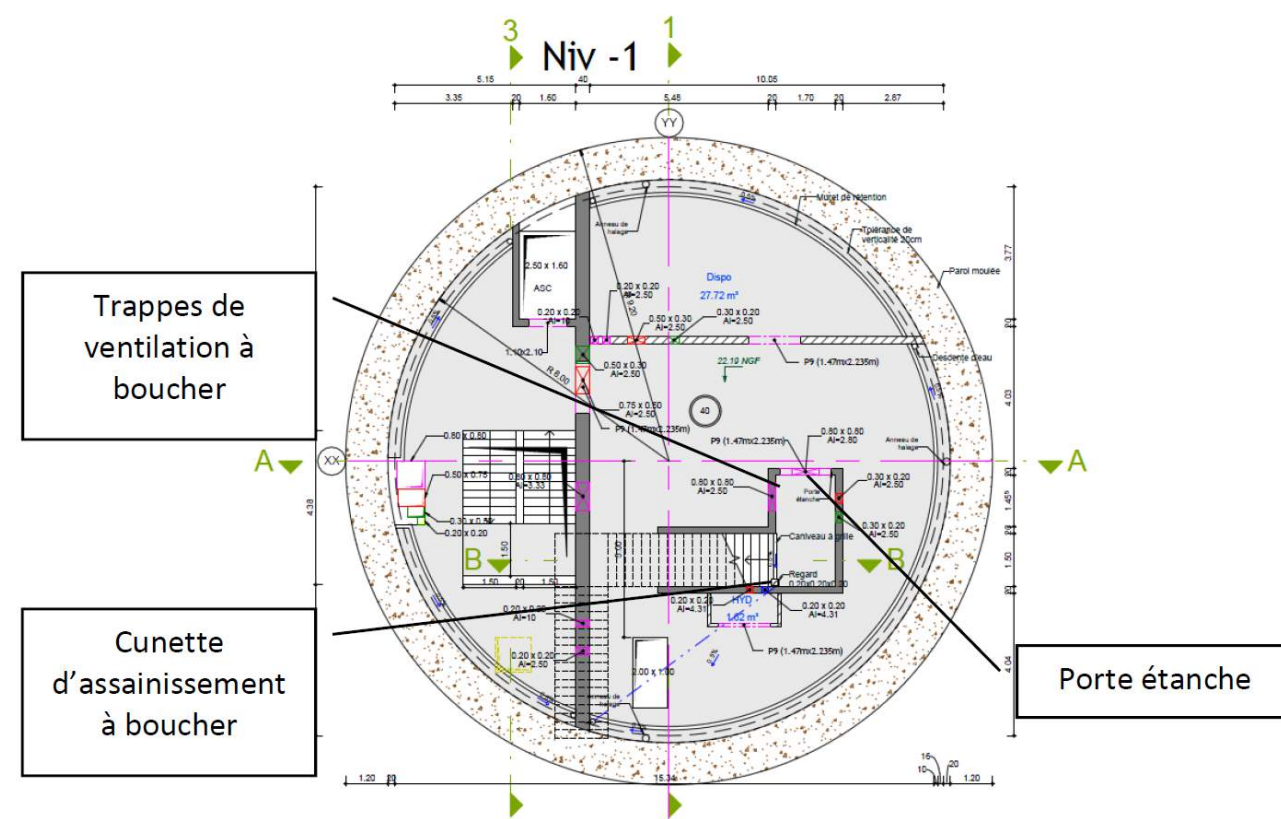
Le règlement du PPRI des Hauts de Seine en Zone B, précise que :

- ♦ « Les entrées de bâtiments de moins de 30 m² de SHON et les rampes pour les personnes handicapées peuvent être installées jusqu'à la cote du terrain naturel ou de la voirie existante.
- ♦ Des remblais ponctuels d'importance limitée rendus strictement nécessaires pour la desserte des bâtiments sont exonérés de compensation.
- ♦ Les aires de stationnement en sous-sol ou non, sont autorisées dans la zone. »

Le puits Abreuvoir sera protégé contre le risque inondation, les dispositifs mis en œuvre vis-à-vis de ce risque sont :

- ♦ En phase de travaux des dispositions préventives sont mises en œuvre afin de faciliter l'installation d'un batardeau d'une hauteur minimale de 1,5 m autour de la fouille permettant de prévenir l'inondation ;
- ♦ En phase de service :
 - Porte étanche à l'eau au niveau -1
 - Dispositif pour pose d'un trappon étanche devant la prise d'air du sas

L'action d'un agent est nécessaire pour la mise en œuvre des dispositifs d'étanchéité devant la prise d'air ainsi qu'un bouchage au mortier de la cunette d'assainissement du niveau -1.



Les impacts sur les écoulements lors des crues ne concernent que la phase chantier. En effet, en phase exploitation, il n'y a aucune émergence au droit des puits. Les accès sont situés à la côte initiale du terrain naturel, sans aucun remblai dans le lit majeur.

Concernant la phase chantier du puits abreuvoir, les volumes à compenser ont été présentés au paragraphe 3.1.1.5 page 112. Ce volume a été calculé conformément à la définition en page 7 du PPRI de la Seine en Hauts de Seine en prenant comme cote de casier 30.34 m NGF. Il a été estimé à 152.10 m³.

Dans le cadre du projet Eole, les solutions de compensation du volume soustrait à la crue sont contraintes par un contexte très urbanisé qui ne permet pas d'identifier des zones de déblais à proximité du projet. De plus, il s'avère que la compensation n'est nécessaire que sur la durée des travaux du tunnel (4 à 5 ans).

Ainsi, afin de compenser ce volume et dans ce contexte particulier, l'utilisation de réservoirs souples/citernes autoportantes amovibles est envisagée.

Ces réservoirs souples présentent l'avantage :

- ♦ d'être simple et rapide à mettre en place ;
- ♦ de disposer de capacités de stockage intéressantes ;
- ♦ d'être un dispositif fermé (pas de risque de débordement, de pollution du stockage d'eau...) ;
- ♦ d'éviter tout dommage causé par la réalisation des travaux, potentiellement lié à l'utilisation d'aménagements souterrains existants pour compenser (ex : ennoiment de parkings pendant une période de crue) ;
- ♦ d'être peu coûteuse.

La compensation suivra les prescriptions suivantes :

- ♦ ces réservoirs souples seront stockés sur le chantier afin de les mobiliser rapidement ;
- ♦ le matériel de pompage/relevage sera disponible sur le chantier durant toute la phase travaux pour pouvoir, en cas de crue annoncée, mettre en place la compensation dans un délai restreint ;
- ♦ ils seront disposés au-dessus des plus hautes eaux connues ou en souterrain ;
- ♦ le remplissage de ces réservoirs sera effectué à altimétrie équivalente grâce à des pompes qui puiseront directement le volume à compenser ;
- ♦ d'après les volumes à compenser (152.1 m³) un seul réservoir pourrait être suffisant.

La compensation (volume et position) évoluera en fonction de la phase de travaux. Les réservoirs seront pré-positionnés de manière « sécuritaire » sur l'emprise chantier. Conformément au dossier de consultation des entreprises (DCE), le choix de la position des compensations et la détermination des volumes à compenser correspondant à la phase travaux au moment de la crue seront précisés par l'entreprise.

D'autre part, les DCE prévoient également que l'Entreprise titulaire devra notamment établir une procédure de gestion des crues en détaillant, pour chaque phase de travaux, les mesures de repli ou de protection qu'il prévoit de prendre pour protéger les installations de chantier et les ouvrages en cours de construction du risque inondation.

Cette solution de compensation pourra être reproduite pour le puits Pasquier.

Quelques caracteristiques techniques

Volume en m³	Dimensions à vide en m	Hauteur max. en m	Poids à vide en kg
30	6,25x5,92	1,25	101
60	10,25x5,92	1,55	164
120	12,40x8,88	1,50	298
240	19,80x10,36	1,55	550
360	21,65x13,32	1,50	772
1000	28,20x25,16	1,60	2039



Installation facile et rapide, en 4 étapes

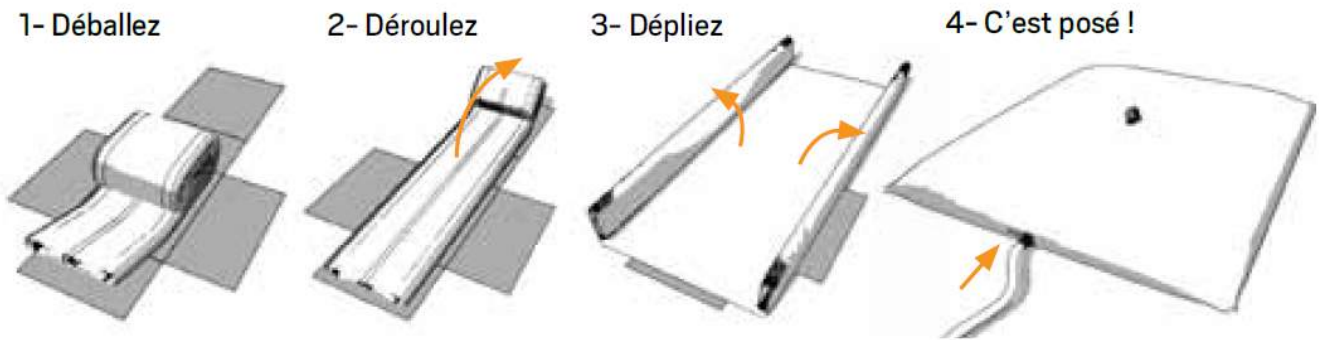


Figure 132 : Illustration de la mesure compensatoire (source Labaronne – CITAF)

Les mesures constructives prises pour la réalisation du puits Abreuvoir et du port fluvial respecteront ces préconisations en phase travaux et en phase exploitation. Le projet Eole est donc compatible avec le règlement du PPRI des Hauts de Seine.

7.5 COMPATIBILITE AVEC LE PGRI

En application des articles L.566-7 et R.566-10 à R.566-13 du Code de l'Environnement, dans les Territoires à Risque d'Inondation important (TRI), des plans de gestion des risques d'inondation (PGRI) concourent à la réduction de la vulnérabilité et détermineront les périmètres et les délais dans lesquels seront arrêtées les stratégies locales précisant les objectifs à atteindre et les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde adaptées à inclure dans les PPRI (y compris la prévision et les systèmes d'alerte précoce).

La réalisation de Plans de gestion des risques inondation (PGRI) est prévue pour fin 2015. Ces documents engloberont tous les aspects de la gestion du risque à l'échelle du bassin versant, ils définiront les actions à mettre en œuvre depuis les systèmes d'alertes jusqu'à la création de zones d'expansion de crues pour réduire l'aléa.

Le territoire est concerné par le TRI « Métropole francilienne » pour lequel une cartographie de l'aléa inondation a été publié début 2014.

En prenant en compte le risque inondation et en étant compatible avec les PPRI locaux, les opérations du présent dossier sont compatibles avec les objectifs de la Directive Inondation.

8. Synthèse des incidences du projet et des mesures prises afin de les éviter, les réduire ou les compenser

8.1 SYNTHESE DES INCIDENCES DU PROJET EN PHASE TRAVAUX ET DES MESURES ASSOCIEES

Incidence résiduelle		Sans incidence / Incidence négligeable
		Incidence faible
		Incidence moyenne
		Incidence forte

Domaine Sous domaine		Opération	Site concerné	Incidence	Mesures			Inc. Res ³⁷
					Évitement	Réduction	Compensation	
Eaux souterraines	Sur la qualité des eaux souterraines	Réalisation de travaux et installations de chantier	Tout secteur	Pollution accidentelle du sol/des eaux pouvant rejoindre les nappes	▪ Critères environnementaux dans le choix des entreprises ; ▪ Création d'un Plan d'Assurance Environnement ; ▪ Mise en place d'un Plan d'Organisation et d'Intervention ; ▪ Stockage sur rétention des produits polluants ; ▪ Mise en place de bacs de récupération sous les installations potentiellement polluantes (centrale à mortier, centrale à boues...) ; ▪ Mise en place de lave-roues en sortie de zone de chantier ; ▪ Transport bâché des déblais.	▪ Mise à disposition des équipes de chantier de produits absorbants ; ▪ Mise en place de barrage terrestre/flottant ; ▪ Extraction des terres/eaux polluées et évacuation en filière adaptée.	A définir en cas de pollution avérée pendant les travaux avec les services compétents.	
		Réalisation d'ouvrages dans le sous-sol : parois, pieux et fondations profondes, injections	Tout secteur, notamment travaux du Tunnel	Risque de pollution du sous-sol	Utilisation de produits neutres (béton, ciment, bentonite...) et conformes à la législation.	-	-	
	Sur les écoulements des eaux souterraines	Prélèvement dans la nappe du Lutétien/Yprésien en phase travaux : environ 2400m3/h	- Haussmann Saint-Lazare (à Paris) - Gare Maillot (à Paris) - La Défense (à Courbevoie)	Abaissement du niveau de la nappe	Limitation des pompages aux deux nouvelles gares et à l'entonnement Haussmann Saint-Lazare par réalisation des puits via une technique de parois moulés et de la majeure partie du tunnel à l'aide d'un Tunnelier.	Réutilisation d'une partie des eaux : ▪ Secteur La Défense, via l'exploitant DALKIA/SUC et ses usines Gambetta et Alsace. ▪ Par le réseau non-potable de la ville de Paris (discussions en cours).	-	
	Sur le sous-sol			Augmentation du risque de dissolution du gypse	▪ Pas de pompage direct dans l'horizon des Marnes et Caillasses ni en zone réglementaire de dissolution du gypse ; ▪ Plusieurs puits de pompage : étalement du cône de rabattement ▪ Suivi des concentrations en sulfates au niveau des eaux d'exhaure pour intervention au besoin. ▪ Rabattement puis remontée progressive de la nappe (fin de chantier)	-	-	

³⁷ Inc. Res = Incidence résiduelle – Elle correspond à l'incidence du projet une fois les mesures d'évitement, de réduction et de compensation mises en œuvre.

Domaine Sous domaine		Opération	Site concerné	Incidence	Mesures			Inc. Res ³⁷
					Évitement	Réduction	Compensation	
Eaux superficielles	Qualité des eaux superficielles	Réalisation de travaux et installations de chantier	Tout secteur	Pollution accidentelle du sol/des eaux	▪ Critères environnementaux dans le choix des entreprises ; ▪ Création d'un Plan d'Assurance Environnement ; ▪ Mise en place d'un Plan d'Organisation et d'Intervention ; ▪ Raccordement des bases chantiers aux réseaux d'assainissement ; ▪ Mise en place de bacs de tranquillisation des eaux en sortie de zones de chantier ; ▪ Stockage sur rétention des produits polluants, utilisation de containers étanches ; ▪ Mise en place de bacs de récupération sous les installations potentiellement polluantes (centrale à mortier, centrales à boues...) ; ▪ Mise en place de lave-roues en sortie de zone de chantier ; ▪ Transport bâché des déblais.	▪ Mise à disposition des équipes de chantier de produits absorbants ; ▪ Mise en place de barrage terrestre/flottant ; ▪ Extraction des terres/eaux polluées et évacuation en filière adaptée.	A définir en cas de pollution avérée pendant les travaux avec les services compétents.	
		Réalisation de travaux de terrassements	Tout secteur	Mise en suspension de poussières	Mise en place de bacs de décantation des eaux en sortie de zones de chantier	Limitation des travaux de terrassement en temps de pluie	-	
		Rejet des eaux d'exhaure en Seine	Haussmann Saint-Lazare à Paris Gare Maillot à Paris	Dégradation potentielle de la qualité physico/chimique de la Seine	▪ Réalisation d'un suivi qualitatif des eaux via des analyses en continu par des sondes et périodiquement en laboratoire ; ▪ By-pass temporaire vers le réseau d'assainissement en cas d'analyse de mauvaise qualité et mise en place d'une unité de traitement adaptée. ▪ Pas d'entraînement des fines depuis le puits de pompage	Mise en place de bacs de décantation pour traiter les matières en suspension avant rejet.	-	
		Installation d'une base en Seine nécessitant des ouvrages dans le lit mineur, des dragages et un reprofilage des berges.	Port-fluvial à Courbevoie	Remise en suspension de sédiments lors des dragages	-	▪ Réalisation de profils bathymétrique pour cibler les zones de dragages ; ▪ Suivi de la qualité des eaux (températures et oxygène dissous) à l'aval immédiat des opérations. ▪ Réalisation des dragages hors période estivale.	-	
		Réalisation de deux puits d'accès au tunnel et de leurs installations de chantier en zone inondable	Puits Pasquier à Paris Puits Abreuvoir à Courbevoie	Submersion des installations pouvant entraîner une pollution des eaux superficielles	▪ Suivi des niveaux de crues de la Seine en continu pour déploiement des mesures nécessaires ; ▪ Ceinturage des puits Pasquier et Abreuvoir par un mur étanche ; ▪ Repli des installations de chantier en cas d'alerte de crue.	Amarrage des installations ne pouvant être déplacées	-	
	Écoulements en lit mineur	Élargissement du pont rail au-dessus du canal Saint-Denis et mise en place d'une pile provisoire dans le lit mineur du canal	Rosa Parks à Paris	Pas d'incidence (voir mesure d'évitement)	D'après les services des canaux de Paris, le chômage du canal n'est pas prévu avant 2020. Tous les travaux sont donc réalisés en eau et les études de la phase PRO sont menées en conséquence.	L'incidence sur la ligne d'eau étant inférieur au mm, aucune mesure de réduction ou de compensation n'est prévue		
		Installation d'une base en Seine nécessitant des ouvrages dans le lit mineur, des dragages et un reprofilage des berges.	Port-fluvial à Courbevoie	Modification de la ligne d'eau inférieure au cm.	-	Surveillance et retrait des embâcles après chaque crue.	L'incidence sur la ligne d'eau étant inférieur au cm, aucune mesure de compensation hydraulique n'est prévue	
	Risque inondation	Réalisation de deux puits d'accès au tunnel et de leurs installations de chantier en zone inondable	Puits Pasquier à Paris Puits Abreuvoir à Courbevoie	Remblai en zone inondable très faible n'ayant pas d'incidence sur les écoulements	▪ Suivi des niveaux de crues de la Seine en continu pour déploiement des mesures nécessaires ; ▪ Ceinturage des puits Pasquier et Abreuvoir par un mur étanche ; ▪ Repli des installations de chantier en cas d'alerte de crue.	Amarrage des installations ne pouvant être déplacées	La surface protégée contre l'inondation étant inférieur à 400m² et mise en place pour une durée provisoire, aucune mesure de compensation n'est prévue	
		Installation d'une base en Seine	Port fluvial à Courbevoie	Pas d'incidence	La base Seine est réalisée sur pilotis, au-dessus de la côte des PHEC ; ▪ Suivi des niveaux de crues de la Seine en continu ; ▪ Arrêt de la circulation fluviale en cas de crue (débit	-	-	

Domaine Sous domaine		Opération	Site concerné	Incidence	Mesures			Inc. Res ³⁷
					Évitement	Réduction	Compensation	
					supérieur à 1500m3/h).			
Milieux naturels liés à l'eau et aquatiques	Écosystème (faune/flore, frayère....)	Installation d'une base en Seine nécessitant des ouvrages dans le lit mineur, des dragages et un reprofilage des berges.	Port-fluvial à Courbevoie	Destruction d'écosystème suite aux dragages	-	Réalisation de profils bathymétrique pour cibler les zones de dragages ;	Création d'un aménagement hydro-écologique de 250 m² sur 80m linéaire au niveau des berges de l'Île de la Jatte à Neuilly-sur-Seine	Incidence positive
	Zones humides	Projet Eole	Pas de site concerné	Sans incidence	Aucune zone humide n'ayant été identifiée, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
	Natura 2000	Projet Eole	"Sites de Seine Saint-Denis"	Sans incidence	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur le site Natura 2000 des "Sites de Seine-Saint-Denis", aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
Usages et activités liées à l'eau	Navigation	Élargissement du pont rail au-dessus du canal Saint-Denis	Rosa Parks : canal Saint-Denis	Réduction de la section du canal à une demi-passe navigable et interruptions complètes temporaires	Étude sur la possibilité d'utiliser une période de chômage en cours. Cette solution n'est pas envisageable, la période de chômage n'étant pas compatible avec le calendrier de travaux.	Concertation avec les services des canaux afin de mettre en œuvre toutes prescriptions réduisant les impacts sur la navigation	-	
		Installation d'une base en Seine entraînant une augmentation du trafic fluvial	Port-fluvial à Courbevoie	Perturbation du trafic fluvial	- Le stationnement des convois n'empiètera pas sur le chenal de navigation ; - Une signalisation adaptée sera mise en place en collaboration avec VNF.	Utilisation de barges avec pousseurs afin de limiter la circulation et les risques d'accident (la barge ne fait pas demi-tour, seul le pousseur change de côté)	-	
	Alimentation en Eau Potable	Prélèvement dans la nappe du Lutétien/Yprésien en phase travaux : environ 2400m3/h	Champ captant de Villeneuve-la-Garenne	Le rabattement de nappe n'aura pas d'incidence notable sur la piézométrie : de l'ordre du centimètre	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur les captages d'eau potable, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
			Captages privés de Seine-Saint-Denis	Le rabattement de nappe n'aura pas d'incidence sur ces captages (captent l'Albien, nappe captive à très grande profondeur, ou sont situés en périphérie du cône de rabattement).				
				Le rabattement de nappe n'aura pas d'incidence sur ces captages captant l'Albien (nappe captive à très grande profondeur).				
		Passage du tunnel	Captages de Neuilly-sur-Seine	L'implantation des forages de Neuilly a été prise en compte dans le tracé du tunnel afin d'éviter de les impacter (passage hors périmètre de protection)				
		Installation d'une base en Seine nécessitant des ouvrages dans le lit mineur, des dragages et un reprofilage des berges.	Prise d'eau de Suresnes	La prise d'eau étant située en amont de la Base, aucune incidence n'est attendue				

Domaine Sous domaine		Opération	Site concerné	Incidence	Mesures			Inc. Res ³⁷
					Évitement	Réduction	Compensation	
	Assainissement	Réalisation de travaux et installations de chantier	Tout secteur	Augmentation des volumes à traiter suite au raccordement des bases chantiers aux réseaux d'assainissement	-	Mise en place de bacs de décantation et de rétention pour traiter les matières en suspension et de toute prescription indiquée par les gestionnaires.	-	
	Forages industriels	Rabattement de nappe	- Haussmann Saint-Lazare (à Paris) - Gare Maillot (à Paris) - La Défense (à Courbevoie)	Rabattement de nappe entraînant un abaissement de la piézométrie, voir un assèchement des ouvrages	Repositionnement des pompes au sein de ces ouvrages plus en profondeur	Modification du fonctionnement des installations	Création de nouveaux forages plus profonds pour les ouvrages asséchés, ou raccordement au réseau de la ville, traité au cas par cas	
	Activités nautiques	Installation d'une base en Seine entraînant une augmentation du trafic fluvial	Port-fluvial à Courbevoie	Perturbation des activités du centre d'aviron de la Société Nautique de la Basse Seine suite à l'augmentation du trafic attendue.	Une signalisation adaptée sera mise en place au besoin après concertation.	Utilisation de barges avec pousseurs afin de limiter la circulation et les risques d'accidents (la barge ne fait pas demi-tour, seul le pousseur change de côté)	-	

8.2 SYNTHÈSE DES INCIDENCES DU PROJET EN PHASE EXPLOITATION ET DES MESURES ASSOCIÉES

Domaine Sous domaine		Opération	Site concerné	Incidence	Mesures			Inc. Res
					Évitement	Réduction	Compensation	
Eaux souterraines	Sur la qualité des eaux souterraines	Exploitation de la ligne du RER E	Tout secteur	Pollution accidentelle et chronique du sol/des eaux pouvant rejoindre la nappe	- Utilisation de rames électriques ; - Absence de WC à bords des rames ; - Voies dédiés au transport de voyageurs et non au fret ; - Stockage sur rétention des produits polluants ; - Collecte des eaux usées et industrielles dans des réseaux distincts des eaux pluviales	- Mise à disposition de produits absorbants - Mise en place de barrage terrestre/flottant - Extraction des terres/eaux polluées et évacuation en filière adaptée	-	
		Entretien de la ligne du RER E par utilisation de phytosanitaire	Tout secteur sauf souterrain	Pollution du sol/des eaux pouvant rejoindre la nappe	- Pas d'utilisation de phytosanitaire dans les tronçons en souterrain ; - Pas de pulvérisation de phytosanitaire en période pluvieuse ou venteuse	- Suppression des traitements sur les parties ballastées des nouvelles voies pendant les premières années d'exploitation, puis tous les deux ans, et retirer les traitements curatifs sur les parties ballastées sauf sur des zones reconnues comme infestées - Poursuite des efforts de réduction d'utilisation de produits de désherbage et d'amélioration des pratiques	Participation aux groupes régionaux de lutte contre la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires et mise en place de partenariats avec les gestionnaires de ressource en eau	
	Sur les écoulements des eaux souterraines	Infiltration résiduelles de la nappe du Lutétien/Yprésien en phase exploitation : 5,75 m3/h	Nouvelle infrastructure souterraine en Haussmann Saint-Lazare et Nanterre	Infiltration résiduelles	-	Limitation du phénomène d'infiltration suite à l'étanchéification des parois par la mise en place d'une couche de béton et localement par des injections de ciments	-	
		Réalisation d'une structure étanche dans le sous-sol		Effet barrage limité à maximum 10 cm aux abords immédiats de la structure	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur la piézométrie, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
Eaux superficielles	Sur la qualité des eaux superficielles	Exploitation de la ligne du RER E	Tout secteur	Pollution accidentelle et chronique du sol/des eaux	- Utilisation de rames électriques ; - Absence de WC à bords des rames ; - Voies dédiés au transport de voyageurs, pas de fret ; - Stockage sur rétention des produits polluants ; - Collecte des eaux usées et industrielles dans des réseaux distincts des eaux pluviales.	- Mise à disposition de produits absorbants ; - Mise en place de barrage terrestre/flottant ; - Extraction des terres/eaux polluées et évacuation en filière adaptée.	-	
		Entretien de la ligne du RER E par utilisation de phytosanitaire	Tout secteur sauf souterrain	Pollution du sol/des eaux	Pas de pulvérisation de phytosanitaire en période pluvieuse ou venteuse	- Suppression des traitements sur les parties ballastées des nouvelles voies pendant les premières années d'exploitation, puis tous les deux ans, et retirer les traitements curatifs sur les parties ballastées sauf sur des zones reconnues comme infestées ; - Poursuite des efforts de réduction d'utilisation de produits de désherbage et d'amélioration des pratiques.	Participation aux groupes régionaux de lutte contre la pollution de l'eau par les produits phytosanitaires et mise en place de partenariats avec les gestionnaires de ressource en eau	
	Sur les écoulements	Exploitation de la ligne du RER E	Puits Pasquier et Abreuvoir	Submersion des installations pouvant entraîner une pollution des eaux superficielles	- Suivi des niveaux de crues de la Seine en continu ; - Fermeture des accès étanches en cas de crue.	-	-	
	Sur le risque inondation	Exploitation de la ligne du RER E	Puits Pasquier et Abreuvoir	Emprise en zone inondable nulle	En exploitation, les puits ne constituent aucun remblai en zone inondable, il s'agit de trappes étanches au niveau du sol.	-	-	
Milieux naturels liés à l'eau et aquatiques	Écosystème (faune/flore, frayère....)	Pas d'opération concernée	-	-	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur les milieux aquatiques, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue.			
	Zones humides	Pas d'opération concernée	-	-	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur les zones humides, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
	Natura 200	Projet Eole	"Sites de Seine Saint-Denis"	Sans incidence	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur le site Natura 2000 des "Sites de Seine-Saint-Denis", aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
Activités liées à l'eau	Navigation	Pas d'opération concernée	-	-	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur la navigation, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
	Alimentation en Eau Potable	Pas d'opération concernée	-	-	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur l'alimentation en eau potable, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
	Forages privés	Pas d'opération concernée	-	-	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur les forages industriels, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			
	Assainissement	Raccordement des installations aux réseaux d'assainissement	Tout secteur	Augmentation des volumes à traiter	Recherche de solutions alternatives (infiltration, rejet dans le milieu naturel)	Réalisation de bassins de rétention pour les eaux pluviales.	-	
	Activités nautiques	Pas d'opération concernée	-	-	Le projet n'ayant pas d'incidence notable sur les activités nautiques, aucune mesure d'évitement, de réduction ou de compensation n'est prévue			

PIECE N°5 : MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'INTERVENTION

9. Mesures de surveillance, d'entretien et d'intervention pendant les travaux

9.1 MESURES DE SURVEILLANCE, D'ENTRETIEN ET D'INTERVENTIONS COMMUNES A TOUTES LES OPERATIONS

Un système de management environnemental sera mis en place, ce qui se traduira par une organisation vis-à-vis de la protection de l'environnement, avec en particulier :

- ♦ Le détail des prescriptions particulières en matière de protection de l'environnement durant la phase chantier dans les **Dossiers de Consultation des Entreprises (DCE)**, sous forme d'une notice de respect de l'environnement et d'un chapitre dédié dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) ;
- ♦ L'obligation pour les entreprises répondant à l'appel d'offre de proposer un **Schéma Organisationnel du Plan d'Assurance Environnement (SOPAE)** ;
- ♦ L'établissement par les entreprises adjudicataires des travaux d'un **Plan d'Assurance Environnement (PAE)** détaillant toutes les prescriptions relatives à la préservation de l'environnement (et notamment les différentes procédures d'exécution et de contrôle à mettre en œuvre pour prévenir le risque) sera réalisé, et dans lequel elles s'engagent sur les moyens à mettre en œuvre, en se basant sur le SOPAE. Le respect des prescriptions du PAE sera contrôlé.

Les entreprises en charge des travaux devront respecter une charte « Chantiers Verts ».

Le maître d'œuvre et les responsables d'entreprises sensibiliseront le personnel du chantier sur les risques que peuvent occasionner les travaux de terrassement près des cours d'eau, ainsi que les risques d'accident possibles en matière de pollution des eaux (superficielles et souterraines).

Lors de la phase de travaux, les visites régulières de chantier permettront de vérifier la bonne application par les entreprises, des mesures de réduction de nuisances. Toute personne intervenant sur le site (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, coordonnateur de chantier, assistant au maître d'ouvrage) et constatant une pollution pouvant nuire à la qualité des eaux devra intervenir auprès des responsables pour faire cesser cette situation.

Un panneau sera mis en place sur chaque site avec un numéro vert joignable 24/24 pour les riverains, un autre numéro du responsable des installations sera également mis à la disposition des services de la Police de l'Eau et des gestionnaires spécialisés (ex : VNF pour les installations fluviales). Le numéro de téléphone de chaque responsable d'opération sera joignable 24h/24 et 365j/an afin de pouvoir gérer tout type d'incident pouvant impacter la ressource en eau. Celui-ci devra pouvoir intervenir sans délai. Ce numéro de téléphone sera communiqué avant le démarrage des travaux.

En cas d'accident entraînant un risque pour la ressource en eau, la Police de l'Eau en sera immédiatement informé ainsi que les organismes susceptibles d'être concernés (pompiers, gestionnaires des captages d'eau potables, cellule antipollution de la Seine...)

9.2 MESURES DE SURVEILLANCE, D'ENTRETIEN ET D'INTERVENTIONS SPECIFIQUES

Des mesures particulières seront mise en place vis-à-vis :

- ♦ De la météo ;
- ♦ Des crues de la Seine ;
- ♦ Du niveau de la nappe du Lutétien/Yprésien entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre ;
- ♦ De la qualité des eaux pompées entre Haussmann-Saint-Lazare et Nanterre ;
- ♦ De la stabilité des plateformes ferroviaire ;

9.2.1 Surveillance de la météorologie

La météo sera consultée de manière journalière afin de planifier les travaux susceptibles d'entraîner une pollution par lessivage des sols, en dehors des épisodes pluvieux. (Exemple : Application des produits de collage avant réalisation des enrobés lors de la création de voirie)

9.2.2 Surveillance des crues de la Seine

Le site de surveillance des crues « www.vigicrues.gouv.fr » sera consulté à un rythme adapté en fonction du niveau de risque.

Cela afin de pouvoir mettre en œuvre les mesures de sécurité prévues pour les sites concernés par le risque inondation (repli des bases chantiers, mise hors d'eau des produits potentiellement polluants, arrêt de la circulation fluviale...).

9.2.3 Surveillance piézométrique de la nappe du Lutétien/Yprésien

Le réseau de piézomètre en place le long du tracé Eole sera complété par de nouveaux piézomètres. Un suivi régulier sera réalisé sur l'ensemble de ces ouvrages. La surveillance sera réalisée en temps réel sur l'ensemble des piézomètres et des forages à l'aide de centrales d'acquisition de données afin de connaître en permanence les niveaux de nappe. La fréquence des mesures devra être définie de manière à anticiper, si possible, tout dysfonctionnement du système. Toutes ces mesures seront enregistrées et analysées quotidiennement et des alertes (niveau haut – niveau bas) seront définies. Le suivi perdurera au moins un an après l'arrêt des pompes pour suivre le retour à l'équilibre de la nappe.

9.2.4 Suivi de la qualité des eaux d'exhaure

Les eaux d'exhaure de l'entonnement Haussmann Saint-Lazare et de la gare Maillot seront acheminées en Seine. En accord avec la Police de l'eau, **le principe retenu est la non-dégradation des eaux de la Seine** (préconisation du SDAGE Seine Normandie). Un suivi de la qualité des eaux sera mis en place afin de suivre son évolution au cours des pompages.

Sur la base des échanges avec la Police de l'Eau et de la liste des paramètres régulièrement analysés en Seine, une liste des éléments qui seront suivis est présentée ci-contre :

Elle a été établie :

- ♦ en sélectionnant les molécules pertinentes : les paramètres analysés figurant dans le suivi sont en effet issus de directives européennes concernant les eaux de surface ; les paramètres qui ne concernent pas les eaux pompées dans le cadre du projet (pesticides par exemple) ont donc été extraits,
- ♦ sur la base du Code de l'Environnement pour les éléments à rechercher.

Parmi tous les éléments analysés, les éléments en surbrillance jaune feront l'objet d'analyses par un laboratoire agréé COFRAC.

Les mêmes analyses seront effectuées sur des échantillons prélevés en Seine. Les sites de prélèvement seront à définir précisément avec la Police de l'Eau ; mais deux échantillons seront prélevés parallèlement aux échantillons d'eau souterraine :

- ♦ Un en amont du site de rejet,
- ♦ Un en aval, après mélange.

En outre, sera mis en place un contrôle continu des paramètres non conservatifs (indiqués en vert dans le tableau ci-contre) afin d'observer d'éventuels changements de qualité et donc de réaliser alors des analyses complémentaires le cas échéant en plus du programme de suivi analytique : pH, température, conductivité, O2 dissous et potentiel redox.

Les contrôles sur ces éléments seront réalisés en permanence selon des fréquences à définir avec la Police de l'Eau mais qui pourraient s'approcher de cette proposition :

- ♦ Hebdomadaire pour le suivi de la descente,
- ♦ Mensuelle pendant la première année,
- ♦ Trimestrielle ensuite.

Un tableau de fréquence des prélèvements proposé est présenté en page suivante.

Un by-pass vers le réseau sera installé pour dérivation des débits en cas de dépassement de seuil sur ces paramètres (ou sur les paramètres non conservatifs surveillés en continu). Dans un tel cas de figure, la fréquence des analyses sera de nouveau resserrée pour vérifier s'il s'agit d'un dépassement accidentel ou récurrent. Dans ce dernier cas, une étude approfondie sera engagée pour dégager une solution adaptée au paramètre anormal rencontré et interrompre ainsi les rejets dans le réseau.

Physico-chimie	
Paramètres non conservatifs	
Oxygène dissous (mg O ₂ /L)	Suivi en continu avec enregistreurs (sonde multiparamètres + sonde spécifique)
DCO (mg O ₂ /L)	
Demande biochimique en Oxygène (mg O ₂ /L)	
Carbone organique dissous (mg C /L)	
Température °C	
pH	
Conductivité	
Nutriments	
Orthophosphates (mg PO ₄ ³⁻ /L)	Analyses laboratoire (à partir de préleveurs automatiques installés en sortie décanteur)
Phosphore total (mg P /L)	
Ammonium (mg NH ₄ ⁺ /L)	
Nitrites (mg NO ₂ ⁻ /L)	
Nitrates (mg NO ₃ ⁻ /L)	
NTK (mg/l)	
Polluants spécifiques	
Arsenic (µg/L)	
Chrome (µg/L)	
Cuivre (µg/L)	
Zinc (µg/L)	
Cadmium et composés (µg/L)	
Mercurure et ses composés (µg/L)	
Nickel et ses composés (µg/L)	
Plomb et ses composés (µg/L)	
Autres	
MES	
AOX	
HCT	
Sulfates	

Tableau 46 : Fréquence de prélèvement proposé pour le suivi de la qualité des eaux d'exhaure

Année 1																								
M -01	M01				M02				M03				M04				M05				M06			
S -01	S 01	S 02	S 03	S 04	S 05	S 06	S 07	S 08	S 09	S 10	S 11	S 12	S 13	S 14	S 15	S 16	S 17	S 18	S 19	S 20	S 21	S 22	S 23	S 24
1 prélèv	2 prélèvements/semaine				1 prélèvement/semaine				1 prélèvement/semaine				1 prélèvement/mois				1 prélèvement/mois				1 prélèvement/mois			
M07				M08				M09				M10				M11				M12				
S 25	S 26	S 27	S 28	S 29	S 30	S 31	S 32	S 33	S 34	S 35	S 36	S 37	S 38	S 39	S 40	S 41	S 42	S 43	S 44	S 45	S 46	S 47	S 48	
1 prélèvement/mois				1 prélèvement/mois				1 prélèvement/mois				1 prélèvement/mois				1 prélèvement/mois				1 prélèvement/mois				
Année 2																								
M13				M14				M15				M16				M17				M18				
S 41	S 42	S 43	S 44	S 45	S 46	S 47	S 48	S 49	S 50	S 51	S 52	S 53	S 54	S 55	S 56	S 57	S 58	S 59	S 60	S 61	S 62	S 63	S 64	
1 prélèvement pour le trimestre												1 prélèvement pour le trimestre												
M19				M20				M21				M22				M23				M24				
S 65	S 66	S 67	S 68	S 69	S 70	S 71	S 72	S 73	S 74	S 75	S 76	S 77	S 78	S 79	S 80	S 81	S 82	S 83	S 84	S 85	S 86	S 87	S 88	
1 prélèvement pour le trimestre												1 prélèvement pour le trimestre												
Année 3																								
M25				M26				M27				M28				M29				M30				
S 85	S 86	S 87	S 88	S 89	S 90	S 91	S 92	S 93	S 94	S 95	S 96	S 97	S 98	S 99	S 100	S 101	S 102	S 103	S 104	S 105	S 106	S 107	S 108	
1 prélèvement pour le trimestre												1 prélèvement pour le trimestre												
M31				M32				M33				M34				M35				M36				
S 109	S 110	S 111	S 112	S 113	S 114	S 115	S 116	S 117	S 118	S 119	S 120	S 121	S 122	S 123	S 124	S 125	S 126	S 127	S 128	S 129	S 130	S 131	S 132	
1 prélèvement pour le trimestre												1 prélèvement pour le trimestre												
Année 4																								
M37				M38				M39				M40				M41				M42				
S 129	S 130	S 131	S 132	S 133	S 134	S 135	S 136	S 137	S 138	S 139	S 140	S 141	S 142	S 143	S 144	S 145	S 146	S 147	S 148	S 149	S 150	S 151	S 152	
1 prélèvement pour le trimestre												1 prélèvement pour le trimestre												
M43				M44				M45				M46				M47				M48				
S 153	S 154	S 155	S 156	S 157	S 158	S 159	S 160	S 161	S 162	S 163	S 164	S 165	S 166	S 167	S 168	S 169	S 170	S 171	S 172	S 173	S 174	S 175	S 176	
1 prélèvement pour le trimestre												1 prélèvement pour le trimestre												

9.2.5 Suivi de la qualité des eaux lors des dragages au droit du Port Fluvial

La réalisation de dragage au droit du Port Fluvial étant susceptible d'entraîner une mobilisation des sédiments, un suivi régulier de la température et du taux d'oxygène dissous sera mis en place lors des phases de dragage.

9.2.6 Suivi de la mesure compensatoire

Un suivi des fonctionnalités écologiques sera mis en place afin d'évaluer l'efficacité et la pérennité de la mise en place de la frayère en compensation des travaux du port fluvial.

Ce suivi consiste à évaluer le degré de « maturité » des espaces reconstitués en réalisant des inventaires floristiques et faunistiques. Pour ce faire, il est proposé de réaliser un bilan écologique des deux sites à travers l'évolution pluriannuelle des compartiments :

- ♦ Les formations végétales et leur évolution dans le temps,
- ♦ Les odonates,
- ♦ L'ichtyofaune et particulièrement les alevins qui constituent un bon indicateur de la fonctionnalité des aménagements au travers de la reproduction piscicole.

Les modalités de ce suivi (durée, inventaires à réaliser, destinataires du suivi...) seront définies en concertation avec les services compétents. Il fera l'objet d'une convention entre SNCF Réseau et un organisme compétent une fois ces modalités définies.

9.2.7 Stabilité des plateformes ferroviaires

La stabilité des plateformes ferroviaires sera étroitement surveillée lors de la réalisation de travaux aux abords de ces dernières susceptible de la perturber, afin d'éviter tout renversement de train. Ce type d'incident étant susceptible d'entraîner des déversements de substances polluantes sur le sol ou dans les eaux superficielles (ex : accident de train fret)

10. Mesures de surveillance, d'entretien et d'intervention prévues en phase d'exploitation

En phase exploitation, les mesures de surveillance, d'entretien et d'intervention porteront principalement sur :

- ♦ **Le suivi de la qualité des eaux superficielles, de la qualité et du niveau des eaux souterraines.** Un programme de suivi sera mis en œuvre en concertation avec les services de l'État pour la première année de mise en service. Ce suivi sera assuré par le maître d'ouvrage sous la validation et les prescriptions des services de l'État.
- ♦ **Une surveillance régulière des différents équipements de gestion des eaux** (réseaux d'eaux pluviales, bassins de rétention et structures de dépollution) permettra de vérifier leur état global et leur fonctionnement.

L'entretien de ces ouvrages sera assuré régulièrement de façon à :

- Garantir de bonnes conditions de fonctionnement des dispositifs,
- Limiter les inconvénients générés par les dépôts d'éléments polluants,
- Maintenir leur pérennité.

Concrètement, les structures de traitement seront régulièrement nettoyées et inspectées afin de retirer les déchets divers flottants notamment) pouvant les encombrer et en limiter les capacités.

Les résidus (boues, sables, graviers, graisses, hydrocarbures) issus du curage et de l'entretien des réseaux (eaux pluviales) et des structures de traitement, seront régulièrement enlevés par une société spécialisée qui les acheminera vers un centre de traitement spécifique.

Les bassins de confinement et de rétention seront curés régulièrement. Leur fréquence de curage pourra être augmentée en cas d'envasement excessif.

L'entretien des vannes sera réalisé afin d'assurer leur bon fonctionnement en cas de pollution accidentelle.

Un plan d'entretien consignera toutes les étapes et les démarches à suivre lors de l'entretien des ouvrages.

11. Mesures de surveillance, d'entretien et d'intervention prévues en cas d'accident

11.1 EN PHASE CHANTIER

Un plan d'alerte en cas de pollution accidentelle (Plan d'Organisation et d'Intervention – POI) sera mis en place. Il précisera l'organisation retenue afin de mobiliser au mieux, dans l'espace et dans le temps, l'ensemble des moyens techniques et humains à mettre en œuvre afin de prévenir les conséquences des pollutions accidentelles. Élaboré par les entreprises chargées des travaux, en phase préalable à la réalisation du chantier, il sera transmis aux services chargés de la Police de l'eau intervenant sur le projet. Il comportera toutes les procédures à mettre en œuvre en cas de pollution accidentelle en phase chantier et décrira le matériel à disposition sur les chantiers permettant d'intervenir immédiatement et de limiter la diffusion d'une éventuelle pollution. Le POI comprendra plusieurs opérations à réaliser successivement à savoir :

- ◆ Alerter selon le plan d'alerte et de secours mis en place en concertation avec le service départemental d'incendie et de secours ;
- ◆ Identifier la source et l'origine de la pollution ;
- ◆ Neutraliser la pollution : disposer de produits (absorbant...) et matériels spécifiques (kit dépollution dans les véhicules des chefs d'équipe et barrages flottants disponibles sur les installations générales de chantier à proximité de la Seine) permettant une intervention rapide en cas de déversement accidentel et de limiter la propagation de la pollution dans les eaux souterraines d'une part et les eaux superficielles d'autre part ;
- ◆ Traiter la pollution : récupération des matériaux à l'aide d'équipements adaptés (matériaux absorbants, motopompes, camions citernes et les stocker sur une aire étanche sous polyane à minima. Curage des bassins de rétention, si la pollution a été piégée à ce niveau.
- ◆ Évacuer les terres polluées vers un centre de traitement spécifique et adapté ;

Un panneau sera mis en place sur chaque site avec un numéro vert joignable 24/24 pour les riverains, un autre numéro du responsable des installations sera également mis à la disposition des services de la Police de l'Eau et des gestionnaires spécialisés (ex : VNF pour les installations fluviales). Le numéro de téléphone de chaque responsable d'opération sera joignable 24h/24 et 365j/an afin de pouvoir gérer tout type d'incident pouvant impacter la ressource en eau. Celui-ci devra pouvoir intervenir sans délai. Ce numéro de téléphone sera communiqué avant le démarrage des travaux.

En cas d'accident entraînant un risque pour la ressource en eau, la Police de l'Eau en sera immédiatement informée ainsi que les organismes susceptibles d'être concernés (pompiers, gestionnaires des captages d'eau potables, cellule antipollution de la Seine...)

11.2 EN PHASE EXPLOITATION

Un plan de gestion des pollutions accidentelles sera mis en place et élaboré par SNCF Réseau il sera intégré à la démarche environnementale de SNCF Réseau mais devra être validé. Il sera transmis pour information aux services chargés de la Police de l'eau intervenant sur le projet. Il comprendra :

- ◆ Un volet prévention :
 - L'analyse préalable des risques environnementaux pour chaque type d'opération de maintenance ;
 - L'obligation d'emporter dans les engins routiers et ferroviaires des kits de dépollution adaptés ;
 - La sensibilisation et formation des personnels aux premiers gestes de dépollution ;
 - La prévention auprès des sous-traitants avec des clauses de pénalités contraignantes en cas de pollution accidentelle dans les marchés.
- ◆ Un volet intervention :
 - Fiches réflexes : Par typologie de pollution accidentelles, celles-ci préciseront l'organisation retenue afin de mobiliser au mieux, dans l'espace et dans le temps, l'ensemble des moyens techniques et humains à mettre en œuvre afin de prévenir les conséquences des pollutions accidentelles liées aux travaux de maintenance ou aux circulations ;
 - Fiches d'appel : Régulièrement mises-à-jour, elles permettront de rentrer le plus rapidement en contact avec les détenteurs des compétences spécialisées dans la lutte anti-pollution.
- ◆ Un volet Retour d'expérience.

En cas d'accident entraînant un risque pour la ressource en eau, la Police de l'Eau en sera immédiatement informée ainsi que les organismes susceptibles d'être concernés (pompiers, gestionnaires des captages d'eau potables, cellule antipollution de la Seine...)