

ÉTUDE F

État des lieux de la piézométrie de la Petite Seine

PROJET DE MISE À **grand gabarit**
de la **liaison fluviale** **ENTRE BRAY-SUR-SEINE**
ET NOGENT-SUR-SEINE



ÉTUDE F

État des lieux de la piézométrie
de la Petite Seine

RAPPORT D'ÉTUDE





VERSION 2

Janvier
2011



Etat des lieux de la piézométrie de la Petite Seine et définition d'un programme de suivi des niveaux

Rapport de phase 1



SIÈGE SOCIAL
PARC DE L'ILE - 15/27 RUE DU PORT
92022 NANTERRE CEDEX
Agence de Nanterre – Unité Ressources en Eau

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction.....	1
1.1 Contexte et objectifs de la mission.....	1
1.2 Méthodologie	1
1.3 Secteur d'étude.....	2
2 Bilan du diagnostic de l'existant	3
2.1 Contexte géologique de la Petite Seine	3
2.1.1 Contexte géologique général	3
2.1.1.1 La cuesta de l'île de France	3
2.1.1.2 Les coteaux crayeux du Sud de la Seine	7
2.1.2 La vallée de la Seine	8
2.1.2.1 Le substratum de la plaine	8
2.1.2.2 Mise en place de la vallée	8
2.1.3 Éléments structuraux.....	14
2.1.4 Synthèse	15
2.2 Contexte hydrogéologique de la Petite Seine	15
2.2.1 Fonctionnement hydrogéologique général de la vallée de la Petite Seine.....	15
2.2.1.1 Formations tertiaires.....	16
2.2.1.2 Nappe alluviale	17
2.2.1.3 Nappe de la craie.....	22
2.2.1.4 Bilan des hydrosystèmes.....	24
2.2.2 Analyses des données piézométriques existantes.....	25
2.2.2.1 Réseau patrimonial.....	25
2.2.2.2 Cartes piézométriques disponibles	30
2.2.3 Synthèse hydrogéologique	38
2.3 Enjeux sur le secteur d'étude étendu.....	40
2.4 Synthèse : délimitation de l'emprise du futur réseau piézométrique	40
3 Éléments de conception du réseau piézométrique.....	41
3.1 Inventaire des points d'eau disponibles.....	41
3.2 Objectifs des mesures piézométriques	42

3.3 Proposition retenue.....	47
4 Bibliographie	49

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1-1 : Localisation générale du secteur d'étude	1
Figure 2-1 : Contexte géologique.....	5
Figure 2-2 : Géomorphologie de la plaine alluviale de la Seine à la hauteur de la Voulzie	9
Figure 2-3 : Disposition schématique des formations alluviales dans le Val-de-Seine (source BRGM)	13
Figure 2-4 : Schéma du cours orthoclinal de la Seine entre Nogent et Montereau....	14
Figure 2-5 : Accumulation d'eau au pied des falaises tertiaires	17
Figure 2-6 : Transmissivité des alluvions	20
Figure 2-7 : Perméabilité des alluvions	21
Figure 2-8 : Emmagasinement des alluvions.....	21
Figure 2-9 : Variations de profondeur d'altération et de fissuration de la craie	22
Figure 2-10 : Alimentation directe ou indirecte de la craie par la nappe tertiaire	23
Figure 2-11 : Chroniques piézométriques des ouvrages captant les alluvions ou les alluvions/craie	26
Figure 2-12 : Chroniques piézométriques des ouvrages captant les alluvions ou les alluvions/craie – zoom sur les dix dernières années	27
Figure 2-13 : Chroniques piézométriques des ouvrages captant les alluvions/craie ou la craie	28
Figure 2-14 : Chroniques piézométriques des ouvrages captant les alluvions/craie ou la craie – zoom sur les dix dernières années.....	29
Figure 2-15 : Délimitation de la portion de nappe de la craie alimentant le secteur d'étude	39

Tableaux

Tableau 2-1 : Terrains et formations aquifères du secteur d'étude.....	16
Tableau 3-1 : éléments de conception du réseau piézométrique.....	43
Tableau 3-2 : éléments de conception du réseau piézométrique.....	47

1

Introduction

1.1 Contexte et objectifs de la mission

Depuis le 18^{ème} siècle, la Seine a été rendue progressivement navigable par divers aménagements, effacement d'obstacles, rectifications du lit naturel, suppression des seuils, construction de barrages, construction du canal de Beaulieu... A partir du début des années 1970, la Haute Seine a été progressivement mise au grand gabarit par aménagement de nouvelles écluses de grandes dimensions permettant la navigation de bateaux de classe VI.

La mise à grand gabarit de la Seine depuis le barrage de la Grande Bosse jusqu'au port de Nogent-sur-Seine (10) est envisagée depuis la fin des années 70. Cet objectif est aujourd'hui réaffirmé au regard du développement du trafic et des implantations industrielles nouvelles dans le Nogentais. Le projet ainsi que son débat public ont d'ailleurs été **inscrits dans la Loi Grenelle I.**

Le présent marché concerne la réalisation d'un état des lieux de la piézométrie à l'échelle de la Petite Seine, et la définition des moyens à mettre en œuvre pour réaliser le suivi des niveaux avant, pendant et après les travaux.

1.2 Méthodologie

L'étude s'organise en trois phases successives :

- ✓ **Phase 1** : État des lieux de la piézométrie actuelle ;
- ✓ **Phase 2** Définition du programme de suivi des niveaux ;
- ✓ **Phase 3**: Élaboration du cahier des charges de la mission de maîtrise d'œuvre en vue de la mise en place et du suivi de ce réseau incluant la réalisation par le futur maître d'œuvre des dossiers réglementaires nécessaires (loi sur l'eau...).

Le CCTP stipule par ailleurs qu' "*aucune prestation de modélisation n'est attendue dans le cadre de cette mission. L'étude sera réalisée à partir des données disponibles complétées par des investigations de terrain et avis d'expert*".

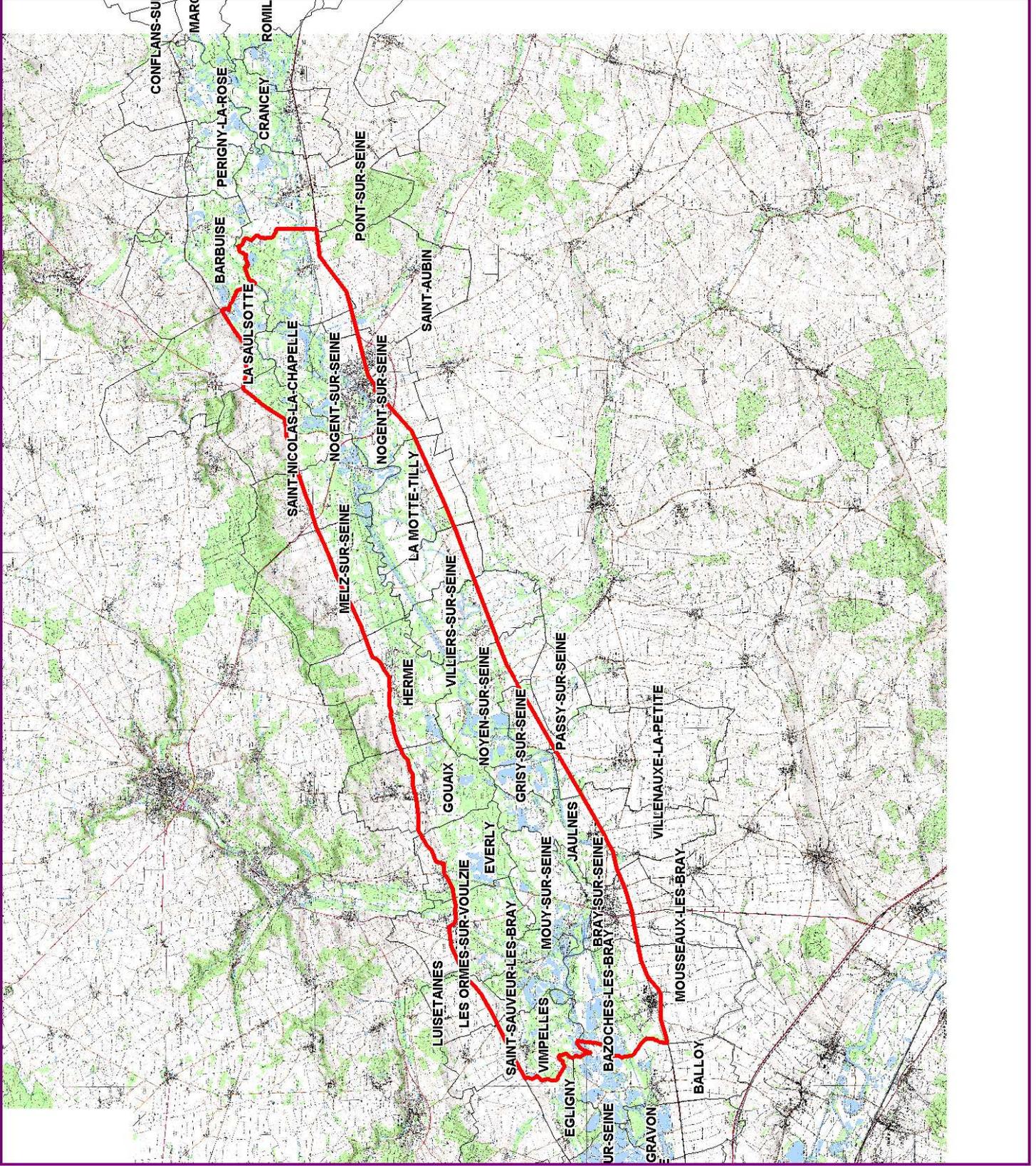
L'objectif de l'étude (la définition d'un réseau de surveillance) répond à la notion de réseau piézométrique secondaire de Margat (*Margat J., 1972 – Évaluation des ressources hydrauliques. Méthode d'implantation d'un réseau piézométrique général. Rapport n°72 SGN-126-AME. BRGM*).

1.3 Secteur d'étude

La zone d'étude initialement définie par VNF longe la vallée de la Seine entre Nogent-sur-Seine (10) et Bazoches-les-Bray (77). Elle s'étend à l'Est en amont de la confluence avec la Noxe.

Elle est représentée sur la carte ci-après.

Figure 1-1 : Localisation générale du secteur d'étude



Pas de Fenêtre



Echelle : 1/ 200 000

2

Bilan du diagnostic de l'existant

2.1 Contexte géologique de la Petite Seine

2.1.1 Contexte géologique général

La région étudiée est caractérisée par trois zones nettement différenciées qui sont :

- ✓ Le plateau de Brie et la cuesta de l'Île-de-France au Nord et au Nord-ouest, en rive droite de la Seine, avec une récurrence des collines de la craie formant le piedmont de la cuesta.
- ✓ Les plateaux crayeux au Sud-est, en rive gauche de la Seine, qui s'inscrivent dans le prolongement de la Champagne Crayeuse.
- ✓ et la plaine alluviale de la Seine, large de 3 à 4 km et couverte de prairies humides, de peupleraies, séparant les deux zones précédemment décrites.

La carte géologique générale du secteur d'étude est présentée sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

2.1.1.1 La cuesta de l'Île de France

La cuesta culmine à 182 m d'altitude dans la vallée de Sourdon et s'abaisse vers 150 m vers l'ouest. Elle surplombe la vallée de la Seine de 100 à 120 m.

Le plateau est formé du sommet à la base par les formations du :

- ✓ *Stampien (Sables de Fontainebleau)*: épaisseur moyenne 10 m,
- ✓ *Sannoisien Supérieur (Calcaires de Brie)* : épaisseur moyenne 5 m,
- ✓ *Sannoisien Inférieur et Ludien Supérieur (Marnes vertes et supragypseuses)* : épaisseur d'environ 15 à 20 m
- ✓ *Bartonien inférieur – Lutétien (Calcaire de Champigny)* : épaisseur moyenne 40 mètres passant à 10 à 15 m vers le rebord de la cuesta,

- ✓ ***Yprésien (argiles et sables)*** : épaisseur très variable 10 à 60 m. Les argiles sparnaciennes peuvent présenter des niveaux sableux ou des lacunes mettant en superposition directe les calcaires de Champigny et la craie.

La série tertiaire présente un léger pendage vers le nord-ouest (5‰ à Nangis) s'accroissant sensiblement en bordure de cuesta, où il peut atteindre 30‰. Ces formations apparaissent sur le flanc des vallées, ou en pied de cuesta.

2.1.1.2 Les coteaux crayeux du Sud de la Seine

Craie du campanien

La craie du Campanien apparaît à mi-côte de la falaise tertiaire qui constitue le versant nord de la vallée (rive droite), mais elle se développe surtout sur le versant sud (rive gauche).

Il s'agit d'une craie blanche fine et compacte, au sein de laquelle on observe de nombreux silex dispersés ou en lits discontinus.

La craie peut ainsi être massive, ou se débiter en plaquettes. Sa partie supérieure est parfois plus jaunâtre, plus grumeleuse, ou profondément ravinée.

Elle est souvent masquée sur les sommets par des produits argilo-sableux résiduels ou par des placages d'alluvions anciennes du fleuve et, au pied des versant, par des produits colluvionnés argilo-caillouteux.

On la retrouve dans les vallées de la Voulzie et de la Noxe. La morphologie de cette région est typique et se manifeste par un paysage de collines arrondies, empâtées dans les formations colluviales.

Fracturation de la craie

Le rapport du BRGM de 1997 signale que les alignements des thalwegs linéaires ne présentent pas d'orientation préférentielle, bien que sur le versant sud de la vallée, la direction NE-SW soit dominante à l'Est de l'Ardusson.

Il existe plusieurs types de fracturation ou de discontinuité dans la craie : un réseau de diaclases subverticales, un réseau de diaclases obliques, et des discontinuités formées par les joints des bancs. Les diaclases obliques sont en général plus aquifères que les diaclases verticales. Les joints de stratification, parfois argileux, sont de perméabilité réduite.

Un relevé de fissures et diaclases avait été réalisé sur 19 carrières du secteur : 9 sur le versant nord, et 4 sur le versant sud. Malgré une certaine dispersion des mesures, deux directions orthogonales NE-SW et SE-NW ont été relevées, la première étant légèrement plus fréquente que la seconde. Il s'agit le plus souvent de fractures subverticales.

2.1.2 La vallée de la Seine

2.1.2.1 Le substratum de la plaine

La craie forme le substratum de la plaine alluviale. Le contact alluvions/craie est globalement parallèle à la surface du sol dans la plaine. Au pied des versants, le toit de la craie a une pente assez raide, de sorte que le profil de la vallée a grossièrement la forme d'un U très ouvert à fond plat.

Dans le détail, le contact est compliqué par les paléotalwegs et les interfluves (paléodômes). On le retrouve vers 6 à 8.5 m de profondeur par rapport au terrain naturel. Ce substrat crayeux est très altéré sur une profondeur importante sous les alluvions récentes ("craie molle").

On constate généralement, de haut en bas, les étapes d'altération suivantes :

1. Craie pâteuse avec graviers et galets : cette couche de faible épaisseur a été classée dans les alluvions anciennes dont elle constitue la base.
2. Craie pâteuse remaniée avec galets crayeux
3. Craie très finement fragmentée avec poches de craie marneuse
4. Craie fragmentée à bourrages marno-crayeux
5. Craie compacte fissurée

Il semble que ces faciès soient répartis en zones allongées alternées d'orientation générale NE-SW, ce qui pourrait traduire une érosion différentielle de bancs épais de 5 à 20 m.

Les résultats des essais pressiométriques sur des échantillons collectés sur le secteur de l'Ecluse du Vesoult à Noyen-sur-Seine (BACHY, 1978), ont montré que les étapes d'altération 2 et 3 sont rencontrées jusqu'à 15 m de profondeur environ, et qu'à partir de 20 m, la craie devient saine.

Le rapport de CPGF (CPGF, 1990) sur les trois forages de reconnaissance au Mériot, à 4 km à l'ouest de Nogent-sur-Seine, ont révélé des hétérogénéités sur les différents faciès de craie. De la craie altérée argileuse était cependant toujours présente à 15 m, à proximité de l'axe de vallée. En revanche, le forage le plus excentré, vers le coteau nord révélait la présence d'une craie saine fracturée vers 5 m de profondeur, et une craie très fracturée avec de nombreuses traces d'oxydation de fer à la jointure des blocs, entre 5 et 15 m de profondeur.

2.1.2.2 Mise en place de la vallée

Le remplissage alluvial de la plaine est constitué par un niveau superficiel discontinu de limons plus ou moins argileux, tourbeux ou graveleux (alluvions récentes),

emboîté dans des graves et sables calcaires généralement argileux vers leur sommet et assez propres à la base (alluvions anciennes).

La puissance moyenne des alluvions est de 7 m. Ponctuellement, elle est dépendante de l'allure du substratum, dont la profondeur varie très rapidement. Ainsi, sur les paléodômes de craie, elle n'excède pas 3 à 5 m, tandis qu'à l'aplomb des paléothalwegs, elle peut atteindre une douzaine de mètres. Cependant, les épaisseurs les plus fréquentes sont comprises entre 6 et 8.5 m.

Le schéma géomorphologique de la plaine alluviale a été réalisé par Claude Mégnier (Mégnier, 1977) à hauteur de la Voulzie.

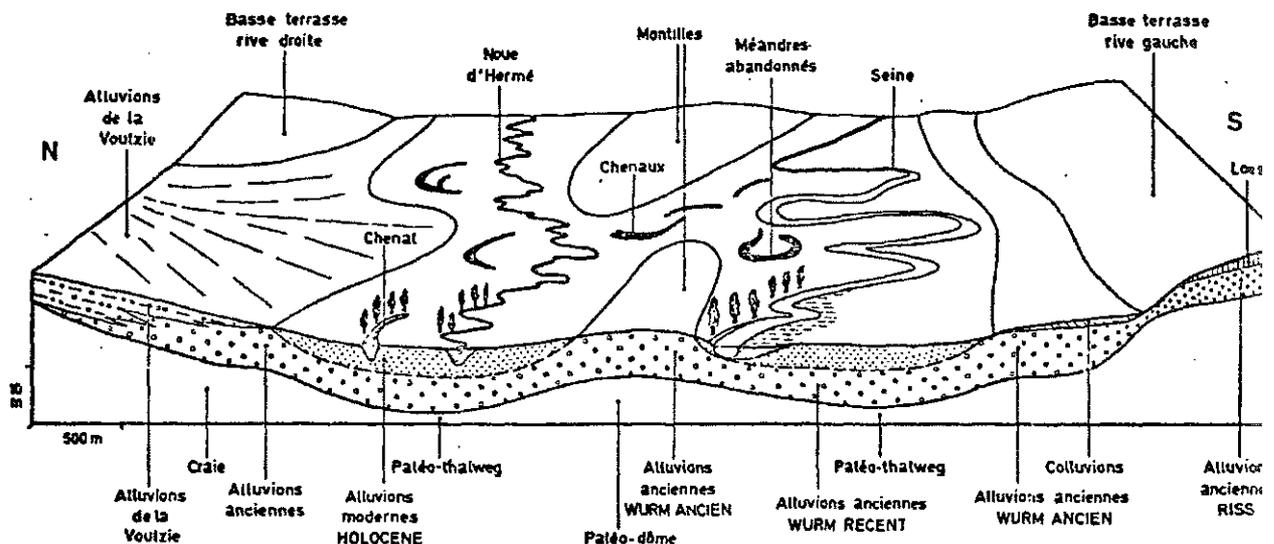


Figure 2-2 : Géomorphologie de la plaine alluviale de la Seine à la hauteur de la Voulzie

A- Alluvions anciennes

Les alluvions anciennes (notées Fy) sont très importantes et affleurent au dessus de la craie sur une surface étendue, de part et d'autre de la vallée de la Seine, sur des secteurs plus rarement inondés, et occupés par des prairies et des champs.

Les alluvions anciennes sont fréquemment présentes sur les paléodômes du substratum. Leur granulométrie est généralement plus grossière et le recouvrement superficiel faible. Lorsqu'elles affleurent, leur épaisseur peut atteindre une dizaine de mètres, tandis que lorsqu'elles sont recouvertes par des alluvions modernes, leur épaisseur peut être très réduite (2 à 3 m).

Ces alluvions anciennes sont des graves, mélange de sables et de cailloutis sous forme de petits galets calcaires durs jurassiques et crétacés (appelées « grèves »). La stratification est entrecroisée avec parfois des bancs plus ou moins cimentés. Il n'y a, le plus souvent, aucun élément argileux ou marneux.

Cette grave est rencontrée jusqu'à 100 ou 105 m d'altitude au sud de Nogent-sur-Seine. Une carrière, située à La Gloriette, entre Saint-Aubin et La Chapelle-Godefroy, permet d'observer une coupe de cette formation sur 4 à 5 m d'épaisseur. Au milieu de la formation, un banc où les éléments sont cimentés sépare la partie supérieure graveleuse, de la partie inférieure plus argilo-sableuse. Un petit banc ligniteux est observé à la base.

Les alluvions anciennes sont subdivisées en deux niveaux dans le rapport du BRGM de 1995 (voir Figure 2-3) :

- ✓ Dépôts intermédiaires des « Grands Méandres » (T2),
- ✓ Alluvions mouillées les plus anciennes (T1)

B- Alluvions récentes de fond de vallée, Seine actuelle

Les alluvions récentes (notées Fz) couvrent tous les fonds de vallées occupés par les cours d'eau, notamment dans la vallée de la Seine. Formées de sables et de cailloutis, elles sont souvent argilo-sableuses, limoneuses ou tourbeuses. Les éléments de graviers à la base sont plus gros, et surmontent parfois une brèche crayeuse.

Dans les zones inondables en partie basse de la Seine, leur épaisseur atteint 3 à 4 m, alors qu'ailleurs, elles sont discontinues. Leur épaisseur passe rapidement de 0 à 1 ou 2 m au plus.

Les alluvions sont parfois entaillées par des dépressions sinueuses correspondant à d'anciens chenaux (appelées noues), qui sont le plus souvent comblées superficiellement sur 3 à 4 m par des argiles tourbeuses reposant sur les cailloutis anciens.

En bordure du fleuve, on distingue des zones d'alluvionnement situées à l'intérieur des méandres, qui correspondent à des zones argileuses et marécageuses.

Ces formations sont localement perturbées par des matériaux argilo-sableux au débouché des vallées affluentes dont les plus importantes sont celles de la Voulzie au nord, et de l'Orvin au sud.

Les alluvions récentes sont différenciées de la manière suivante dans le rapport du BRGM de 1995 (voir Figure 2-3) :

- ◆ Dernières alluvions de la Seine actuelle (T3b)
- ◆ Alluvions des « Vieilles Seines » et des Noues (T3a)

C- Alluvions des vallons latéraux

Les alluvions anciennes et récentes sont plus difficiles à différencier au niveau des vallons latéraux, où les graves sablo-argileuses passent latéralement à des dépôts argilo-sableux, auxquels se superposent parfois des colluvions de même nature.

Seul, le glacis argilo-caillouteux situé en rive gauche, à proximité de Villiers et Grisy, présente un caractère marqué d'alluvionnement ancien. Il correspond au débouché des vallons de Villenaux-la-Petite, de Villuis et surtout de l'Orvin.

Les alluvions de la vallée de l'Orvin (notées FyO) sont argilo-sableuses et contiennent un pourcentage très élevé de silex de petites dimensions, de formes assez anguleuses à patine brune, et des éléments de grave. Le tout donne une terre brun rouge et porte un paysage très caractéristique se développant à la confluence de la vallée de l'Orvin avec la vallée de la Seine.

En rive droite, plus à l'aval, le vallon de la Voulzie pourrait correspondre à des conditions analogues. Les niveaux tourbeux y sont plus développés.

D- Terrains de couverture des versants

Les limons constituent des formations brunes, ocres ou jaunes qui recouvrent tantôt la craie, tantôt les terrasses de la Seine. On y trouve parfois de gros silex, indice d'un remaniement des terrasses par ruissellement ou glissement en masse.

Leur origine est complexe : ils se sont formés à partir de produits d'altération du substratum, en place ou ruisselés des reliefs sparnaciens, et d'apports éoliens. Parfois repris par les eaux de la Seine et des ruisseaux latéraux, on en rencontre localement des intercalations dans les alluvions de la plaine.

Leur épaisseur est assez mal connue et varie latéralement : elle est vraisemblablement faible sur certains coteaux où la craie est affleurante. Par contre, elle est plus élevée au bas des pentes et dans les zones de hautes terrasses où elle pourrait atteindre une dizaine de mètres (si l'on se réfère à l'altitude du sol par rapport au niveau présumé des terrasses).

E- Terrasses alluviales

Au total, quatre niveaux de terrasses (deux basses-terrasses et deux hautes-terrasses) sont différenciés sur le secteur (BRGM, 1995). Ces terrasses correspondent à différents niveaux d'érosion atteints par le fleuve au cours du Quaternaire. L'organisation générale des différentes terrasses est présentée sur la Figure 2-3.

Alluvions de basses terrasses

Les basses terrasses sont principalement développées sur le versant nord de la vallée, à l'aval du Plessis-Mériot et près de Villeneuve-le-Châtelet, et sur le versant sud, en amont de Nogent.

Elles comprennent deux niveaux distincts :

- ✓ *Terrasse de 6 à 8 m* au-dessus des dernières alluvions (TI), composée de galets peu roulés et de graviers de silex

✓ *Terrasse de 10 à 12 m (TII)*, composée de couches de silex et de gros graviers.

Leur limite aval est généralement marquée par une levée assez nette, tandis que côté versant, elle est plus floue, masquée par des limons colluvionnés.

Elles sont constituées par des galets peu roulés, des graviers de silex plus ou moins émoussés, quelques débris de roches cristallines et des niveaux sableux, recouverts de limons.

Alluvions de hautes terrasses

Les alluvions de hautes terrasses sont surtout développées :

- ◆ Entre Courceroy et Nogent sur le versant sud
- ◆ A un degré moindre, au nord du site étudié, à Conflans-sur-Seine, où elles constituent un niveau inférieur perché de 14 à 20 m au-dessus de la plaine.
- ◆ A Fontaine-Mâcon, au sud de Nogent, où elles représentent le niveau supérieur, dominant la plaine de 45 à 50 m.

On subdivise ces niveaux alluvionnaires en deux terrasses :

Le niveau inférieur (*terrasse de 14 à 20 m (TIII)*) est assez hétérogène du fait de sa stratification entrecroisée et de la surface très irrégulière des lits. Il est en outre masqué par une épaisseur importante de limons rendant difficile la détermination de son extension côté versant. Il est constitué de sables, de graviers grossiers, et de débris de craie non émoussés, tantôt meubles, tantôt cimentés.

Le niveau supérieur (*terrasse de 45 à 50 m (TIV)*), plus homogène est de nature analogue à celle des alluvions anciennes de la plaine, avec des graviers plus ou moins sableux de craie et de silex, avec parfois des petits blocs de grès. Ces niveaux peuvent parfois être cimentés, comme on peut l'observer dans la carrière située à l'Est de Fontaine-Mâcon.

L'organisation spatiale des formations alluviales est résumée sur la Figure 2-3 où, selon les époques considérées, les terrasses et les formations alluvionnaires se sont disposées selon un étagement pour les plus anciennes, et selon un emboîtement pour les plus modernes. Ces deux modes de dépôt confirment que le phénomène de reprise d'érosion a toujours été très important (surtout sur le versant Nord), ce qui rend la différenciation des formations souvent délicate.

2.1.3 Éléments structuraux

La direction caractéristique ENE-WSW du cours de la Seine entre Romilly et Montereau peut s'expliquer géomorphologiquement par la présence de la cuesta tertiaire qui a dévié le cours du fleuve au début du Quaternaire.

La direction est nettement différente de celle que présente le fleuve en amont de sa confluence avec l'Aube, et en aval de sa confluence avec l'Yonne et le Loing.

Le schéma présenté ci-dessous montre le changement de direction.

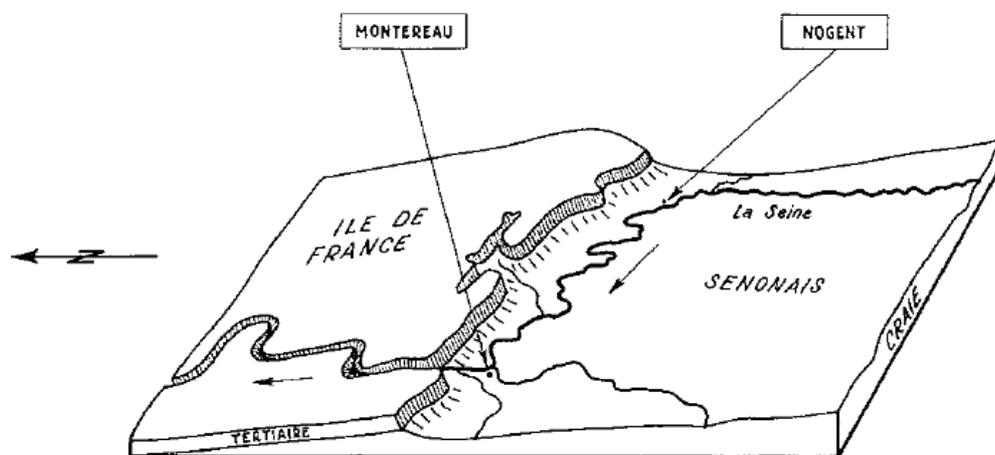


Figure 2-4 : Schéma du cours orthoclinal de la Seine entre Nogent et Montereau

Source : BRGM, 1965

En Champagne, la Seine suit le pendage des couches crayeuses. Son cours est cataclinal (conséquent) et la vallée s'étale sur 2 à 3 km. Le long de la cuesta, le cours devient orthoclinal (subséquent), la pente est très faible et les méandres s'étalent dans une plaine alluviale de 4 à 5 km. Le cours se resserre dès qu'il redevient cataclinal et la largeur de la vallée ne dépasse plus 1 km en contrebas des plateaux de Brie.

L'observation des images orbitales ERTS (BRGM, 1977) a révélé que la direction NE-SW était la mieux représentée. En particulier, un linéament majeur apparaît, dont les principaux jalons sont du NE au SW :

- ✓ La vallée de l'Ornain en aval de Revigny
- ✓ La vallée de la Seine en amont de Montereau
- ✓ Le cours inférieur du Loing à l'aval de Nemours

Ces éléments peuvent être rapprochés des accidents connus dans le Crétacé, au Nord-Est de Nogent-sur-Seine :

- ✓ La faille du Mont-Tromblay sur la feuille géologique de Châlons-sur-Marne
- ✓ La faille de Sommessous (feuille géologiques de Fère-Champenoise) ; qui la prolonge vers le nord-est.

Ces accidents eux-mêmes pourraient avoir pour origine la faille de Metz, constituant la limite septentrionale du bassin houiller lorrain.

2.1.4 Synthèse

Pour contribuer à la mise en place du réseau piézométrique, plusieurs caractéristiques doivent être prises en compte :

- ✓ Le remplissage alluvial est composé d'un niveau supérieur d'alluvions récentes argileuses, et d'un niveau inférieur de graves sableuses. Le substratum crayeux sous-jacent est sensiblement parallèle à la surface du sol, mais il est localement affecté par la présence de paléodômes ou paléothalwegs, conditionnant l'épaisseur de dépôts alluvionnaires, variant de 3-5 m à une dizaine de mètres.
- ✓ les terrasses étagées du versant sud sont en partie dénoyées,
- ✓ La craie affleure sur les versants, mais elle peut être localement masquée par des limons ou des niveaux de terrasses alluviales anciennes du fleuve.
- ✓ Le schéma géomorphologique de la plaine alluviale est très complexe avec la présence des anciens chenaux de la Seine, paleothalwegs, paleodomes...

2.2 Contexte hydrogéologique de la Petite Seine

2.2.1 Fonctionnement hydrogéologique général de la vallée de la Petite Seine

Trois grands ensembles hydrogéologiques sont présents sur le secteur d'étude :

- ✓ *Les terrains tertiaires*, renfermant principalement la nappe des calcaires de Champigny et la nappe du Soissonnais. (Masse d'eau n°3103)
- ✓ *Les formations alluviales de la vallée de la Seine*, se développant en pied de cuesta tertiaire, sur une largeur de 3 à 4 km (Masse d'eau n°3006 « Alluvions de la Bassée »).
- ✓ *La craie blanche du Campanien*, renfermant la nappe de la craie (Masse d'eau n°3209 « Craie du Sénonais et Pays d'Othe »).

Les argiles sparnaciennes jouent un rôle hydrogéologique primordial, et séparent le système aquifère tertiaire de la nappe de la craie sous-jacente. Localement, ce niveau

peut être discontinu, ou de faciès plus sableux, mettant ainsi en communication naturelle les deux nappes.

La nappe de la craie est drainée en permanence (hors périodes de crues) par la vallée de la Seine. Elle se raccorde en bas de coteau à la nappe alluviale, qui est en équilibre avec les niveaux du fleuve.

Le tableau ci-dessous présente les différents aquifères rencontrés sur le secteur d'étude :

STRATIGRAPHIE		LITHOLOGIE	AQUIFERES
Eres	Etages		
Quaternaire		Alluvions	Nappes Alluviales
Tertiaire	Stampien	Grès et sables de Fontainebleau	
	Sannoisien	Calcaires et meulières de Brie	
	Ludien	Marnes et calcaires de Champigny	Nappe des calcaires de Champigny
	Marinésien	Marnes et Calcaires de St-Ouen	
	Auversien	Sables, grès, calcaires	
	Lutétien	Marnes et caillasses, sables, calcaires	Nappes du Soissonnais
	Cuisien	Sables	
	Sparnacien	Sables, Argiles, grès	
	Thanétien	Argiles, marnes, calcaires, sables	
Secondaire	Campanien	Craie	Nappe de la Craie

Tableau 2-1 : Terrains et formations aquifères du secteur d'étude

2.2.1.1 Formations tertiaires

Le système tertiaire est délimité à la base par les argiles sparnaciennes, qui le séparent de la nappe de la craie. Une ligne de sources naît en pied de coteau au contact de ce niveau imperméable : Fontaine Sainte-Madeleine, de Saint-Parrès, de la Daubouine, la Douée, Fontaine Saint-Martin, Fontaine-aux-Bois, source de Chalautre-la-Petite, sources de la Voulzie et du Durteint (AEP de la ville de Paris).

Au sein de ce système tertiaire, on distingue plusieurs formations aquifères superposées :

- ✓ Les sables de Fontainebleau ne sont pas suffisamment étendus sur le secteur d'étude pour constituer un réservoir aquifère important. Les argiles à meulières, présentes en partie haute du plateau, supportent quelques mares peu importantes, et quelques ruisseaux saisonniers coulent à leur surface.
- ✓ On signalera que le Ludien (calcaires de Champigny) est très fissuré, et de nombreux ruisseaux du plateau se perdent (notamment la Traconne). La nappe des calcaires de Champigny est la plus productive et alimente un certain nombre de sources autour de Provins.
- ✓ Les sables cuisien sont également aquifères et donnent naissance à des sources au contact des argiles sparnaciennes imperméables.

- ✓ Les argiles sparnaciennes peuvent être discontinues latéralement sur le secteur d'étude, ou présenter des faciès plus sableux, permettant alors une réalimentation directe de la nappe de la craie par la nappe des calcaires de Champigny.

2.2.1.2 Nappe alluviale

La nappe des alluvions est libre, en équilibre avec l'eau qui circule dans la craie sous-jacente, dont elle n'est isolée par aucun niveau continu imperméable. Ceci est confirmé par la continuité de la piézométrie dans la plaine et au pied des versants. Elle est alimentée à la fois par la Seine, par les précipitations dans la plaine, et par les coteaux sur les deux rives.

Alimentation par les coteaux crayeux (rive gauche)

L'alimentation par les coteaux en rive gauche est très importante au regard de la piézométrie des pieds de versants, où le gradient de la nappe de la craie est élevé, mais où il y a un transfert intégral du débit aux alluvions, puisqu'il n'y a pratiquement pas d'émergences au pied des coteaux hormis quelques sources exploitées (sources de Jaulnes, de Villenaux).

La craie accumule des quantités d'eau très importantes avant son enfouissement structural sous la couverture tertiaire. Le changement de perméabilité brusque de la craie sous le tertiaire ; forme une barrière à l'écoulement des eaux dans le sens du pendage et provoque une remontée dans les zones basses situées au pied des falaises tertiaires. Le schéma ci-dessous présente le mode de réalimentation des alluvions par la nappe de la craie.

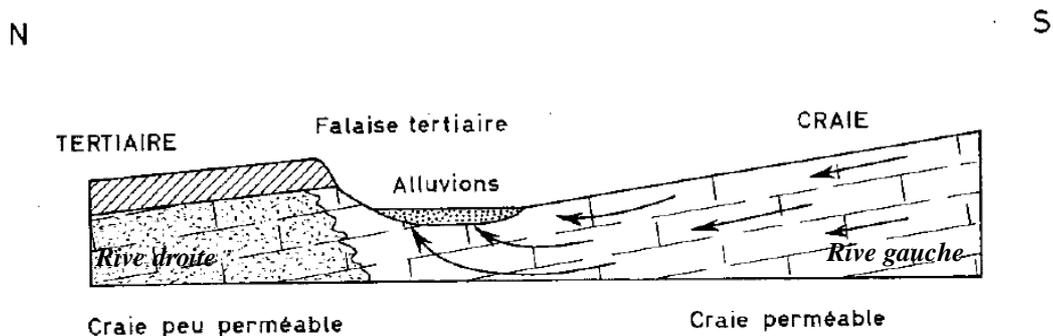


Figure 2-5 : Accumulation d'eau au pied des falaises tertiaires

Source : BRGM, 1965

Alimentation par les coteaux tertiaires (rive droite)

La nappe alluviale est alimentée par les eaux de ruissellement en provenance des coteaux tertiaires, mais également par l'infiltration liée à la ligne de sources des calcaires Éocènes au contact du substratum imperméable.

Relations entre la nappe alluviale et la Seine

En saison humide, la nappe alluviale est subaffleurante et inonde les parties basses de la plaine, tandis qu'elle est le plus souvent située entre 1 et 2 m de profondeur à l'étiage (été / automne).

La Seine soutient la nappe dont elle constitue le niveau de base et l'exutoire. Les répercussions piézométriques entre la Seine et la nappe sont extrêmement rapides (BRGM, 1977). Une comparaison entre les enregistrements limnigraphiques en Seine et ceux d'un piézomètre distant d'une dizaine de mètres de la berge avait mis en évidence la rapidité de ces relations.

Selon les positions relatives de la nappe et du fleuve, ce dernier draine les alluvions ou les alimente. Les barrages-écluses favorisent à l'amont, l'alimentation par les deux berges du fleuve. Celle-ci se produit également, lorsque, à la faveur des méandres, la Seine a un cours oblique par rapport à l'écoulement de la nappe.

Dans une telle configuration, on constate généralement que le fleuve draine la nappe par une berge et l'alimente par l'autre.

Enfin, les sablières reliées au fleuve accroissent les échanges entre le fleuve et la nappe.

En période d'inondation, l'alimentation de la nappe par le fleuve est accrue du fait d'une saturation quasi-immédiate des alluvions jusqu'au niveau du sol. La plaine est alors immergée dans sa quasi-totalité, à l'exception de quelques îlots d'alluvions anciennes perchées. La plupart des noues jouent alors le rôle de drains évacuateurs de crues. Ainsi, la vieille Seine amont et la grande noue d'Hermé évacuent en périodes de crue la majeure partie du flot. Le reste du temps, elles se comportent comme des chenaux sans débits, sensiblement en équilibre avec la nappe.

Enfin, les canaux n'ont pas de rapport avec la nappe, les mesures effectuées à proximité de leur berge l'ayant confirmé.

Dans son rapport de 1965, le BRGM avait estimé l'apport d'eau moyen de la nappe de la craie aux berges de la Seine entre Nogent et Montereau. Celui-ci serait en moyenne de $4,11 \text{ m}^3/\text{s}$ ($=355\,000 \text{ m}^3/\text{jour}$).

Colmatage des berges

Le colmatage des berges correspond à la diminution de perméabilité des alluvions au voisinage des berges. Le colmatage est dû à des dépôts d'alluvions fines (vases, limons) dans le lit du fleuve, et éventuellement à la migration des alluvions fines au sein des graviers présents dans le lit, lorsque la pression de l'eau du fleuve devient supérieure la pression de l'eau dans l'aquifère.

L'épaisseur de la zone colmatée est donc celle des sédiments fins augmentée de l'épaisseur de la zone de graviers à l'intérieure de laquelle les particules fines auront pu migrer.

Le BRGM remarquait dans son rapport de 1965, que la forme de la surface piézométrique de la nappe indiquait que cette dernière alimentait le fleuve dans l'ensemble et non l'inverse. Cette situation est la plus fréquente, et, en dehors des périodes de crue et d'étiage minimum, la nappe se déverse dans le fleuve et non l'inverse. Le sens du flux étant en général dirigé des alluvions vers le fleuve, la zone colmatée par migration des particules fines à l'intérieur du gravier est vraisemblablement restreinte.

En outre, les dépôts fins des alluvions récentes dépendent de la morphologie du fleuve. Suivant la forme, le rayon de courbure, la largeur du méandre, le fleuve modifie continuellement les berges, alluvionnant d'un côté et érodant de l'autre.

Peu de données sont disponibles concernant l'évaluation physique du colmatage des berges de la Seine. Les quelques études de ce phénomène ont été obtenues indirectement au moyen d'essais de pompage en nappe. On citera les deux essais de pompage suivants :

- ✓ Un essai de pompage de longue durée avait été réalisé dans ce but en septembre 1964, sur une durée totale de 21 jours, à Marolles-sur-Seine. Le dispositif comprenait un puits de 22 m de profondeur situé à 38 m d'une berge légèrement concave (creusée par l'écoulement) de la Seine., et 18 piézomètres, dont 15 répartis entre le puits et la Seine. Le débit fut de 220 m³/h pendant 3 jours et réduit ensuite à 185 m³/h. L'interprétation, très poussée utilisant des méthodes dites d'équilibre et de non équilibre, a donné des résultats ayant trait essentiellement au colmatage. L'influence de ce colmatage est traduite en mètres par la différence entre la distance à la berge fictive obtenue par les courbes et la distance à la berge réelle supposée verticale et atteignant un substratum imperméable. La distance à cette berge réelle idéale est estimée à 80 m, contre 100 à 120 m pour la berge fictive. La distance retenue à l'époque (20 à 40 m) fut estimée à 75 m maximum pour des raisons de sécurité.
- ✓ Un second essai de pompage réalisé par le BRGM à Port-Montain (commune de Noyen-sur-Seine) en novembre 1965 avait conclu que la valeur du colmatage (berge concave creusée par le courant) semblait faible : elle équivaut à un simple éloignement supplémentaire de 25 m de la Seine, les caractères physiques du terrain restant identiques.

Le BRGM comparait ces deux essais dans son rapport de 1965 et concluait que l'essai de Port-Montain semblait mieux approcher la réalité. Du fait de la faible valeur du rayon d'action, son estimation est meilleure.

Transmissivité de l'aquifère

La synthèse des coupes géologiques et des données piézométriques (BRGM, 1977) a conduit à la définition de l'épaisseur des alluvions saturées, déduction faite des niveaux argileux ou tourbeux peu perméables. Les zones où l'aquifère dépasse 6 m d'épaisseur sont grossièrement réparties selon des alignements qui correspondent aux principaux paléothalwegs.

Compte tenu de l'irrégularité du toit du substratum et que la perméabilité des alluvions varie généralement entre 2.10^{-3} et 8.10^{-3} m/s, la transmissivité des alluvions passe selon l'endroit de 9.10^{-3} à 7.10^{-2} m²/s.

La synthèse des essais effectués par le BRGM en 1965 (70 mesures) a permis d'évaluer une valeur moyenne de transmissivité à $3,4.10^{-2}$ m²/s. Les valeurs ont été prises à la remontée dans les puits et les piézomètres.

Les valeurs les plus fréquemment observées sont celles de la classe $2,5.10^{-2}$ m²/s. Toutes les valeurs sont bien groupées, et distribuées selon une gaussienne (mis à part les mesures de Balloy, bien isolées des autres). Toutes les valeurs sont bien groupées (excepté Balloy) de la classe 1,5 à la classe 5,5, soit un rapport inférieur à 4.

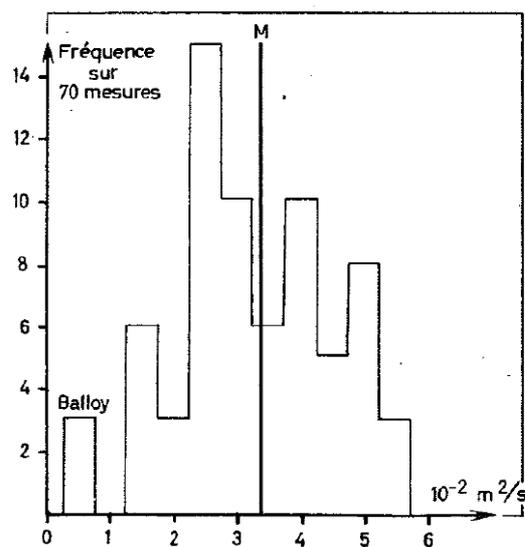


Figure 2-6 : Transmissivité des alluvions

Source : BRGM, 1965

Une carte schématique des transmissivités de la nappe est disponible sur le secteur (BRGM, 1977).

Perméabilité de l'aquifère

A partir des données de transmissivité et de l'épaisseur moyenne mouillée utile des alluvions, une perméabilité moyenne a été obtenue autour des points de calcul de transmissivité. La perméabilité la plus fréquemment rencontrée est de $6,5.10^{-2}$ m/s.

Les valeurs obtenues à Balloy sont les plus faibles et sont isolées des autres. Excepté ces deux mesures ; la moyenne s'établit à 6.10^{-3} m/s.

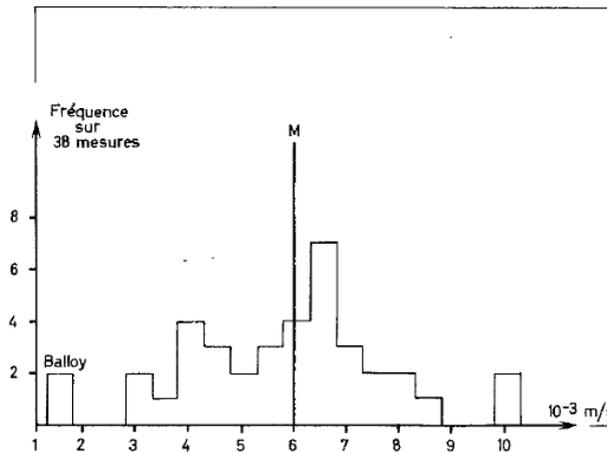


Figure 2-7 : Perméabilité des alluvions

Source : BRGM, 1965

Emmagasinement de l'aquifère

Les valeurs inférieures à 0,25 % (nappe semi-captive ou localement captive) ont été éliminées du graphique ci-dessous. Les valeurs sont assez étalées. La valeur la plus fréquemment observée (2,5 %) est assez éloignée de la moyenne à 4,5 %.

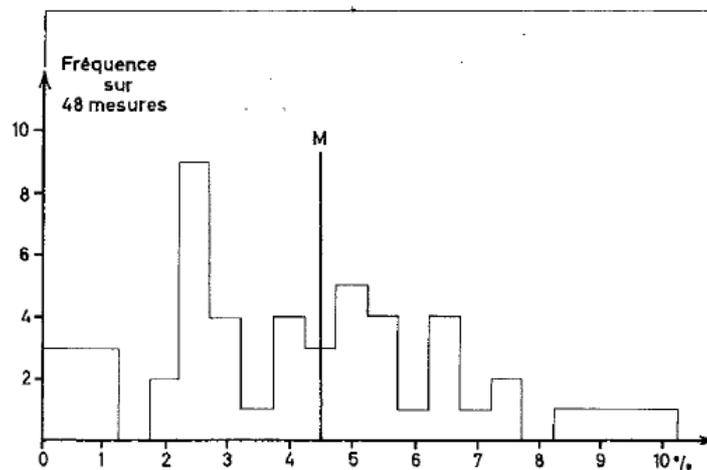


Figure 2-8 : Emmagasinement des alluvions

Source : BRGM, 1965

Description synthétique du réservoir :

✓ régime : nappe libre

- ✓ *puissance* : 7 m en moyenne
- ✓ *mur du réservoir* : relation hydraulique avec la nappe de la craie sous-jacente
- ✓ *Type de porosité* : matricielle
- ✓ *Coefficient d'emménagement* : entre 2,5 et 10 %
- ✓ *Transmissivité* : 9.10^{-3} à 7.10^{-2} m²/s
- ✓ *Perméabilité* : 10^{-2} et 10^{-3} m/s

2.2.1.3 Nappe de la craie

Dans la vallée de la Seine, sur le secteur d'étude, la craie alimente directement le fleuve et est en communication avec la nappe alluviale, formant avec celle-ci un aquifère multicouche unique important.

La craie présente une épaisseur de plus de 300 m, mais n'est aquifère que jusqu'à 30 m de profondeur en général. En effet, on ne trouve que plus rarement des niveaux de craie fissurée au dessous de cette profondeur. Dans le bassin de Paris, on attribue généralement à cette profondeur la limite de fissuration de la craie. Certains forages arrivent à l'exploiter jusqu'à 70 m, comme le forage du Petit Fossard, mais cela reste exceptionnel.

La craie superficielle est un milieu aquifère à double porosité. Les densités de fissuration et de fracturation déterminent les propriétés hydrodynamiques.

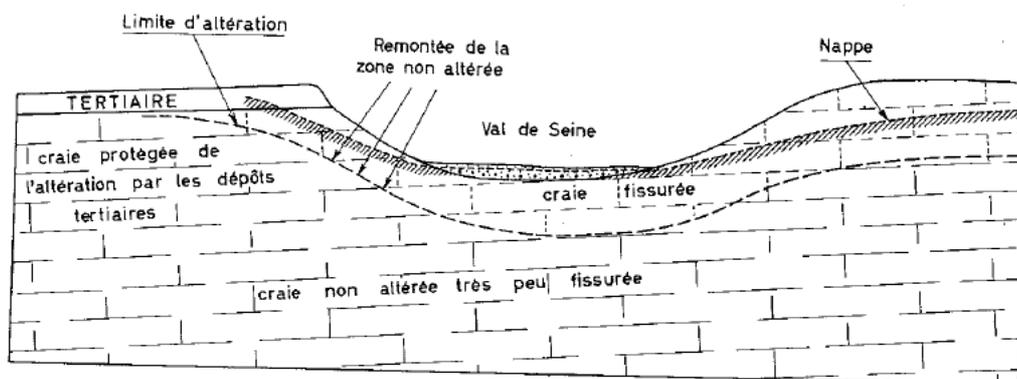


Figure 2-9 : Variations de profondeur d'altération et de fissuration de la craie

Source : BRGM, 1965

Si la craie peut être altérée à son toit (faciès plus argileux et moins perméable), il n'en demeure pas moins qu'il existe une continuité hydraulique forte entre la craie et les graves de fond de la nappe alluviale. L'aquifère de la craie s'avère ainsi en charge par rapport au fond de vallée et se décharge latéralement sur les flancs de versant

(nombreuses sources en bord de versant ou effluences masquées sous les alluvions), mais aussi sous la vallée par drainance directe dans les graves de fonds. Dans ces dernières, l'écoulement présente une composante ascendante. Cette drainance topographique de l'aquifère de la craie par la vallée de la Seine s'observe en période sèche : en l'absence de fort cumul lié aux débits ruisselés, l'augmentation du débit du fleuve vers l'aval traduit les arrivées continues des eaux de la craie (débits drainés).

A plusieurs reprises (1985, 2001) des inondations par remontée des eaux souterraines en fond de vallée alluviale ont été observées, ce qui semble traduire un engorgement complet de la nappe d'accompagnement. Les eaux du bassin versant crayeux, qui ne peuvent plus s'écouler comme à l'accoutumée dans la nappe d'accompagnement, envahissent le restant du fond de la vallée jusqu'à l'affleurement (effet de barrage hydraulique de la nappe d'accompagnement vis à vis de l'aquifère crayeux).

La nappe de la craie est également alimentée par réinfiltration de sources issues de la cuesta tertiaire, en rive droite, après un certain ruissellement. Nous avons mentionné précédemment que les argiles du Sparnacien étaient irrégulièrement réparties et qu'elles pouvaient souvent faire place à des sables ou encore marquer des lacunes. La séparation imperméable entre le tertiaire (calcaires lacustres) et la craie ne semble bien représentée que dans la région de Provins. C'est d'ailleurs sur ce secteur que l'on trouve les sources à plus fort débit (Voulzie, Durteint, Dragon). Des observations montrent que dans beaucoup de cas, il y a communication entre la nappe des calcaires lacustres et celle de la craie, notamment à proximité de la cuesta.

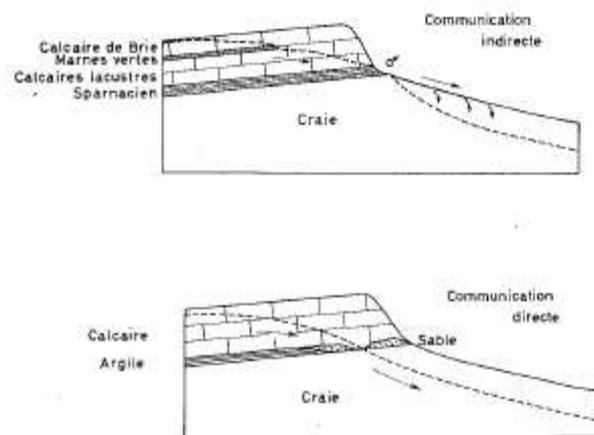


Figure 2-10 : Alimentation directe ou indirecte de la craie par la nappe tertiaire

Source : BRGM, 1965

En considérant le rapport des gradients d'écoulement dans la craie et dans les alluvions, il est possible d'estimer que la transmissivité en bordure de plaine est 2 à 10 fois plus faible que celle des alluvions.

Les forages du Mériot (CPGF, 1990), ont montré que la transmissivité de l'aquifère crayeux était proche de $2.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

Différentes études ont montré le caractère fissuré de la craie. Les fissures peuvent même conduire à la formation de cavités karstiques de grande taille. Le sinistre du barrage de Cannes-l'Ecluse (1957), proche de la Bassée, est attribué à l'effondrement d'une cavité karstique.

Description synthétique du réservoir :

- ✓ *régime* : nappe libre sous alluvions ou captive sous recouvrement tertiaire
- ✓ *puissance* : une trentaine de m
- ✓ *mur du réservoir* : marnes de Brienne et argiles du Gault
- ✓ *Type de porosité* : matricielle et de fissures voire karstification dans le bassin versant de la Vanne.
- ✓ *Porosité totale* : 37 à 45 %
- ✓ *Coefficient d'emménagement* : proche de 1,5 à 2 % (régime libre)
- ✓ *Transmissivité* : les transmissivités varient très rapidement dans l'espace. D'une manière générale, les transmissivités suivantes peuvent être retenues :
 - ◆ $10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ dans les vallées
 - ◆ $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ dans les vallons secs
 - ◆ 10^{-4} à $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ sous les plateaux
- ✓ *Perméabilité* : (craie saine = perméabilité de fissures) 10^{-7} à 5.10^{-5} m/s .

2.2.1.4 Bilan des hydrosystèmes

Nous pouvons retenir que les eaux souterraines dans la vallée de la Seine entre Nogent et Bray-sur-Seine circulent dans deux aquifères en continuité hydraulique :

- ✓ les alluvions récentes et anciennes (T1, T2 et T3),
- ✓ la craie.

Dans la plaine alluviale sensu stricto, les deux réservoirs sont présents et l'on considère alors une nappe unique : la nappe alluviale, contenue dans les alluvions et la craie sous jacente.

Sur le versant sud, les terrasses sont étagées et dénoyées. Seule la craie contient une masse d'eau souterraine. On parlera sur ce secteur de la nappe de la craie.

2.2.2 Analyses des données piézométriques existantes

2.2.2.1 Réseau patrimonial

Localisation des ouvrages

Six piézomètres, captant les alluvions de la Bassée, ont été recensés. Le piézomètre 02953X0089/S2, situé en aval du secteur d'étude, n'a pas été retenu pour cette étude. Parmi les 5 piézomètres restants, un seul piézomètre capte uniquement les alluvions. Les 4 autres captent sans distinction les alluvions et la craie.

Huit piézomètres, captant la craie du Sénonais, ont été recensés. 4 piézomètres captent sans distinction les alluvions et la craie, tel que cité ci-dessus. Les 4 autres captent la craie.

Parmi les 4 piézomètres captant les alluvions et la craie, le piézomètre 02606X1013/S1 est situé sur les terrasses alluviales.

Les enregistrements ont démarré au début des années 1970.

Variations saisonnières

Pour les ouvrages captant les alluvions ou les alluvions/craie, l'amplitude des variations annuelles, telle qu'elle apparaît sur les graphiques, est généralement voisine de 1.5 m. Elle a cependant dépassé quelquefois 2 m (1965 à 1968). La nappe est haute en hiver et au printemps et basse à la fin de l'été et à l'automne, son niveau minimal se situant généralement vers le mois d'octobre. (BRGM, 1977).

Ces observations sont toujours d'actualité sur les chroniques récentes des ouvrages captant les alluvions ou les alluvions/craie.

Pour les ouvrages captant la craie, l'amplitude des variations annuelles est généralement voisine de 6 à 8 mètres. La nappe de la craie est haute en printemps et basse à l'automne.

Variations interannuelles

Les ouvrages captant les alluvions et les alluvions/craie ne montrent pas de variations interannuelles significatives. Le niveau général est resté stable depuis les années 1970.

Les ouvrages captant la craie seule ou la craie sous les alluvions sur terrasse montrent des variations plus significatives. Le piézomètre 02961X1003/S1 montre les tendances les plus marquées. Au droit de l'ouvrage, la nappe était en hautes eaux au cours des années 1981-1982 et 2001-2002 et en basses eaux au cours des années 1990-1992 et 2008-2009. La cote piézométrique de la nappe au droit de ce point diminue depuis le début des années 1980 d'environ 5 mètres.

Figure 2-11 : Chroniques piézométriques des ouvrages captant les alluvions de la Bassée (A), ou les alluvions/craie

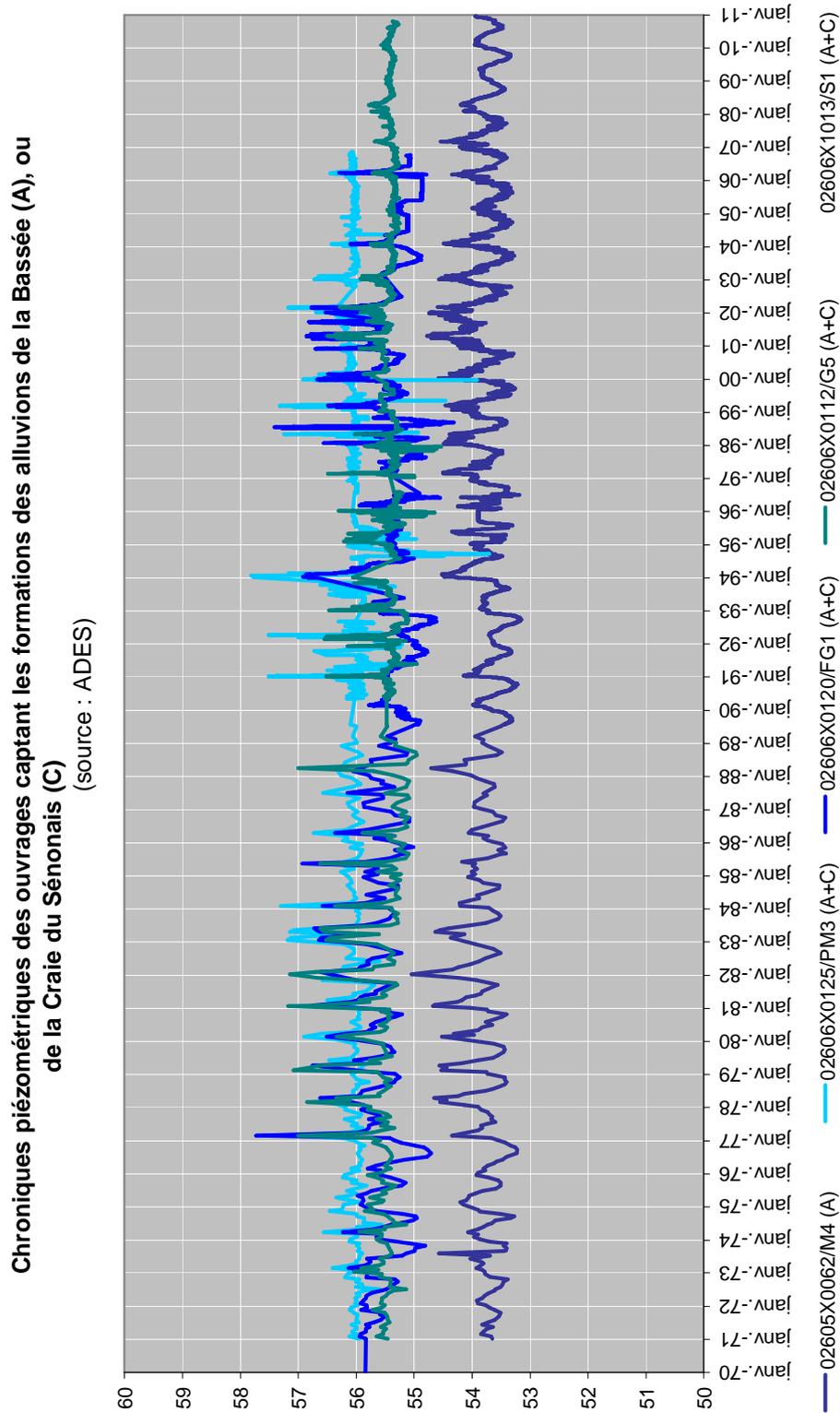
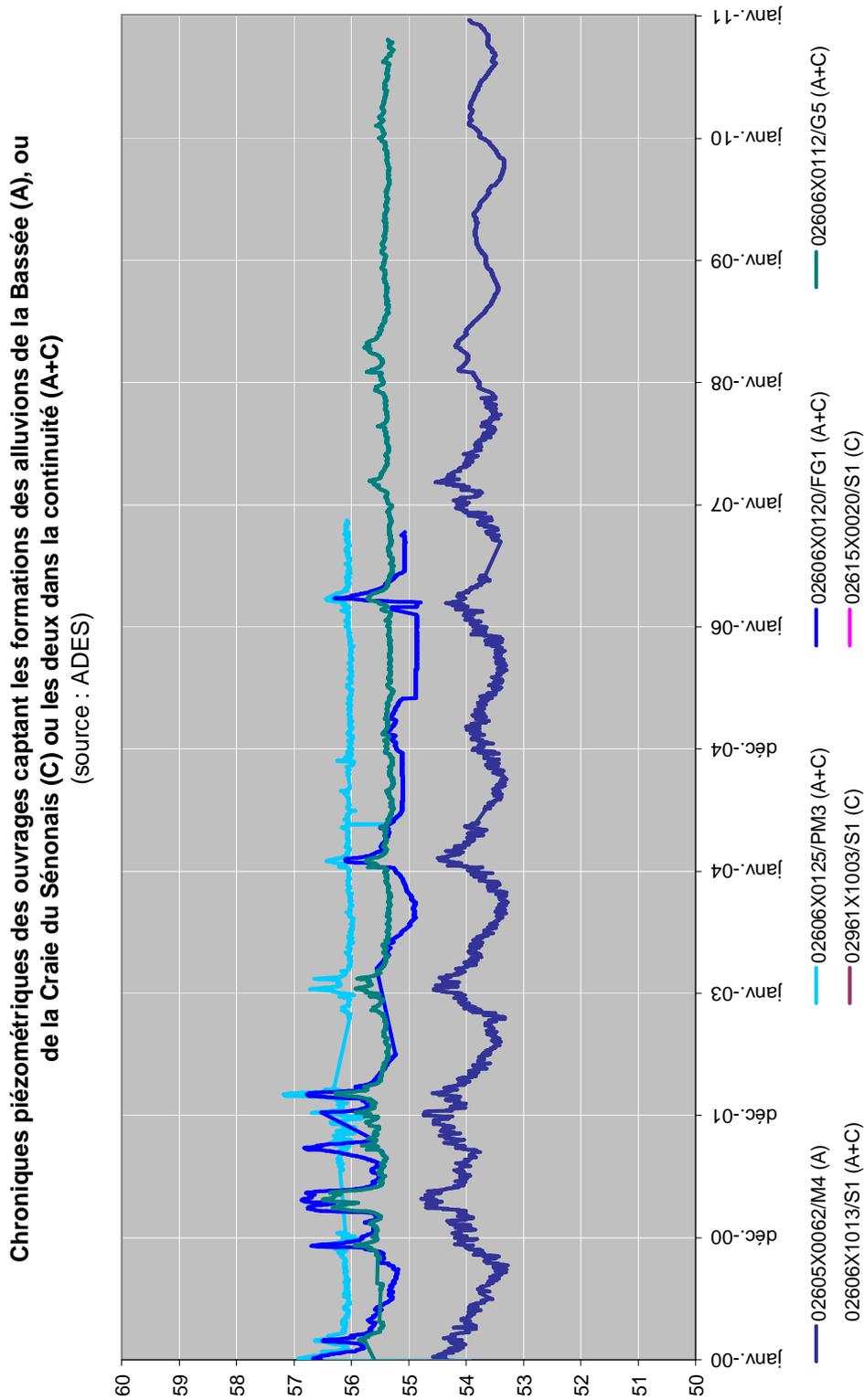


Figure 2-12 : Chroniques piézométriques des ouvrages captant les alluvions ou les alluvions/craie – zoom sur les dix dernières années



Chroniques piézométriques des ouvrages captant les formations des alluvions de la Bassée (A), ou de la Craie du Sénonais (C) ou les deux dans la continuité (A+C)
 (source : ADES)

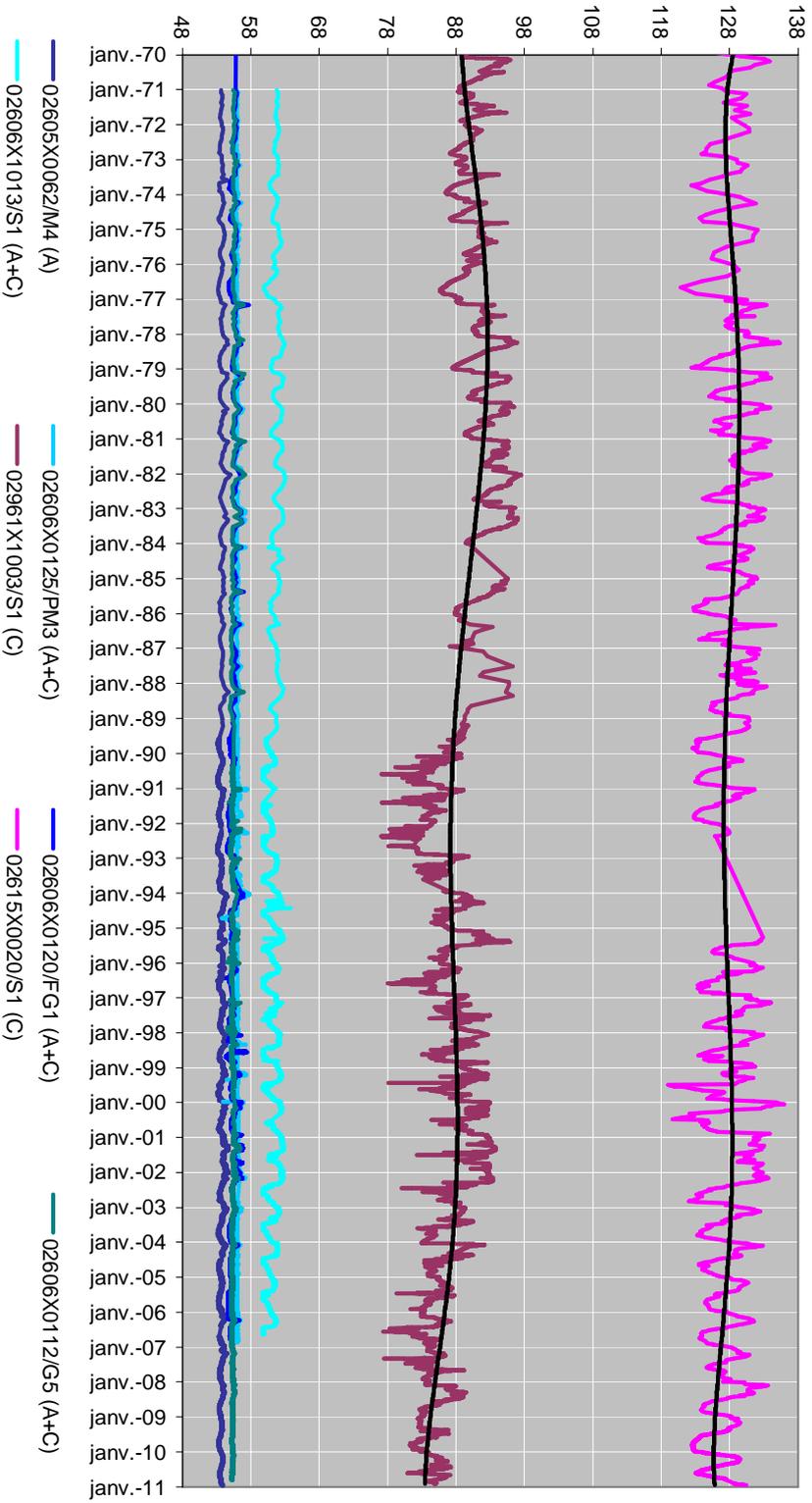
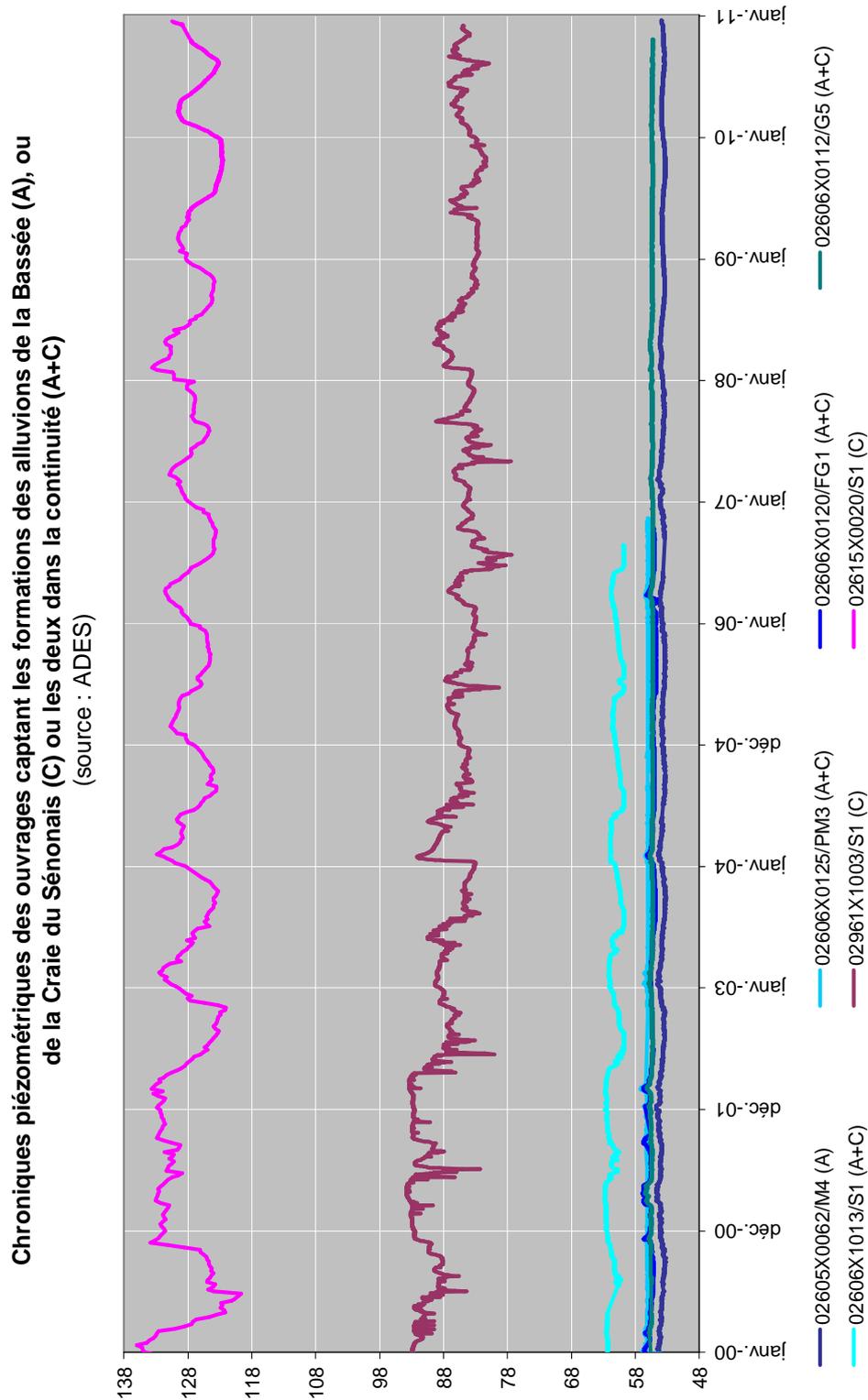


Figure 2-13 : Chroniques piézométriques des ouvrages captant les alluvions/craie ou la craie

Figure 2-14 : Chroniques piézométriques des ouvrages captant les alluvions/craie ou la craie – zoom sur les dix dernières années

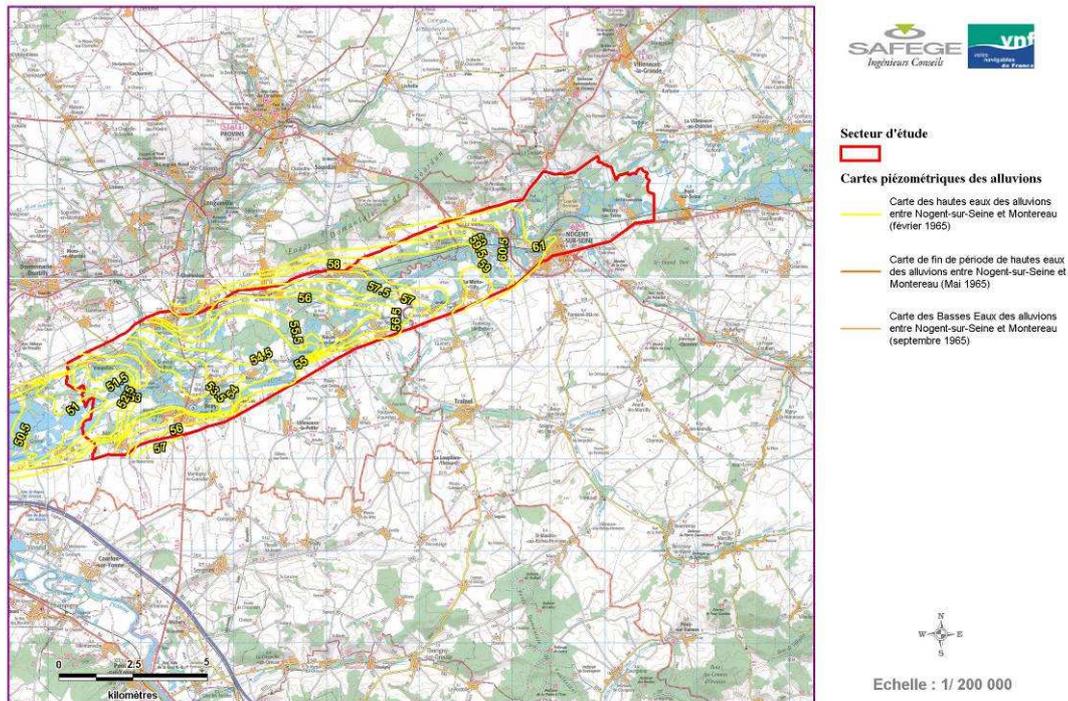


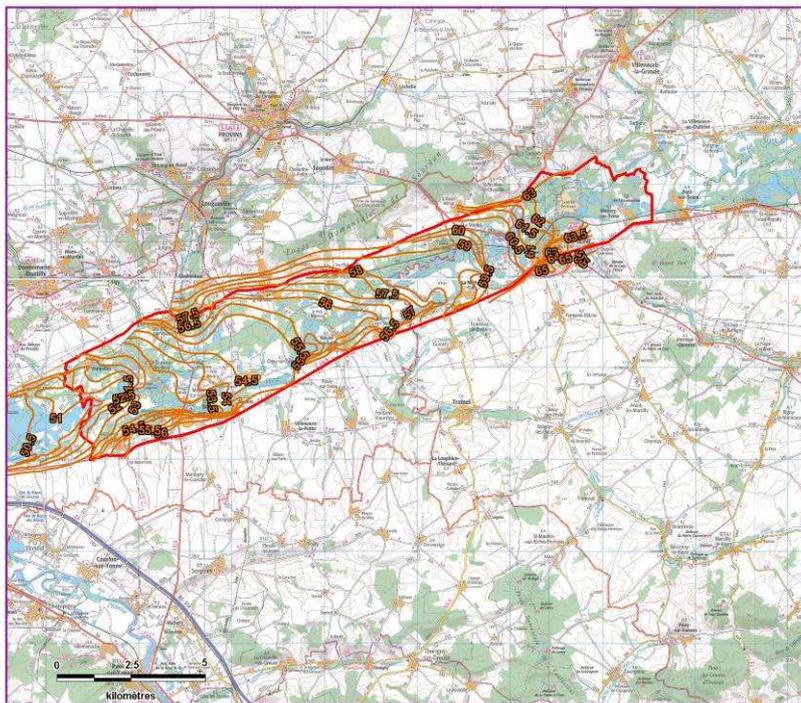
2.2.2.2 Cartes piézométriques disponibles

A- Alluvions

- ✓ Dans le cadre de son étude de 1965, le BRGM avait établi trois cartes piézométriques de la nappe des alluvions, à l'aval de Nogent, à partir d'un grand nombre de points qui avaient tous été nivelés.
 - ◆ La première date de février 1965 (période de hautes eaux de la nappe)
 - ◆ La seconde, de mai 1965 (fin de période de hautes eaux)
 - ◆ La troisième, de septembre 1965 (période de basses eaux de la nappe)

Les trois cartes couvrent tout le secteur d'étude. Le pas des isopièzes est de 1 mètre. Ce sont les cartes de référence pour la connaissance de l'état piézométrique de la nappe des alluvions.





Secteur d'étude

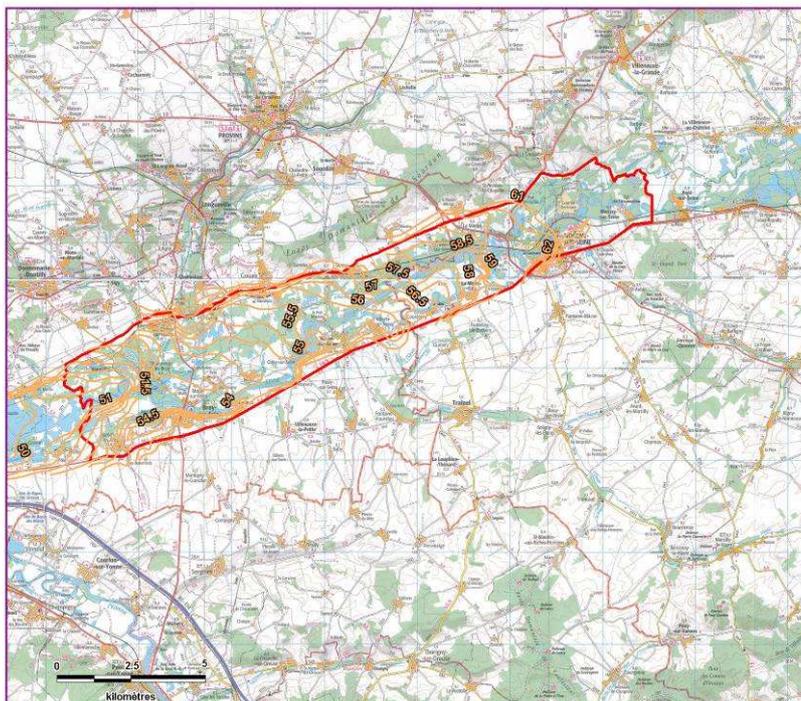


Cartes piézométriques des alluvions

-  Carte des hautes eaux des alluvions entre Nogent-sur-Seine et Montereau (février 1965)
-  Carte de fin de période de hautes eaux des alluvions entre Nogent-sur-Seine et Montereau (Mai 1965)
-  Carte des Basses Eaux des alluvions entre Nogent-sur-Seine et Montereau (septembre 1965)



Echelle : 1/ 200 000



Secteur d'étude



Cartes piézométriques des alluvions

-  Carte des hautes eaux des alluvions entre Nogent-sur-Seine et Montereau (février 1965)
-  Carte de fin de période de hautes eaux des alluvions entre Nogent-sur-Seine et Montereau (Mai 1965)
-  Carte des Basses Eaux des alluvions entre Nogent-sur-Seine et Montereau (septembre 1965)



Echelle : 1/ 200 000

- ✓ Une autre piézométrie a été réalisée en partie amont de Nogent, en 1975, sur un nombre de points restreint, et non nivelés.

Ces observations permettent de dire que le niveau de la nappe s'établit à une faible profondeur (1 à 2 m), et qu'elle présente un gradient très faible, analogue à celui du terrain naturel dans le centre de la plaine (0.2 ‰ à 0.8 ‰), et plus élevé en bordure de vallée (2 à 3 ‰). Le gradient d'écoulement naturel peut être modifié au niveau des écluses.

L'écoulement se produit des coteaux crayeux vers la Seine, avec une obliquité vers l'aval, ceci traduisant que la nappe est pour une part importante, alimentée par les versants de la vallée, et qu'elle se déverse ensuite à la Seine qui est son exutoire naturel. On observe un certain nombre d'axes de drainage secondaires.

On observe par exemple un axe de drainage bien marqué au niveau de la grande noue d'Hermé et de la Vieille Seine. Cet axe de drainage se poursuit dans une direction SW/NE, jusqu'à la noue de Pigny. A l'aval de Nogent, cet axe de drainage s'oriente dans une direction WSW/ENE. Un nouvel axe bien marqué apparaît au droit du canal de Courtavant.

On distingue deux crêtes piézométriques dues à des axes d'alimentation : celle existant au débouché de la vallée de la Voulzie et celle du canal de Bray-la-Tombe, en aval de Balloy.

Les sablières de grande étendue ont une influence certaine sur la piézométrie. Elles augmentent le domaine d'action de la Seine et sont le siège d'un drainage important, même en hautes eaux.

- ✓ Une esquisse piézométrique locale a été réalisée en 1990 (CPGF, 1990) sur le secteur de Pont-sur-Seine, au nord-est de la zone d'étude. Un décalage de l'axe général de drainage de la nappe vers le nord-ouest par rapport au lit de la Seine avait été constaté. Le gradient mesuré était de l'ordre de 0.5 ‰.

Cette esquisse piézométrique corrobore la carte de 1965 sur le même secteur, où l'on observe un décalage similaire.

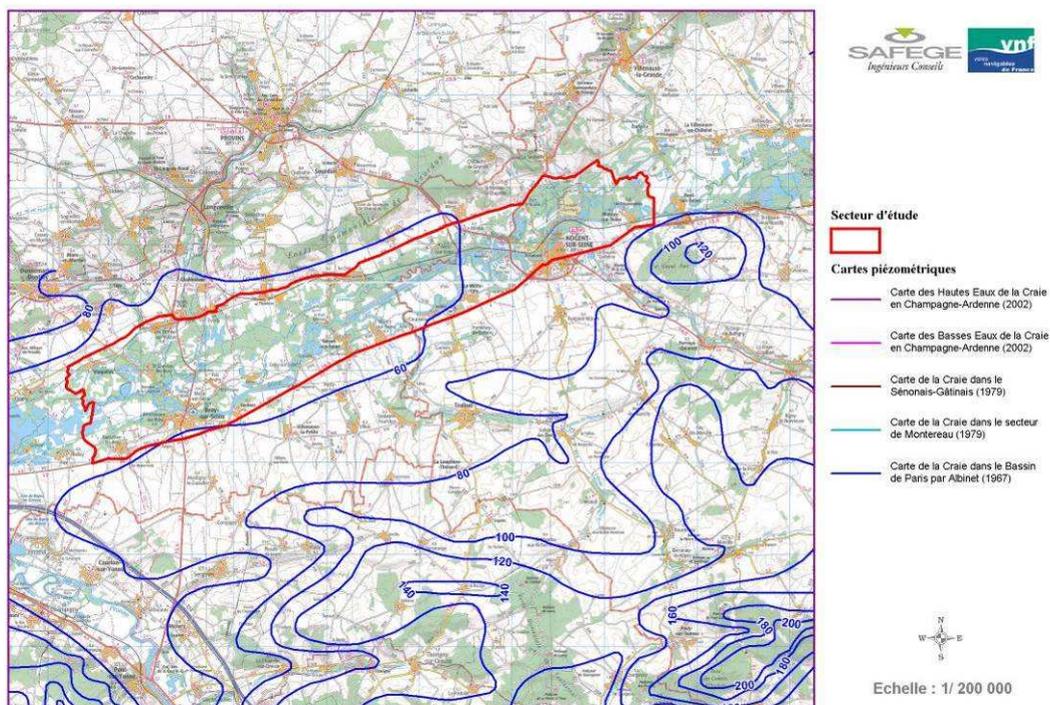
B- Craie

Au nord, la craie présente sous les formations tertiaires n'est pas aquifère car elle a été altérée par les altérations climatiques. La formation de la craie est aquifère sur la partie sud de la Cuesta. L'analyse des cartes piézométriques devra permettre de délimiter la portion de la nappe de la craie qui participe à l'alimentation du secteur d'étude.

Cinq cartes piézométriques sont disponibles, sur le secteur, pour la nappe de la craie :

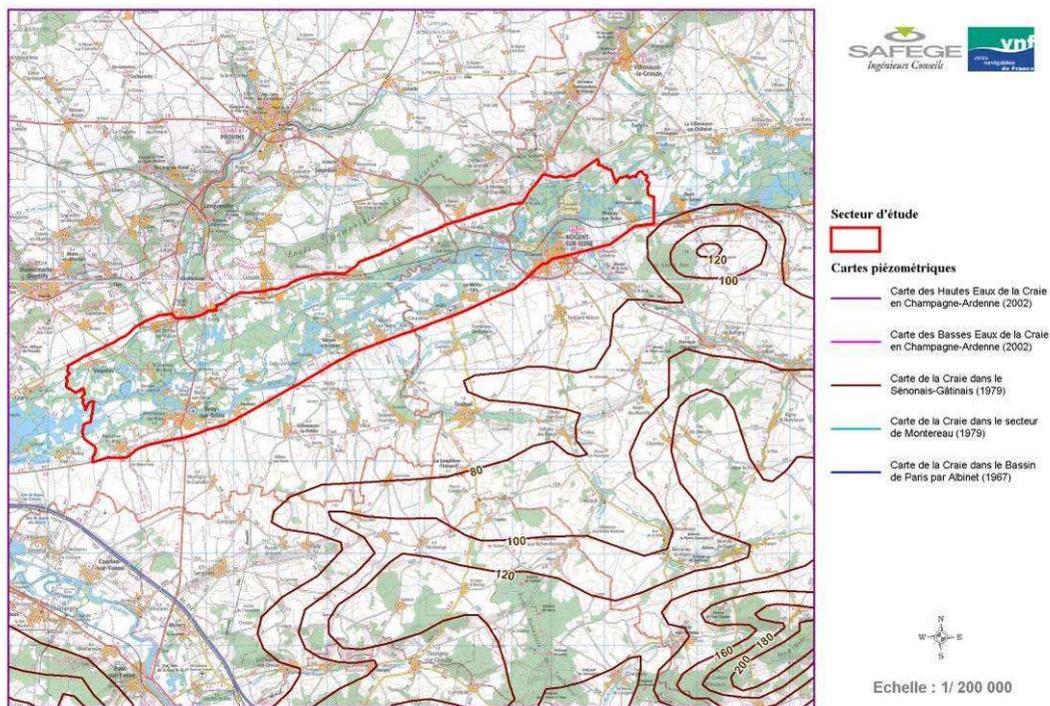
- ✓ Carte dans le Bassin de Paris par Albinet (1967). *Source* : Carte hydrogéologique du bassin de Paris au 1/500 000. Editions BRGM (M. Albinet, 1967)

La carte couvre tout le secteur d'étude. Le pas des isopièzes est de 20 mètres. Les chroniques piézométriques ne sont pas suffisamment longues pour couvrir cette carte piézométrique et ne permettent pas de décrire le contexte de recharge de la nappe.



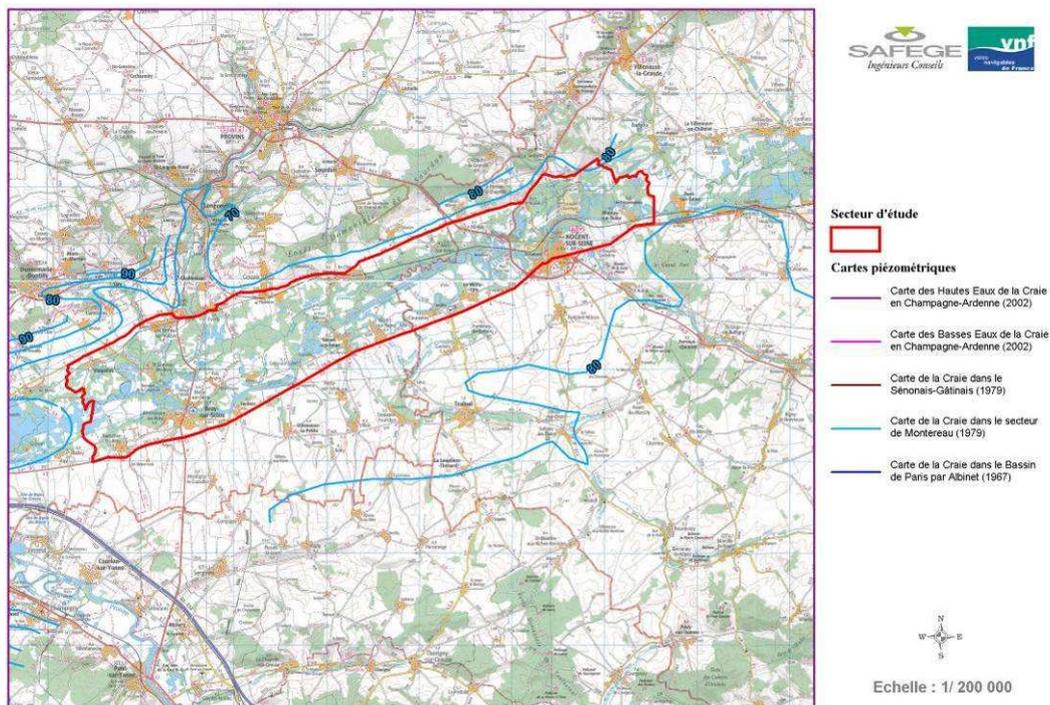
- ✓ Carte dans le Sénonais-Gâtinais (1979). *Source* : Hydrogéologie du centre du bassin de Paris : contribution à l'étude de quelques aquifères principaux. Thèse Université Paris VI. Mémoires du BRGM n° 98 (C. Mégnien, 1979).

La carte couvre la partie sud du secteur d'étude, soit la craie affleurante. Le pas des isopièzes est de 20 mètres. D'après la chronique du piézomètre 02961X1003/S1, l'année 1979 se situe en période de hautes eaux de la nappe.



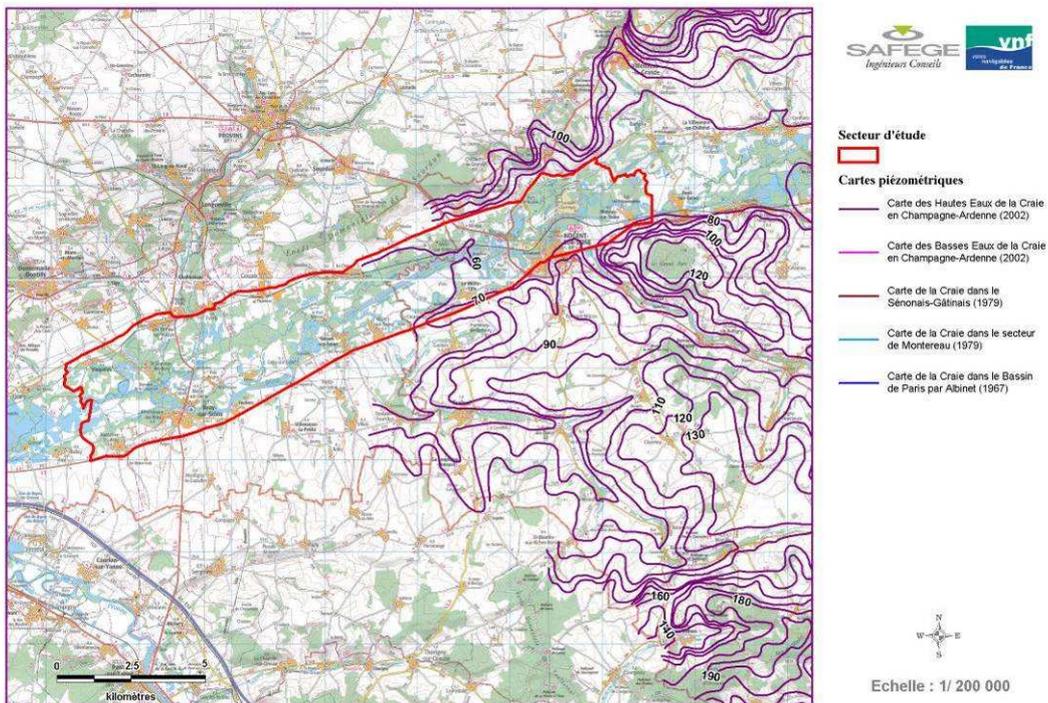
- ✓ Carte dans le secteur de Montereau (1979). *Source* : Hydrogéologie du centre du bassin de Paris : contribution à l'étude de quelques aquifères principaux. Thèse Université Paris VI. Mémoires du BRGM n° 98 (C. Mégnien, 1979).

La carte couvre partiellement le secteur d'étude. Le pas des isopièzes est de 10 mètres. **Cette carte piézométrique apporte peu d'informations pour l'étude en cours.** D'après la chronique du piézomètre 02961X1003/S1, l'année 1979 se situe en période de hautes eaux de la nappe.



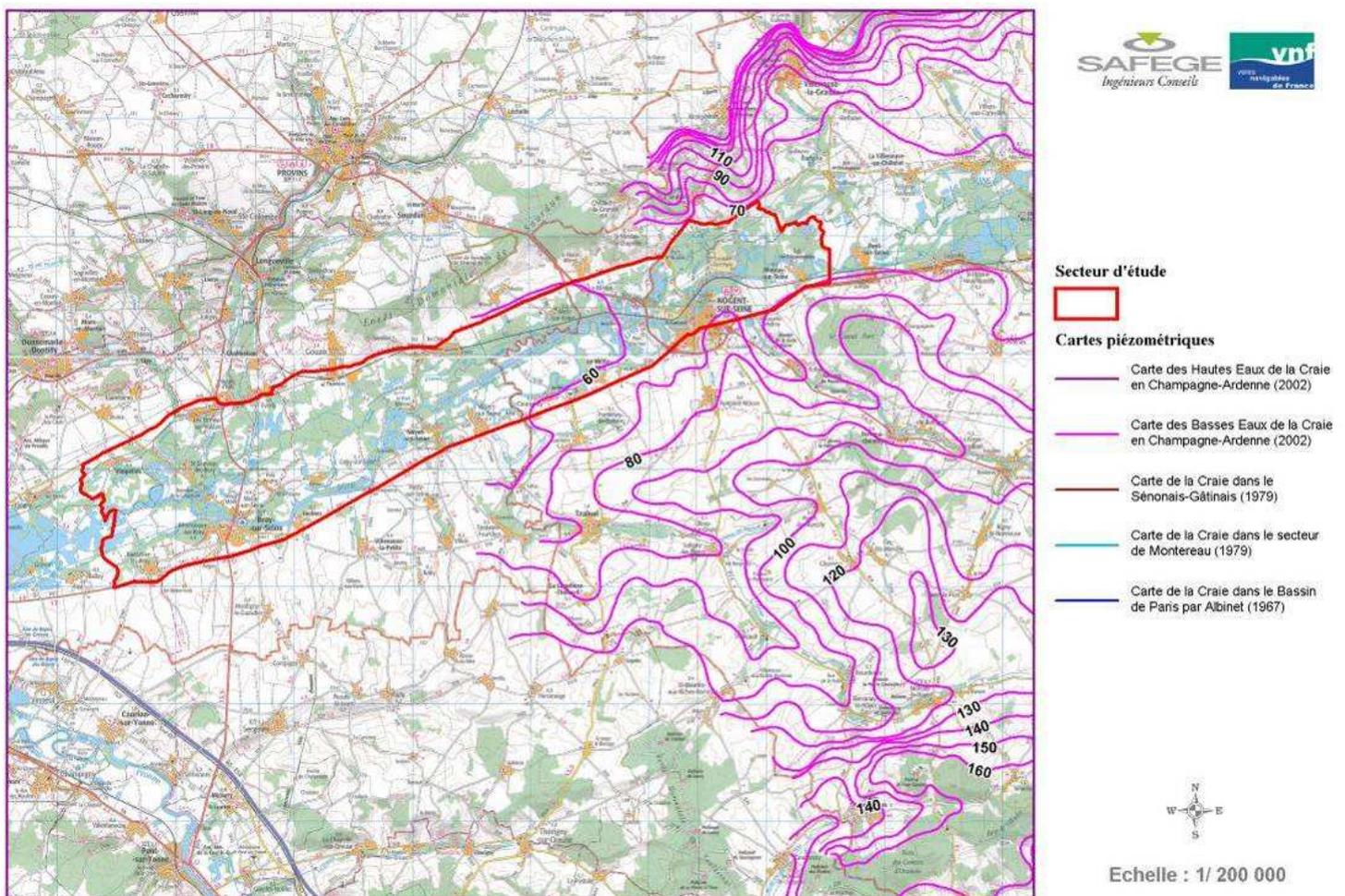
- ✓ Carte des Hautes Eaux de la Craie en Champagne-Ardenne (2002). *Source* : Cartographie de la piézométrie de la nappe de la craie en Champagne-Ardenne. Rapport final BRGM/RP-52332-FR (E. Rouxel-David et al., 2003).

La carte couvre la partie est du secteur d'étude. Le pas des isopièzes est de 10 mètres. **Cette carte piézométrique apporte peu d'informations pour l'étude en cours.** D'après la chronique du piézomètre 02961X1003/S1, l'année 2002 se situe en fin de période de hautes eaux de la nappe (2000-2002). La campagne de mesure a été réalisée lors des hautes eaux de l'année 2002.



- ✓ Carte des Basses Eaux de la Craie en Champagne-Ardenne (2002). *Source* : Cartographie de la piézométrie de la nappe de la craie en Champagne-Ardenne. Rapport final BRGM/RP-52332-FR (E. Rouxel-David et al., 2003).

La carte couvre la partie est du secteur d'étude. Le pas des isopièzes est de 10 mètres. **Cette carte piézométrique apporte peu d'informations pour l'étude en cours.** D'après la chronique du piézomètre 02961X1003/S1, l'année 2002 se situe en fin de période de hautes eaux de la nappe (2000-2002). La campagne de mesure a été réalisée lors des basses eaux de l'année 2002.



2.2.3 Synthèse hydrogéologique

Pour contribuer à la mise en place du réseau piézométrique, plusieurs caractéristiques doivent être prises en compte :

- ✓ Au droit de la vallée, les formations des alluvions et de la craie sont en continuité hydraulique ne formant qu'une seule et unique nappe.
- ✓ La nappe dans la vallée présente des variations saisonnières d'environ 1 à 2 mètres d'amplitude sans tendance significative sur les variations interannuelles. Le gradient de la nappe est relativement faible, compris entre 0.2 ‰ et 0.8 ‰.
- ✓ La formation de la craie est aquifère uniquement au sud de la cuesta. La nappe présente des variations saisonnières plus marquées plus on s'éloigne de la vallée. Le gradient de la nappe est plus marqué, estimé à 7.5 ‰.
- ✓ A partir des cartes piézométriques de la craie de 1967 et 2002, il est possible de délimiter l'esquisse de la portion de nappe de la craie qui participe à l'alimentation du secteur d'étude. Au nord, la limite d'affleurement de la craie est considérée comme une limite d'alimentation de la nappe.

Figure 2-15 : Délimitation de la portion de nappe de la craie alimentant le secteur d'étude



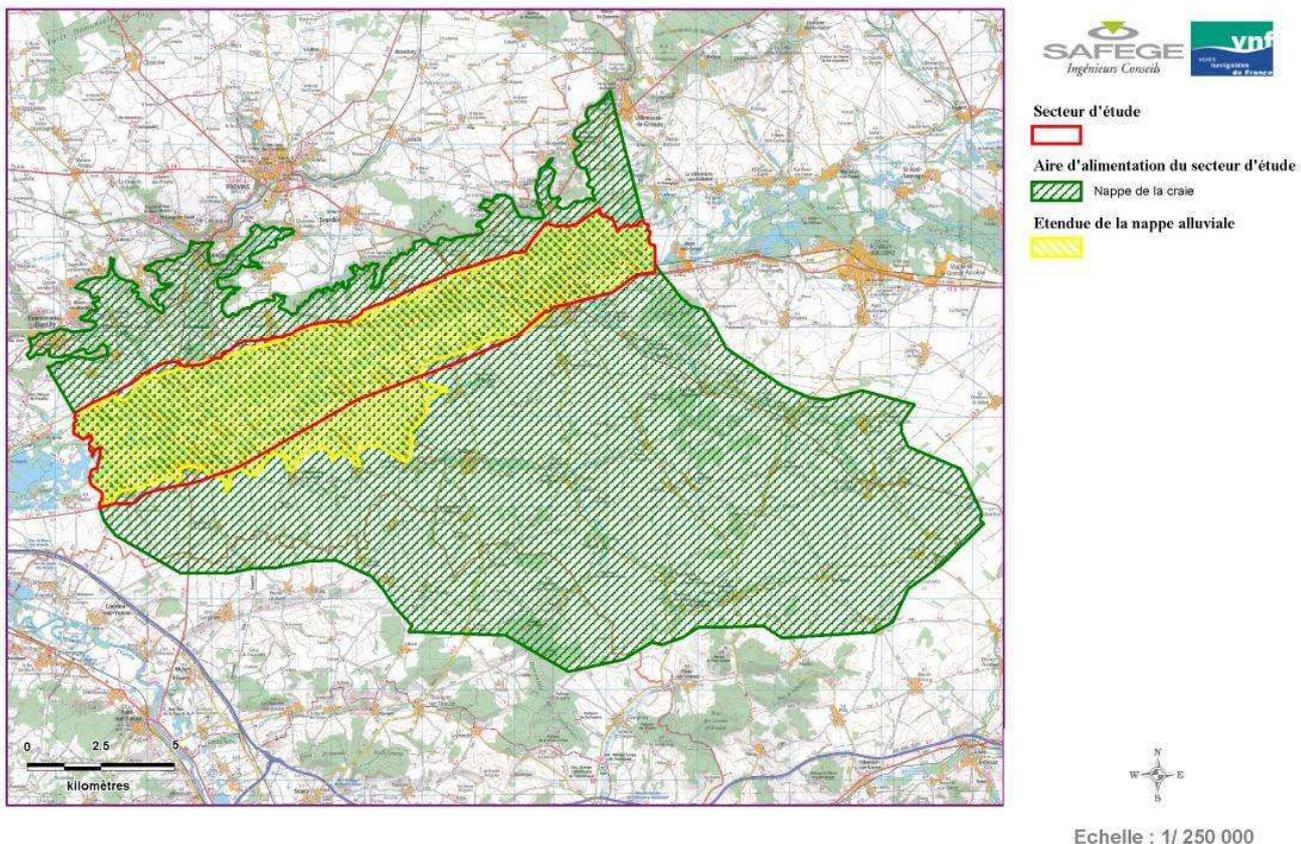
2.3 Enjeux sur le secteur d'étude étendu

Le secteur d'étude étendu (en vert sur la carte de la Figure 2-15) correspond à la portion de la nappe de la craie qui alimente le secteur d'étude (en rouge).

Cette zone d'alimentation (secteur d'étude étendu) s'étend sur 838,2 km², contre 161,7 km² pour le secteur d'étude prédéfini par VNF (en rouge sur la carte). La plaine alluviale de la Seine (en jaune), couvre une superficie de 173,6 km². Elle remonte en rive droite, au pied de la cuesta tertiaire, sur les secteurs où la craie affleure et s'étend jusqu'au dôme piézométrique en rive gauche, englobant tous les axes de drainage alimentant le tronçon de plaine alluviale concerné par le projet.

2.4 Synthèse : délimitation de l'emprise du futur réseau piézométrique

Le futur réseau piézométrique sera implanté sur les secteurs où la nappe alluviale est rencontrée (en jaune sur la carte ci-dessous). Cette zone diffère peu du secteur d'étude qui avait été prédéfini par VNF (en rouge). Elle remonte plus en amont le long de la vallée de l'Orvin.



3

Éléments de conception du réseau piézométrique

3.1 Inventaire des points d'eau disponibles

L'inventaire des points d'eau disponibles sur le secteur d'étude a été réalisé d'après la base des données 'Points d'eau' de la Banque du Sous-Sol (BSS-Eau) du BRGM.

Les points d'eau profonds (supérieur à 300 m), rebouchés, remblayés ou identifiés comme étant inaccessibles ont été éliminés de la base de données. Le BRGM réalise périodiquement des visites sur les ouvrages inventoriés dans le cadre d'études diverses. Ceux marqués comme étant « non retrouvés » ont également été éliminés de la base de données, tout comme les ouvrages réalisés pour la recherche d'hydrocarbures.

SAFEGE indique que tous les points d'eau de la base de données ainsi constituée devront faire l'objet d'un contrôle préalable sur le terrain, avant d'être éventuellement inclus au réseau piézométrique global. Certaines informations de la BSS Eau peuvent en effet être erronées ou obsolètes.

La base de données a fait l'objet de plusieurs simplifications, en regroupant les ouvrages sous quatre types différents :

- ✓ Les puits,
- ✓ Les forages,
- ✓ Les piézomètres,
- ✓ Les sources.

Les sources n'ont pas été éliminées car elles peuvent donner des informations sur la piézométrie de la nappe, et par conséquent être intégrées au futur dispositif de suivi.

Les points identifiés comme étant AEP dans la BSS-EAU ont été recoupés avec les points AEP référencés dans la base de données des captages d'eau potable français suivis par les ARS (base de données ADES). Les points communs aux deux bases de données ont été identifiés comme « AEP-ADES ».

Cela a permis de distinguer les catégories d'utilisation des différents ouvrages :

- ✓ Eau-Agricole
- ✓ Eau-Industrielle
- ✓ Eau-Domestique
- ✓ AEP-BSS
- ✓ AEP-ADES
- ✓ Piézomètre
- ✓ Utilisation inconnue

La zone d'étude étendue (bassin d'alimentation en vert), qui englobe 91 communes, comprend 994 points d'eau, répartis sur un total de 71 communes.

La plaine alluviale de la Seine (en jaune) comprend 503 points d'eau répartis sur un total de 30 communes.

3.2 Objectifs des mesures piézométriques

Les mesures piézométriques devront répondre à deux objectifs :

- ✓ obtenir une esquisse synchrone de la piézométrie du système craie et alluvions dans la plaine alluviale impactée par le projet
- ✓ définir un réseau de mesure permettant de suivre l'impact du projet avec des mesures antérieures et postérieures à l'aménagement du grand gabarit.

Dans un premier temps, la question de la précision souhaitée d'un réseau de mesure doit être posée. Le gradient moyen de la nappe alluviale le long de la vallée de la Seine est de 0,4 ‰. Un réseau piézométrique implanté dans la nappe alluviale, constitué d'un point de suivi tous les 100 m permettrait donc en théorie de suivre des variations de 4 cm (ou 40 cm tous les 1 km). Un point de suivi tous les 300 m permettrait de suivre des variations de 12 cm (ou 1,2 m tous les 3 km).

Le tracé d'une carte piézométrique avec une équidistance de 1 m ou de 0,5 m repose donc sur l'existence d'un point d'observation tous les km² ou tous les 9 km². Pour évaluer la faisabilité d'une telle esquisse avec les points de mesures existants, nous avons dessiné deux cartes présentant la densité de points d'eau, avec des carroyages réguliers respectifs de :

- ◆ 1 km = 1 km²
- ◆ 3 km = 9 km²

L'analyse des données du SIG permet d'évaluer à minima les besoins en nouveaux piézomètres dans les deux hypothèses retenues :

	Maille 1 km (1 km ²)	Maille 3 km (9 km ²)
Précision de la carte piézométrique dans la plaine alluviale	0.5 m	1 m
Nb de mailles	231	39
Nb de mailles vides	47	0
Nb de mailles avec 1 seul point d'eau	58	0
Nb de mailles avec moins de 5 points d'eau (<5)	95	5
Nb de mailles avec plus de 5 points d'eau (>5)	31	34

Tableau 3-1 : éléments de conception du réseau piézométrique

En première approche, pour obtenir une précision de 50 cm, 47 piézomètres seraient à créer. 58 mailles seraient à vérifier dans le cadre de cette étude, car elle ne comporte qu'un seul point d'eau.

N.B. : les mailles vides ou ne contenant qu'un seul point sont principalement situées en amont, dans le département de l'Aube.

Par ailleurs, les captages AEP ont été ajoutés sur la carte. On dénombre environ 15 captages ou zones de captages dans la plaine alluviale, contre 6 captages en rive droite à moins de 2 mailles (environ 2 km) et 7 en rive gauche à la même distance.

Aire d'alimentation du secteur d'étude



Nappe de la craie

Etendue de la nappe alluviale



Région

Scénarios VNF



Région

Limites communales



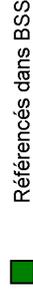
Région

Nombre de points d'eau par maille

Maille de 1 km

5 - 15	(61)
4 - 5	(33)
3 - 4	(50)
2 - 3	(65)
1 - 1	(154)
Autres	(3137)

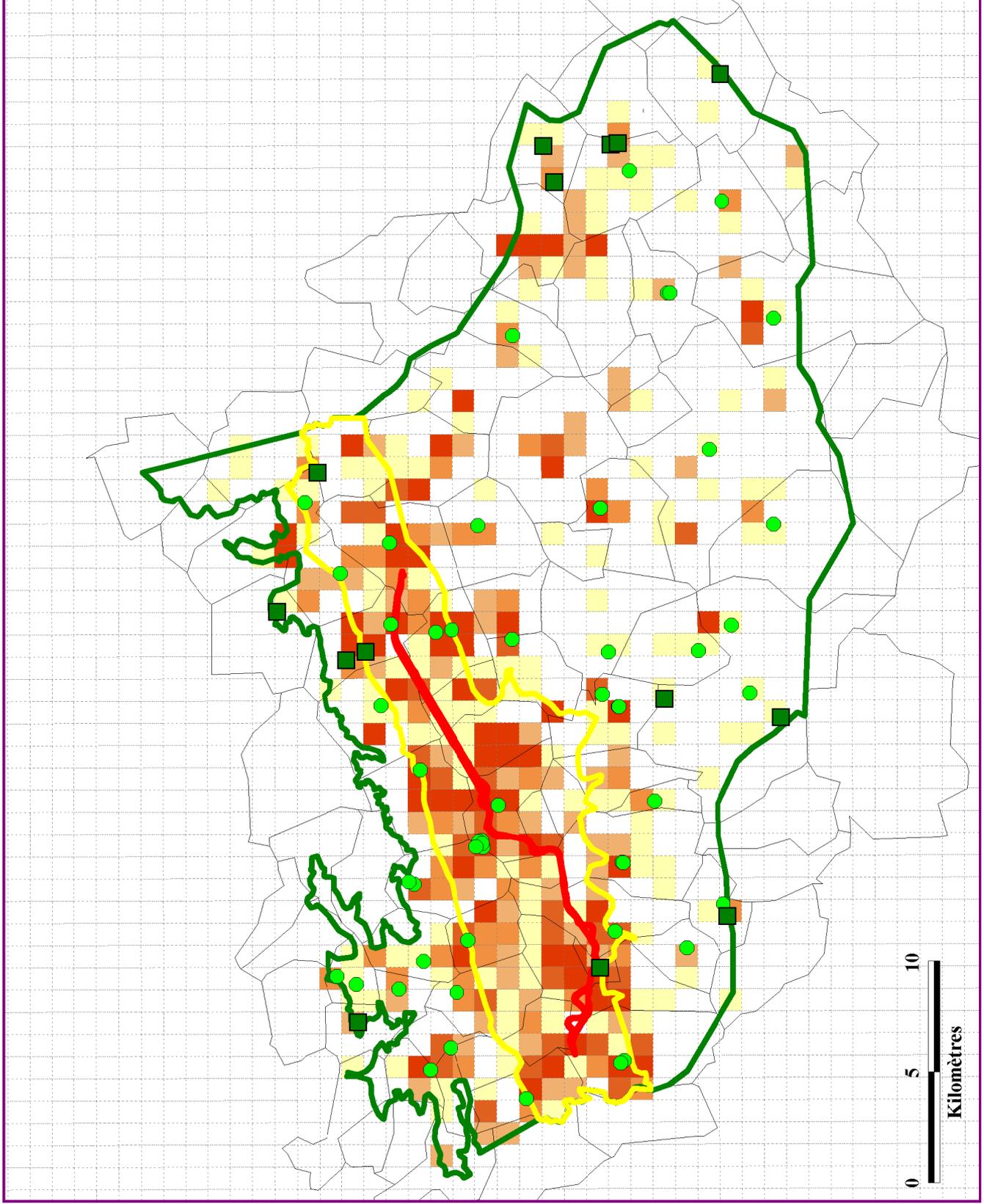
Captages AEP



Référéncés dans BSS



Référéncés dans ADES et BSS Eau



Aire d'alimentation du secteur d'étude



Nappe de la craie

Etendue de la nappe alluviale



Scénarios VNF



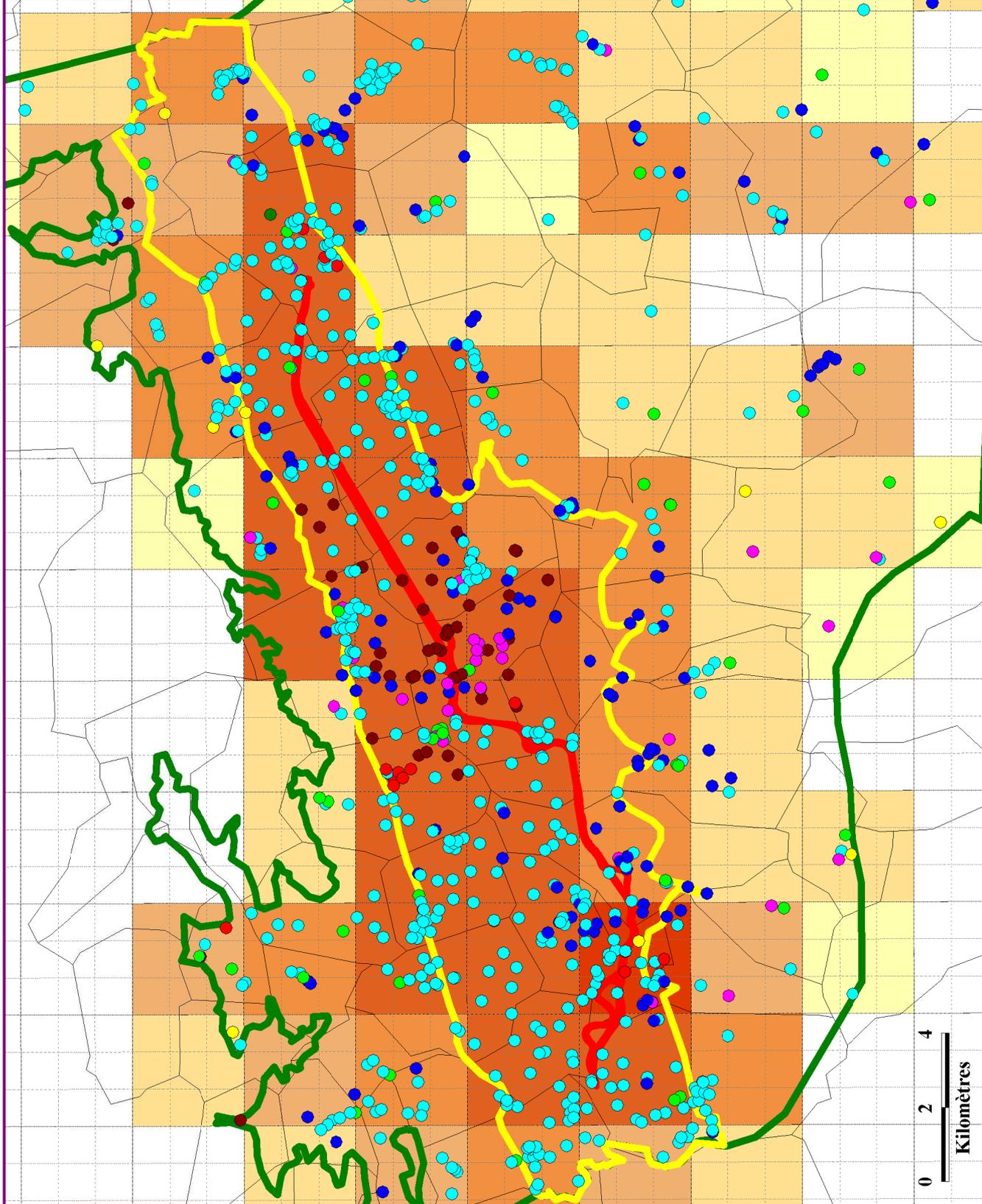
BSS Eau Triée

- AEP-ADES. (65)
- AEP. (14)
- EAU-AGRICOLE. (153)
- EAU-DOMESTIQUE. (36)
- EAU-INDUSTRIELLE. (17)
- INCONNUE. (622)
- PIEZOMETRE. (86)
- POMPE-A-CHALEUR. (1)

Nombre de points d'eau par maille

Maille de 1 km

- 5 - 15 (61)
- 4 - 5 (33)
- 3 - 4 (50)
- 2 - 3 (65)
- 1 - 1 (154)
- Autres (3137)



Aire d'alimentation du secteur d'étude



Nappe de la craie

Etendue de la nappe alluviale



Scénarios VNF



Nombre de points d'eau par maille

Maille de 3 km

40 - 50	(1)
20 - 40	(18)
10 - 20	(18)
5 - 10	(18)
1 - 5	(30)
1 - 1	(14)
Autres	(309)

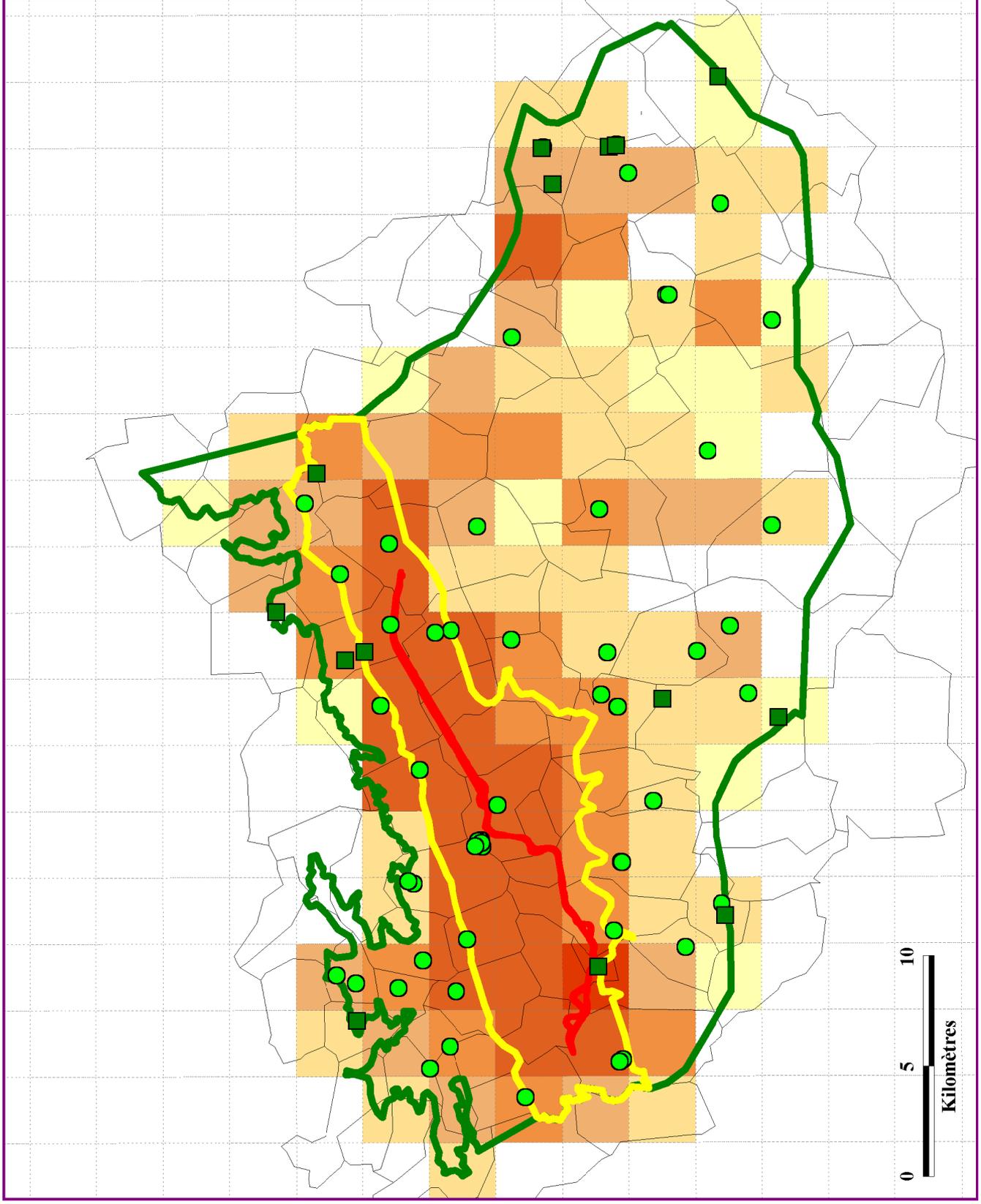
Captages AEP



Référéncés dans la BSS uniquement



Référéncés dans la BSS et dans ADES



3.3 Proposition retenue

La phase 2 du programme d'étude doit détailler le dimensionnement d'un réseau piézométrique.

Pour concilier le besoin en précision et les moyens à mettre en œuvre, Safège propose de dimensionner en phase 2, un réseau piézométrique sur les bases suivantes :

- ✓ le long du tracé du canal : maille de 1 km,
- ✓ dans les zones à enjeux : pose de deux piézomètres (20/40 m de la berge et 80/100 m) ; ces zones seront définies à l'aide des éléments cartographies fournis par VNF et Egis sur la synthèse des enjeux dans le fuseau projet,
- ✓ dans la plaine alluviale : maille de 2 km (4 km²),
- ✓ dans les zones d'affleurement de la craie : mesures des niveaux des captages AEP existants.

La figure suivante illustre cette proposition.

L'analyse des données du SIG permet d'évaluer à minima les besoins en nouveaux piézomètres pour cette proposition à :

	Maille
Nb de mailles	268
Nb de mailles vides	37
Nb de mailles avec 1 seul point d'eau	33
Nb de mailles avec moins de 5 points d'eau (<5)	65
Nb de mailles avec plus de 5 points d'eau (>5)	133

Tableau 3-2 : éléments de conception du réseau piézométrique

Aire d'alimentation du secteur d'étude



Nappe de la crête

Étendue de la nappe alluviale



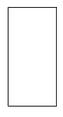
Nappe alluviale

Scénarios VNF



Délimitation

Limites communales

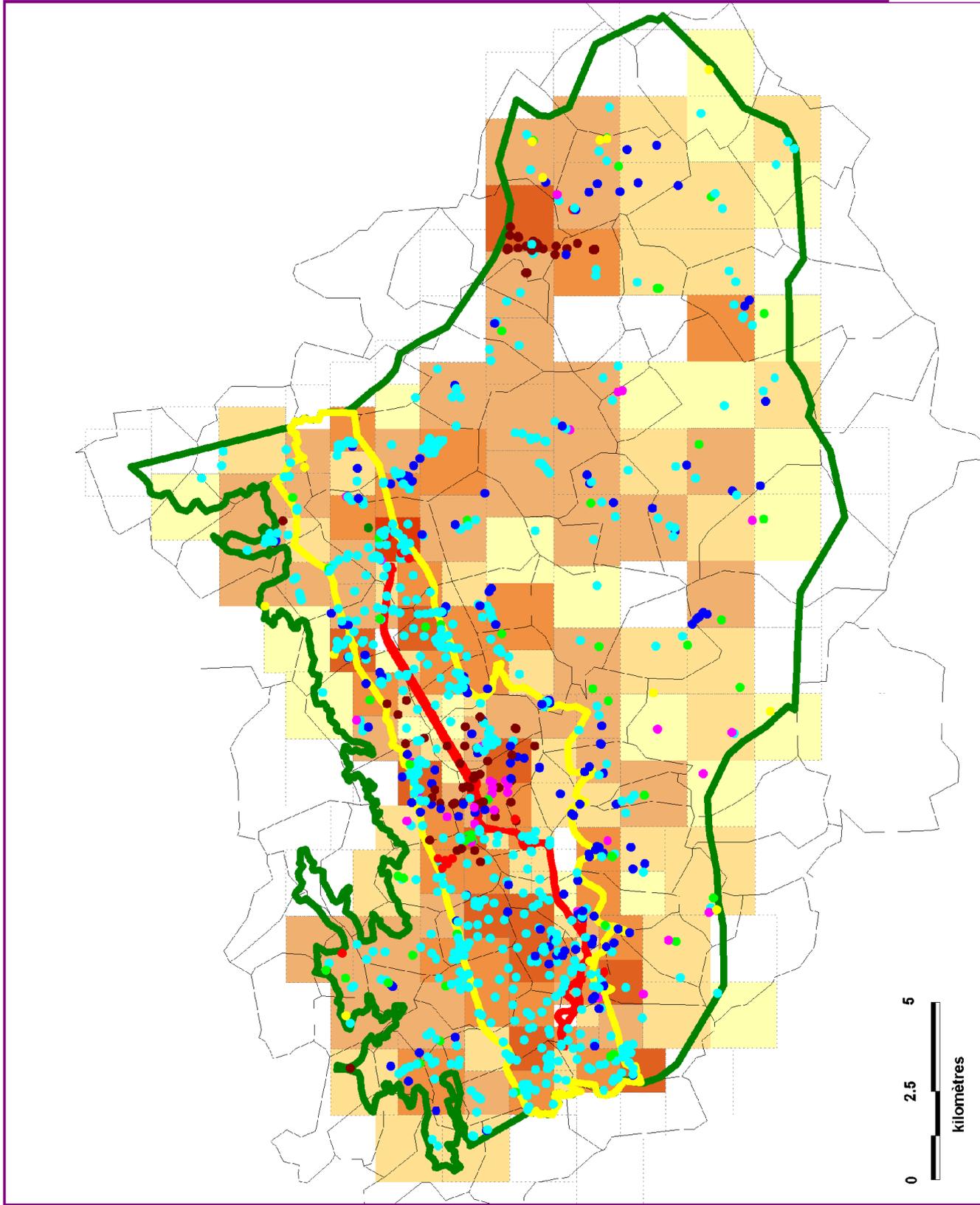


BSS Eau Triée

- AEP-ADES. (65)
- AEP. (14)
- EAU-AGRICOLE. (153)
- EAU-DOMESTIQUE. (36)
- EAU-INDUSTRIELLE. (17)
- INCONNUE (622)
- PIEZOMETRE. (86)
- POMPE-A-CHALEUR. (1)

Nombre de points d'eau par maille

- 50 - 100 (2)
- 20 - 50 (22)
- 10 - 20 (49)
- 5 - 10 (60)
- 2 - 5 (65)
- 1 - 2 (33)
- Autres (37)



4**Bibliographie**

- ✓ *ARMINES. Étude hydrogéologique de faisabilité du Projet Bassée. Avril 2005.*
- ✓ *BRGM. Possibilités aquifères des alluvions du Val de Seine entre Nogent-sur-Seine et Montereau, 1965.*
- ✓ *BRGM. Carte au 1/50 000 et notice géologique de Provins, 1967.*
- ✓ *BRGM. Synthèse bibliographique sur la géologie, l'hydrogéologie, et les ressources en matériaux de la région de Nogent-sur-Seine (Aube). Rapport n°77 SGN 303 BDP. 1977.*
- ✓ *BRGM. Evolution de l'environnement paysager de la vallée de la Seine. Cartographie historique et prospective des exploitations alluvionnaires de la Bassée. Rapport n°R38 726. Décembre 1995*
- ✓ *BRGM. Evaluation des ressources hydrauliques. Méthode d'implantation d'un réseau piézométrique général. Rapport n°72 SGN 126 AME.*
- ✓ *BRGM. Etude diagnostic de faisabilité d'un réseau piézométrique de connaissance de la nappe d'accompagnement de la Seine et des zones humides associées. Rapport BRGM n°RP-52473-FR. Juillet 2003.*
- ✓ *CPGF Horizon. Département de l'Aube. Projet d'extraction de matériaux sur la commune de Pont-sur-Seine. Étude hydraulique et hydrogéologique. Juillet 1990*
- ✓ *CPGF Horizon. Le Mériot. Forages de reconnaissance. Essais de débit. Etude n°3778. Novembre 1990.*

Direction Interrégionale
du Bassin de la Seine
Service Techniques
de la Voie d'Eau
24, quai d'Austerlitz
75013 Paris

Tél : 01 44 06 18 00
Fax : 01 44 06 19 76

www.sn-seine.developpement-durable.gouv.fr
www.vnf.fr