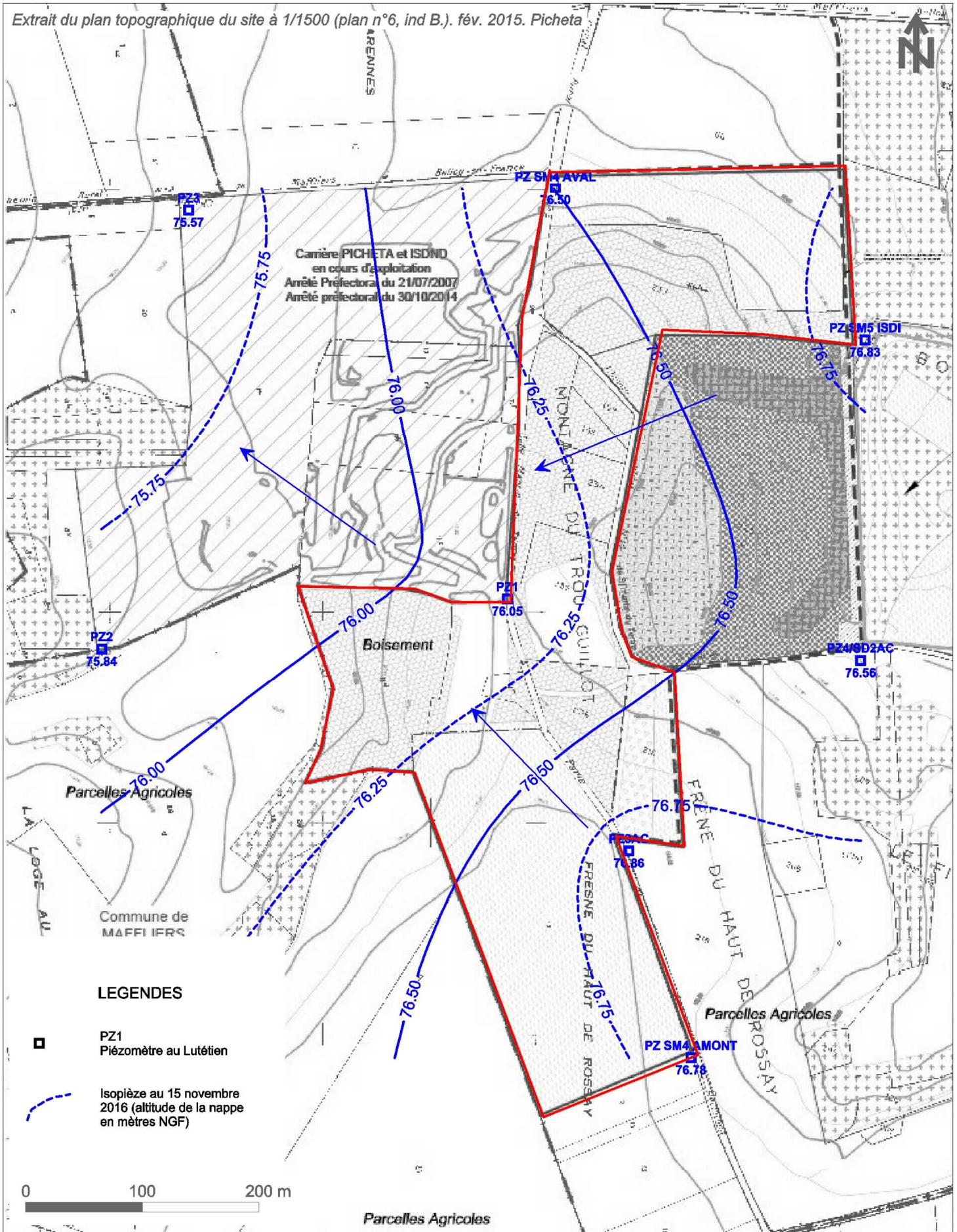


Extrait du plan topographique du site à 1/1500 (plan n°6, ind B.). fév. 2015. Picheta



PICHETA

Projet d'extension de l'ISDND

Commune de  
Saint-Martin-du-Tertre (95)  
Etude de qualification géologique  
et hydrogéologique

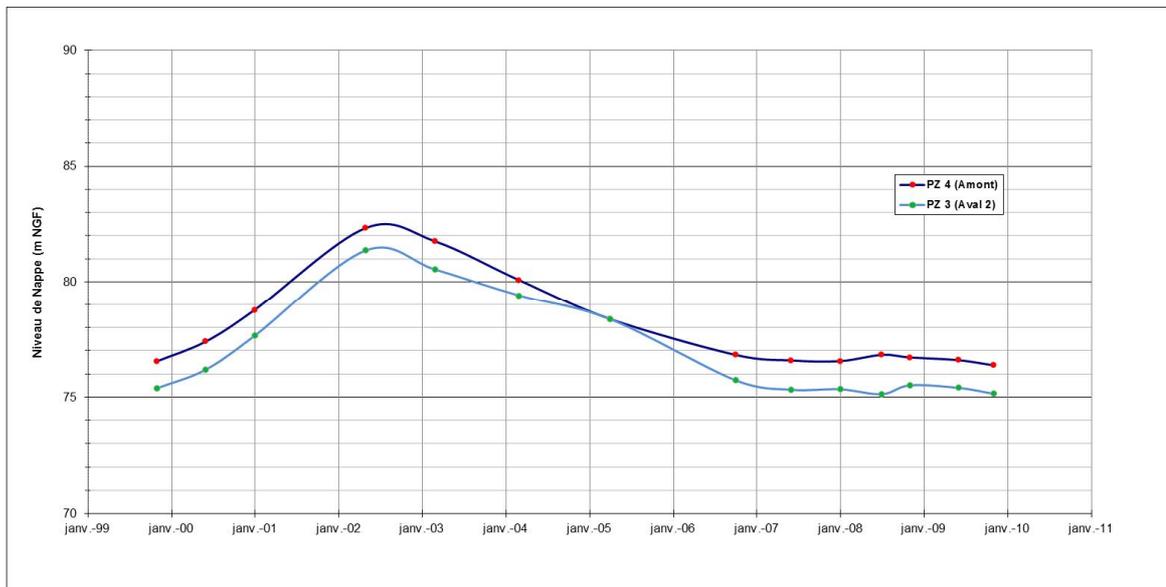
Figure 21.  
Esquisse piézométrique  
(Novembre 2016)

### 3.4.3 Fluctuations piézométriques

La nappe du Lutétien, comme toutes les nappes libres ont un cycle annuel de vidange/recharge classique avec des hautes eaux au printemps (fin mars/début avril) et des basses eaux à l'automne (fin octobre/début novembre).

Au-delà de ces cycles annuels, il existe des cycles plus longs. Ainsi, en région parisienne, les plus hautes eaux de nappe datent de 2001 ou 2002. Les années 2007-2008 sont en revanche généralement basses.

La nappe du Lutétien au droit du site est suivie depuis 1998 par les 3 piézomètres de l'ancienne carrière Ricarville. Le graphe ci-dessous reprend les données fournies par Pichata sur le suivi 1999-2009 qui recoupe les plus hautes eaux et les plus basses eaux historiques.

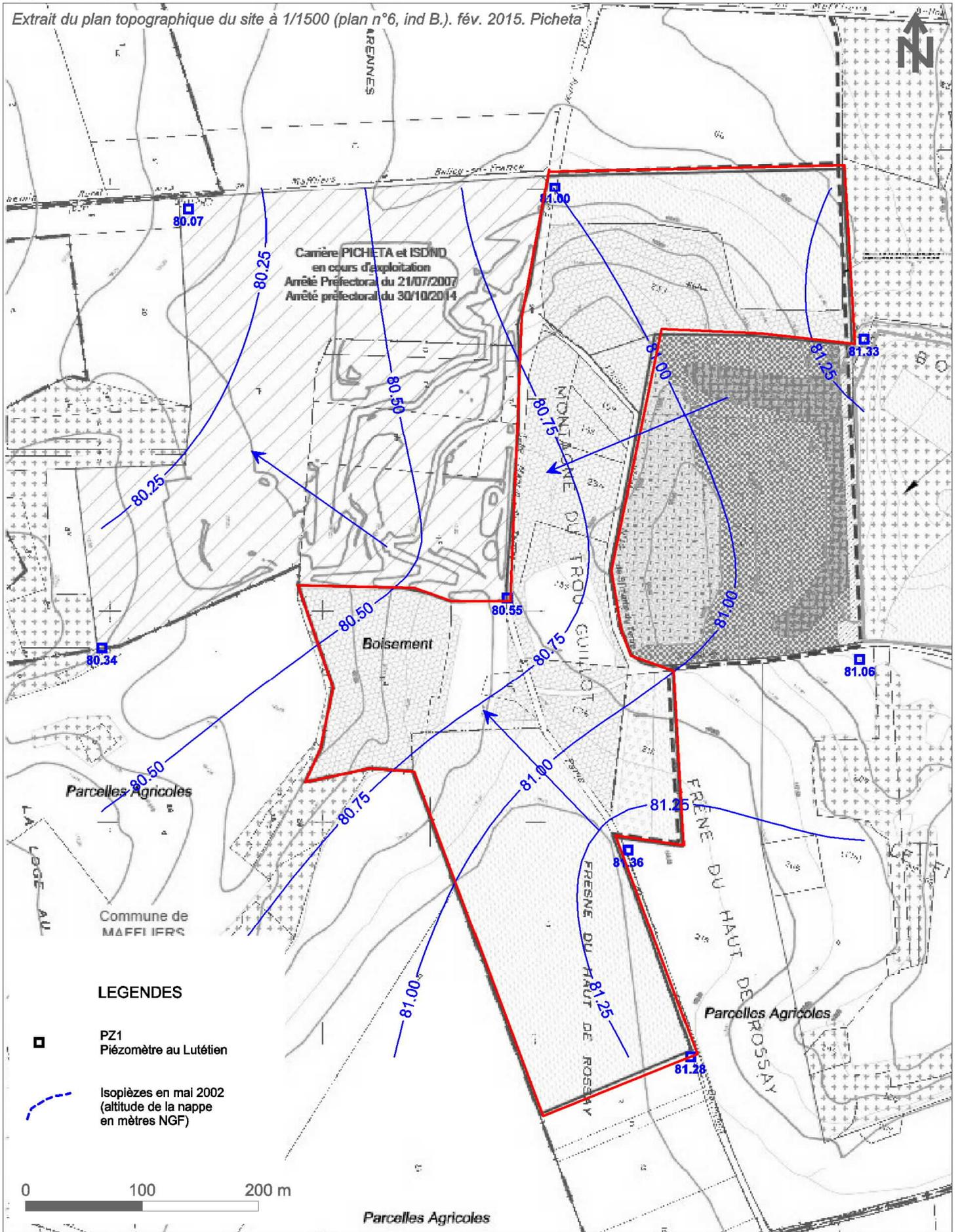


Graphique 1. Chroniques piézométriques 1999-2009.

La rythmicité de mesure ne permet pas d'apprécier les cycles annuels mais permet tout de même de définir les plus hautes eaux et les plus basses eaux sur site : ainsi les plus hautes eaux datent de l'hiver 2002 et les plus basses eaux de l'automne 2008 avec des niveaux respectifs, pour PZ4ac, à 82,5 m NGF et 76,5 m NGF soit un écart de 6 m entre ces 2 extrêmes.

Par comparaison avec les données de 2016 (PZ3ac à 76,5 m NGF), nous sommes donc 1,5 m au-dessus des plus basses eaux (75 m NGF sur PZ3ac) et 4,5 m en dessous des plus hautes.

En conjuguant la carte piézométrique actuelle (novembre 2016) avec les données précédentes (plus hautes eaux possibles 4,5 au-dessus, nous obtenons la carte piézométrique déduite des hautes eaux (voir [figure 22](#) en page suivante). L'ensemble des calcaires serait saturé (toit variant de 82 à 80 m NGF du nord au sud).



PICHETA

Projet d'extension de l'ISDND

Commune de  
Saint-Martin-du-Terre (95)  
Etude de qualification géologique  
et hydrogéologique

Figure 22.  
Esquisse piézométrique  
(plus hautes eaux)

### 3.4.4 Qualité des eaux souterraines

La société PICHETA mandate, chaque année, un bureau d'études afin de réaliser la campagne de surveillance de la qualité des eaux souterraines réglementaire au droit du site. La prestation s'inscrit dans le cadre du fonctionnement de la carrière et de l'Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) autorisée par l'arrêté préfectoral du 30 octobre 2014. Il impose, entre autres, un suivi de la qualité des eaux souterraines au droit du site, à un rythme semestriel (période de basses et de hautes eaux).

En décembre 2015 et aout 2016, c'est IDRA-Ingénierie qui a réalisé les suivis (voir détail en [annexe 6](#)).

Leurs observations hydrogéologiques par ouvrage sont les suivantes :

« Ouvrage PZ1 : Le prélèvement au droit de PZ1 a été réalisé directement depuis son dispositif de pompage. L'eau y est limpide et la conductivité est de l'ordre de 1 120  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et le pH de 6,85.

Ouvrage PZ2 : Cet ouvrage présente habituellement une eau relativement chargée en particules en suspensions (sables). La couleur de l'eau prélevée était trouble. La conductivité est stabilisée vers 845  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour un pH neutre.

Ouvrage PZ3 : conformément aux observations des campagnes précédentes, l'eau de cet ouvrage est limpide. Les propriétés physico-chimiques mesurées mettent en évidence un pH neutre (compris entre 6,97 et 7,07) et une conductivité proche de 860  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Ouvrage PZ3 ac : L'eau de cet ouvrage évolue pendant la purge. Chargée au début de celle-ci elle devient plus claire durant le pompage, jusqu'à devenir limpide dès 30 L. Son pH est légèrement acide (6,50) et sa conductivité est plus élevée avec 1 321  $\mu\text{S}/\text{cm}$  stabilisée.

Ouvrage PZ4 ac : Cet ouvrage présente une eau très chargée à boueuse en début de purge puis s'éclaircit durant celle-ci. Son pH légèrement acide est le plus faible du site avec 6,35. La conductivité est la plus élevée du site avec 1 242  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en fin de purge. »

On observe, ainsi, que la conductivité est plus forte en amont à proximité de l'ancienne carrière de Ricarville où elle atteint des valeurs élevées ( $> 1200 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). La conductivité baisse sensiblement vers l'aval : elle est en effet toujours supérieure à 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sur PZ1 au centre de la zone mais seulement de 845 et 860  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivement sur PZ2 et PZ3, ouvrages les plus en aval.

Leur interprétation des résultats de la dernière campagne est la suivante :

« La plupart des paramètres identifiés sont conformes aux observations des campagnes précédentes. L'observation principale concerne les métaux qui présentent une forte diminution jusqu'à atteindre des teneurs non quantifiables.

Concernant les hydrocarbures, l'indice C10-C40 varie entre PZ2 et PZ3 selon la campagne considérée. Les teneurs restent néanmoins à l'état de traces non significatives d'un impact. Lors de la campagne précédente, une apparition du benzène et du toluène avait été observée en PZ3. Lors de la présente campagne, ces teneurs ne sont pas vérifiées au droit de cet ouvrage mais le toluène apparaît en PZ3ac, situé en amont du site.

Les HAP qui avaient été identifiés en décembre 2015 en PZ4ac ne sont pas retrouvés lors de la présente campagne.

Concernant les analyses bactériologiques, un impact en coliformes totaux est identifié en PZ2 et PZ3. L'absence d'E. coli en ces points permet d'écartier une contamination totalement d'origine fécale dans cette zone. Les coliformes sont généralement associés à la matière organique en décomposition. A noter cependant que le délai d'analyse du laboratoire peut influencer sur les concentrations bactériennes.

L'absence de ces paramètres en PZ1 peut être expliquée par le pompage quasi-continu de cet ouvrage engendrant un cône de rabattement des eaux souterraines plus conséquent que lors d'une purge d'ouvrage à court terme et limitant ainsi toute stagnation des eaux et prolifération de la flore bactérienne. »

Les conclusions de leur étude abordent les points suivants :

« Les résultats d'analyses de cette campagne réglementaire ont permis de mettre en évidence :

- Une conformité entre les observations de terrain et les paramètres physicochimiques, notamment les matières en suspension ;
- La décroissance globale des teneurs en métaux, jusqu'à l'atteinte de teneurs inférieures aux seuils de quantification analytiques pour certains ;
- Des variations de teneurs de l'indice HCT C10-C40 entre PZ2 et PZ3 mais à l'état de traces non significatives ;
- L'absence de benzène et de toluène, identifiés en décembre 2015, en PZ3, au profit de l'apparition de toluène en PZ3ac, en amont hydraulique du site.
- L'absence de quantification de HAP, qui avait été mise pour la première fois en évidence en PZ4ac en décembre 2015 ;
- Un impact de la qualité des eaux en bactéries coliformes en PZ2 et PZ3 et en moindre mesure en entérocoques. Les valeurs identifiées sont toutefois plus faibles que lors de la précédente campagne. En sus de l'hypothèse d'une dégradation de matière organique, une prolifération bactérienne liée aux délais d'analyses du laboratoire peut être avancée.
- Hormis ces éléments, l'ensemble des valeurs obtenues respectent les valeurs de référence pour l'eau potable ou potabilisable (valeurs contraignantes). Une attention particulière devra être portée sur le paramètre toluène dont l'origine et l'évolution ne peuvent être expliquées à ce jour. »

### 3.4.5 Vulnérabilité de la nappe et de la ressource

En domaine de plateau, l'aquifère est confiné sous les Marnes et Caillasses et la nappe est à forte profondeur : la vulnérabilité reste donc faible.

En revanche, dans le fond de la Garenne, à l'aval, les calcaires affleurent et la nappe est à moindre profondeur (15 m) : il existe une vulnérabilité potentielle au site.

Dès lors que l'exploitation est conforme à l'AM quant à la mise en place de la barrière passive en fond et en flanc de site et que les rejets respectent les prescriptions réglementaires, il n'y a pas d'effet prévisible sur la ressource en eau.

En particulier, aucun captage AEP n'est vulnérable au site.

La qualité des eaux souterraine sera surveillée par un réseau de piézomètres de surveillance comportant au minimum 1 piézomètre amont et deux piézomètres aval (voir réseau préconisé en [paragraphe 4.3.1 page 82](#)).

Les risques de pollution des eaux souterraines (et des eaux de surface) seront donc limités aux eaux amenées à transiter sur le site, à des fuites accidentelles en provenance des engins. Des mesures de contrôles et de vérification du caractère inerte des matériaux de remblais apportés ainsi que des mesures de prévention liées au ravitaillement des engins et à la protection des sols devront être prises pour réduire ce risque au maximum.

### 3.4.6 Conclusion hydrogéologique

Le premier niveau de nappe sous le site est la nappe de l'Eocène moyen et inférieur qui se développe dans les Calcaires du Lutétien.

En domaine de plateaux (partie amont du site) l'aquifère et la nappe sont à forte profondeur. En revanche, dans le fond de la Garenne en aval hydrologique du site, le calcaire est sub-affleurant donc fortement vulnérable.

La nappe est drainée naturellement par la vallée du ru de Presles qui constitue l'exutoire de la nappe : elle s'écoule donc grossièrement d'Est en Ouest.

Les 3 nouveaux piézomètres réalisés en 2016 par Technosol viennent compléter les 5 ouvrages déjà existants et permettent d'affiner la connaissance hydrogéologique quant au sens d'écoulement de la nappe du Lutétien.

La nappe s'écoule du sud-est vers le nord-ouest à des cotes respectives variant de 76,8 m NGF en amont (au droit de PZ SM4 amont) à 75,6 m NGF en aval (PZ2) soit un gradient faible de 0,2 % (novembre 2016).

Les plus hautes eaux ont pu être déterminées : elles se situent 4,5 m au-dessus du niveau de novembre 2016 : le niveau atteindrait la base des Marnes et Caillasses (calcaires saturés en totalité).

**Compte-tenu des éléments développés ci-avant, le contexte hydrogéologique est considéré comme favorable à l'implantation du projet :**

- **Sous réserve d'ancrer le site dans les Marnes et Caillasses et de mettre en place une barrière de sécurité passive réglementaire (1 m à  $k < 10^{-7}$  m/s) ;**
- **Sous réserve de rejets d'eau de surface conformes aux normes en vigueur.**

## 4

# Préconisations techniques

Les principes d'aménagement des ouvrages de l'installation projetée sont pris en application des différents articles de l'arrêté ministériel du 15 février 2016.

Les principes exposés, dans le cadre de la qualification et la faisabilité technique du projet, sont des mesures élaborées à un niveau de conception et non d'une étude de maîtrise d'œuvre de travaux. Les recommandations et les pré-dimensionnements présentés sont des paramètres qui peuvent servir à l'élaboration du projet technique de la demande d'autorisation (voir projet technique du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploitation).

Les préconisations de conception des aménagements, présentées ci-après, tiennent compte des données acquises précédemment dans les études géologiques, hydrogéologiques, hydrologiques et géotechniques :

- La définition du fond de forme de l'extension ;
- La constitution de la barrière passive du fond et des flancs ;
- L'étude de stabilité ;
- L'usage des matériaux ;
- Le réseau de contrôle des eaux souterraines et le mode de rejet des eaux.

## 4.1 Structure de la barrière passive du site

### 4.1.1 Rappels

#### 4.1.1.1 Contexte géologique et hydrogéologique

Une fois exploité par Picheta (carrière de Sablon), le site repose sur les Marnes et Caillasses, formation non aquifère de 10 m d'épaisseur qui recouvre l'aquifère des Calcaires du Lutétien. Les flancs sont formés majoritairement par les Sables d'Auvers-Beauchamps sur près de 25 m, recouverts, en tête de site, par 4 m de limons et 6 m de marne de Saint-Ouen.

Le niveau de la nappe a été déterminé pour les plus hautes eaux historiques (2002) et s'élève à 81,25 m NGF au point haut du site.

#### 4.1.1.2 Cadre réglementaire : arrêté ministériel

*AM du 15 février 2016, Art. 40.*

« Pour les casiers mono-déchets dédiés au stockage de déchets de matériaux de construction contenant de l'amiante, la protection du sol, des eaux souterraines et de surface est assurée par une barrière géologique dite «barrière de sécurité passive» constituée du terrain naturel en l'état répondant aux critères suivants:

- le fond des casiers de stockage présente une perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s sur au moins 1 mètre d'épaisseur;
- les flancs des casiers de stockage présentent une perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s sur au moins 0,5 mètre d'épaisseur.

La géométrie des flancs est déterminée de façon à assurer un coefficient de stabilité suffisant et à ne pas altérer l'efficacité de la barrière passive. L'étude de stabilité est jointe au dossier de demande d'autorisation d'exploiter. Si, sur la base d'une évaluation des risques pour l'environnement, il est établi que l'installation dédiée au stockage de déchets de matériaux de construction contenant de l'amiante n'entraîne aucun risque potentiel pour le sol, les eaux souterraines ou les eaux de surface, les exigences mentionnées aux alinéas précédents peuvent être assouplies en conséquence par arrêté préfectoral. »

### 4.1.2 Structure recommandée

#### 4.1.2.1 Recommandation 1 : Altitudes minimales et maximales du fond de forme

Techniquement et théoriquement, les bornes maximales et minimales peuvent être définies comme suit :

- Altitude maximale : Etre ancré dans les Marnes et Caillasses ;
- Altitude minimale : Conserver, a minima, 3 m de Marnes en place au-dessus des plus hautes eaux de la nappe.

Compte tenu de la nature des Marnes et Caillasses dont la perméabilité, localement très bonne ( $k < 10^{-9}$  m/s), peut également être plus élevée au gré des variations de faciès ( $k \geq 9,2.10^{-5}$  m/s), nous recommandons donc de s'ancrer dans les Marnes et Caillasses, au minimum nécessaire pour respecter les pentes de fond de casier à même d'assurer le drainage en fond de site.

L'allure du toit des Marnes et Caillasses est présenté en [figure 17, page 53](#).

#### 4.1.2.2 Recommandation 2 : structure recommandée pour le fond

En fond, nous recommandons de reconstituer le mètre à  $1.10^{-7}$  m/s par la mise en place des colluvions voire des Marnes et Caillasses décaissées et compactées à l'optimum proctor ; Les essais de perméabilité sur ces faciès ont en effet montré leur aptitude à former la barrière passive reconstituée.

### Prescription de mise en œuvre :

Préalablement à l'aménagement des alvéoles, l'exploitant doit élaborer un cahier des charges techniques des travaux d'exécution de la barrière passive reconstituée avec la validation et le suivi par un organisme extérieur, comprenant en particulier :

- Déblaiement préliminaire :
  - Le contrôle de la qualité du matériau argileux ;
  - Les conditions de son extraction, tri et pré stockage.
- Avant la mise en œuvre in situ en fond de site :
  - La préparation du fond de terrassement avec le réglage de la pente du fond de casier ;
  - La réalisation d'une planche d'essai avant chacune des campagnes d'imperméabilisation :

*Devront être définis en particulier : l'épaisseur des couches élémentaires (de l'ordre de 0,25 m à 0,33 m), des caractéristiques des engins de compactage en vue de définir le nombre de passes d'engins nécessaire par couche élémentaire.*

*Les caractéristiques du matériau à mesurer lors de la mise en œuvre de la planche d'essai sont a minima les suivantes : teneur en eau (in situ), Densité (in situ), l'étalonnage d'une relation perméabilité/densité en place/teneur en eau.*
  - La définition et le suivi de la procédure de mise en œuvre du matériau argileux propre à assurer l'imperméabilité requise ;
- Lors de la pose de la couche à  $1.10^{-7}$  m/s :
  - La mise en place de la barrière passive rapportée en 3 couches minimum par mètre d'épaisseur finale du matériau argileux ;
  - Le contrôle de la teneur en eau et de la densité du matériau posé et de l'homogénéité spatiale du compactage par couverture au gamma-densimètre ;
  - La mesure de perméabilité de chaque couche de matériau argileux compacté (une mesure par 1 000 m<sup>3</sup> de matériau posé) ;
  - Le repérage sur plan à échelle adaptée des points de mesure ;
  - L'émission d'un rapport de contrôle extérieur de surveillance et la réception de chaque phase d'aménagement du fond et des flancs de l'Installation de stockage.

La barrière de sécurité passive doit être mise en œuvre selon les recommandations et les informations figurant notamment dans les documents suivants :

- *Mise en œuvre de matériaux rapportés destinés au confinement des centres de stockage - Août 1996 - Rapport BRGM R 38696 ;*

- *Interaction argile- lixiviat - Impact sur la fonction d'étanchéité de la barrière passive - Août 2000 - Note technique du Service Environnement et Procédés du BRGM référencée EPI/DEM - HG/BB - N°2000/702.*

#### 4.1.2.3 Recommandation 2 : structure recommandée pour les flancs

La mise en place de 0,5 m de matériau à  $k < 10^{-7}$  m/s sur les flancs pose un problème de mise en œuvre sur substratum sableux compte tenu de la hauteur du talus (35 m au point le plus critique).

Il est donc illusoire de proposer la mise en place des mêmes matériaux qu'en fond.

Parmi les solutions équivalentes qui permettent de reconstituer la barrière passive en flanc, celle du GéoSynthétique Bentonitique (GSB) est fréquemment utilisée car elle satisfait aux performances hydrauliques définies par la réglementation ( $k < 5 \cdot 10^{-11}$  m/s).

Le GSB est un produit industriel manufacturé pour chacun de ses composants. Parmi ceux-ci, la bentonite appartient à une famille spécifique d'argiles dont la composition chimique est importante en ce qui concerne sa perméabilité. On distingue ainsi :

- La bentonite sodique naturelle, issue de gisements nord-américain et indien ;
- La bentonite calcique activée, d'origine européenne.

Sur la totalité des flancs, on recommande de poser un GéoSynthétique Bentonitique à bentonite calcique activée ou calcique naturelle en nappe de 0,8 cm d'épaisseur (*en service après humidification*), dont les caractéristiques hydrauliques à  $k < 5 \cdot 10^{-11}$  m/s, sont très largement supérieures (et donc au moins équivalentes) à celles de la couche réglementaire de 0,5 m à  $k < 10^{-7}$  m/s.

Le GSB sera plaqué sur les flancs jusqu'à une tranchée d'ancrage sur la risberme et au sommet du projet. L'entreprise de pose des géosynthétiques devra être certifiée ASQUAL et devra respecter l'état de l'art en matière de fourniture et pose de ces matériaux, tel que décrit dans le fascicule du *Comité Français des Géosynthétiques* relatif au GSB.

#### 4.1.2.4 Calcul d'équivalence en flanc

La modélisation mathématique a été réalisée à l'aide du logiciel MISP\_V2 développé par le BRGM. Elle permet de calculer une concentration résiduelle sous la barrière passive à partir d'une pollution potentielle unitaire la traversant. Le détail des feuilles de calcul est présenté en [annexe 7](#).

Le calcul d'équivalence s'appuie sur des critères qui sont volontairement pénalisants comme notamment pour le coefficient de perméabilité des horizons :

- la perméabilité des sables qui forment les flancs a été prise à  $1,5 \cdot 10^{-5}$  m/s (valeur la plus élevée des essais réalisés, voir [paragraphe 3.2.5, page 54 et suivantes](#)) ;

- la perméabilité du GSB qui a été prise à  $5.10^{-11}$  m/s conformément aux préconisations du guide d'équivalence (alors qu'en pratique, elle est inférieure à  $10^{-12}$  m/s).

De même nous avons pris comme cas la présence de sables en flanc car il représente le faciès le plus perméable (sachant que sur les 10 premiers mètres, on retrouve des limons et les marnes de Saint-Ouen de perméabilité plus faible).

Nous avons calculé les structures suivantes :

- Cas A : solution réglementaire : 0,5 m à  $k < 10^{-7}$  m/s (soit 0,6 m pris perpendiculairement à la pente) ;
- Cas B : 0,5 m de sable en place à  $K_{pen} = 1,5.10^{-5}$  m/s (soit 0,6 m pris perpendiculairement à la pente) ;
- Cas 3 : ajout d'un GSB en complément des sables en place.

Les performances des différents cas ont été comparées au cas réglementaire (cas A). Une structure est au moins équivalente dès lors que la concentration d'un polluant sous la barrière passive est inférieure à celle issue du dispositif réglementaire. Les rapports de performances sont présentés dans le [tableau 10](#) en page suivante :

- Si le rapport est supérieur à 1 : la solution offre une protection supérieure au cas réglementaire, la solution est donc recevable ;
- Si le rapport est inférieur à 1 : la solution n'est pas recevable car le degré de protection de la structure étudiée est inférieur à celui du cas réglementaire.

Les résultats sont commentés ci-dessous. Il en ressort que :

- La concentration résultante pour le cas réglementaire (cas A) est de  $1,43.10^{-2}$  mg/l ;
- 0,5 m de sable n'est pas conforme (cas B, rapport de concentration inférieur à 1) ;
- Le rajout d'un GSB au-dessus des 0,5 m de sable en place est sur-dimensionné (rapport de concentration de plus de 900...) et donc équivalent et hautement sécuritaire.

**Nous préconisons donc de mettre en place un GSB sur la totalité des flancs. Cette solution est équivalente et hautement sécuritaire.**

	Cas Réglementaire 0,5 m à 10 <sup>-7</sup> m/s	Sables seuls en flancs	GSB seul
	CAS A	CAS B	CAS C
	0,6 m à 1.10 <sup>-7</sup> m/s	0,6 m à 1,5.10 <sup>-5</sup> m/s	GSB 0,6 m à 1,5.10 <sup>-5</sup> m/s
Epaisseur (m) :	0,60	0,60	0,608
k Darcy (m/s) :	1,00E-07	1,50E-05	3,80E-09
Vitesse d'infiltration (m/s) :	1,02E-07	2,50E-07	1,12E-10
temps de transfert (s) :	5,9E+06	2,4E+06	5,4E+09
Concentration (mg/l) :	1,43E-02	3,50E-02	1,57E-05
Rapport concentrations :	1,00	0,4	911
Amélioration (%) :		-145%	90974%
		Sables seuls en flancs	Sable + GSB

Tableau 10. Calcul des performances de la barrière passive en flancs.

### 4.1.3 Prescriptions de mise en œuvre du GSB en flancs

#### 4.1.3.1 Programme d'essais en laboratoire

Les valeurs de référence du GSB pourront être validées en laboratoire par des essais de caractérisation (XP P 84-703, NF EN 14196, XP P 84-705) effectués sur des échantillons de GSB prélevés à la livraison sur le chantier.

Le programme d'essais en laboratoire est défini p.18 du fascicule n°12 du Comité Français des Géosynthétiques comprenant la vérification des caractéristiques fonctionnelles à considérer, notamment celles classées N (nécessaires) dont :

- le pouvoir de gonflement de la bentonite ;
- la masse surfacique ;
- la perméabilité sous contrainte.

#### 4.1.3.2 Programme de contrôles sur site

L'organisation du chantier de pose du GSB devra suivre les recommandations du Comité Français de Géosynthétiques développées dans le fascicule n° 12 de Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par Géosynthétique Bentonitique et plus particulièrement du tableau p.18 des caractéristiques de mise en œuvre et du § 3.3 p.21 à 32. Il convient, en particulier de s'assurer que :

- la couche de support est adaptée à recevoir un GSB (pas de racines, pas de points de poinçonnement, matériau non pulvérulent...);
- le plan de pose et de récolement mentionne les zones de recouvrement et les découpes particulières (au niveau d'ouvrages par exemple);
- la surface de recouvrement entre lés est respectée (dans le sens de la longueur : 15 à 30 cm, aux extrémités des rouleaux : 40 cm);
- la largeur d'ancrage en tête de talus est respectée (1,5 m en cas d'enfouissement dans une tranchée par simple lestage, 3 m si des engins doivent circuler).

Plusieurs contrôles de chantier sont recommandés : contrôle interne, externe et extérieur, destinés à vérifier les recommandations du CFG. Les modalités de contrôles sont détaillées dans le chapitre 4 du fascicule, p.33 à 38, avec notamment :

- le contrôle des zones de stockage, de manutention des produits et de réception des matériaux et matériels sur le chantier ;
- le contrôle associé à la mise en œuvre et réception de la couche support ;
- le contrôle du plan de calepinage, du plan de phasage et du plan de récolement ;
- le contrôle associé à la mise en œuvre du GSB (récolement, ancrage...).

## 4.2 Profils de stabilité des flancs du site

Technosol a réalisé une étude de diagnostic géotechnique visant à justifier du profil de décaissement stable pour le cas le plus critique à savoir où le décaissement est maximal (35 m en zone sud) et où la majeure partie des flancs est formée par les sables de l'Auvervien (35 ml), horizons les plus pénalisants (très peu cohésifs).

Le profil étudié consiste en un talus de 35 m à pente unique et avec une risberme à mi-pente de 5 m de large (soit 2 rampants de 17,5 m).

Les études de stabilité ont été réalisées en amont du projet technique sur la base des données géotechniques acquises sur le site et en respect des règles de l'art. Elles sont détaillées en [annexe 8](#).

Les calculs ont été réalisés au moyen du logiciel TALREN 4 v2.0.3 en utilisant la méthode des tranches de Bishop en considérant des glissements circulaires « en grand » (conforme à l'Eurocode 7).

Les résultats des calculs de stabilité donnent un coefficient de sécurité (F) qui s'interprète comme suit :

- $F < 1$  : le profil n'est pas stable (non recevable) ;
- $F > 1$  : le profil est stable ;
- $F > 1,3$  : le profil est stable avec une sécurité assurée à court terme ;
- $F > 1,5$  : la stabilité est assurée à long terme.

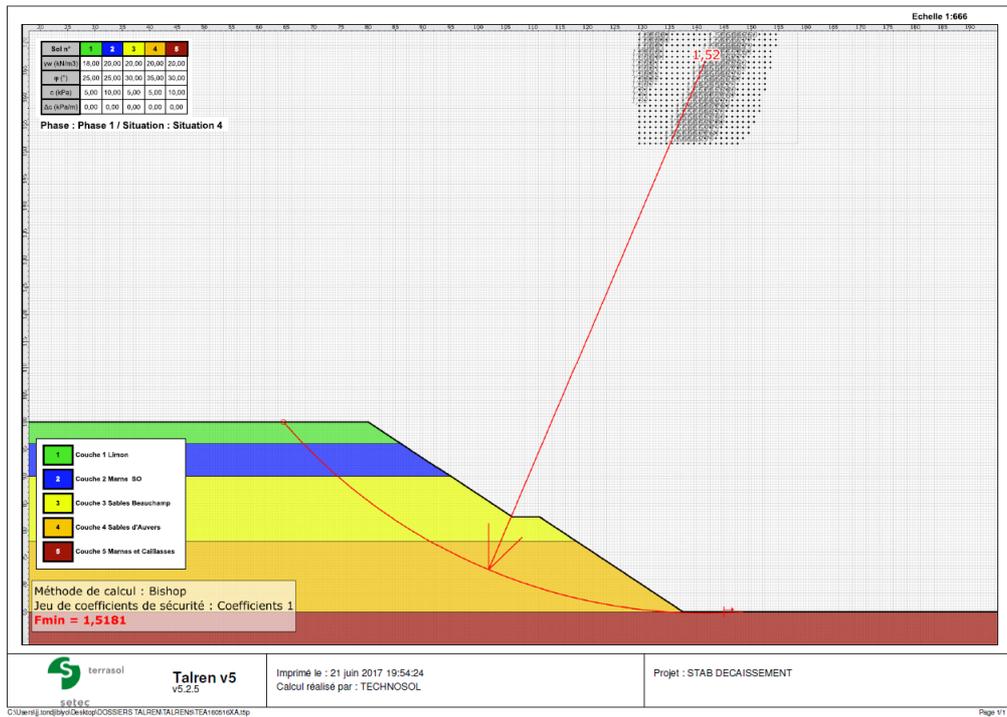
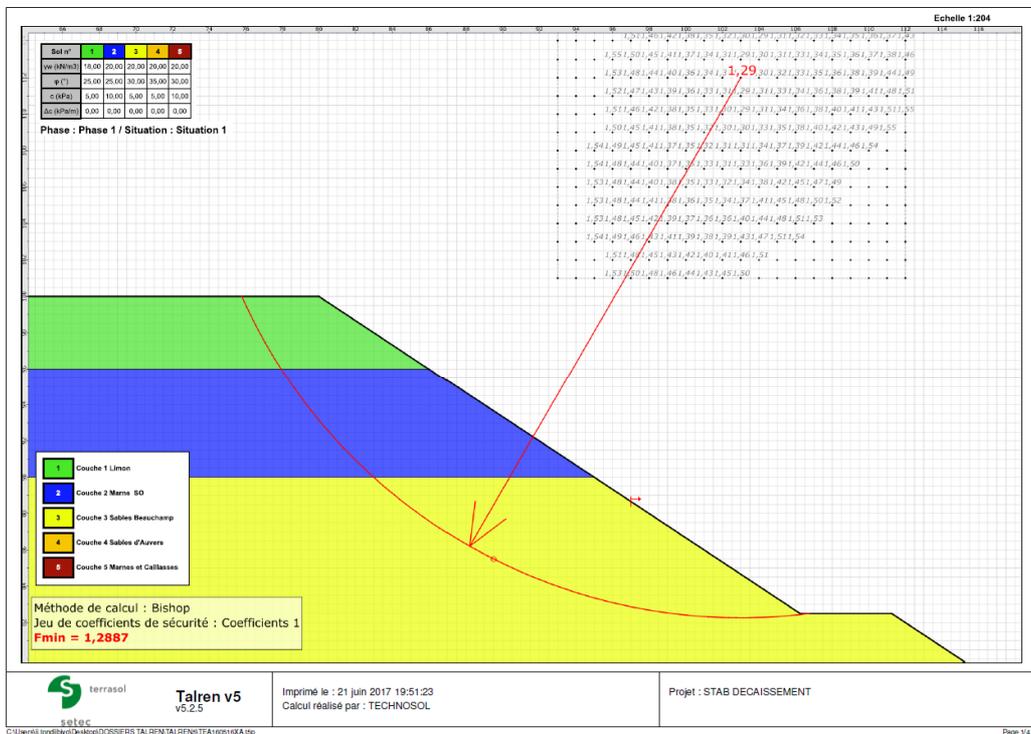
Ainsi, ce qui est recherché ici est la stabilité à court terme ( $F > 1,3$ ), correspondant à la phase de décaissement et avant la mise en place des déchets (long terme).

Technosol a réalisé de nombreux calculs qui ont permis de conclure de la façon suivante :

- Un profil de terrassement avec une pente de 1H/1V sur 35 m de haut avec une risberme à mi-pente ne présente pas de coefficient de sécurité suffisant ( $F < 1$  en tête de site) ;
- Un profil adouci avec une pente de 3H/2V sur 35 m de haut avec une risberme à mi-pente présente un coefficient de sécurité suffisant (voir [figure 23](#) en page suivante).

Dans le détail, le cercle de plus grand glissement passant par la base du site (glissement en grand, [fig. 23a.](#)) montre un coefficient de sécurité  $F = 1,52$  : le profil est stable à longs termes. Néanmoins, le cercle de glissement le plus pénalisant correspond à celui passant au pied du rampant supérieur et par la risberme (voir [figure fig. 23b.](#))

Le coefficient, bien que légèrement inférieur à 1,3 (1,29), est suffisant en l'état car le calcul de stabilité présenté est très pénalisant et ne prend pas en compte les éléments stabilisateur dans les sables que sont les niveaux gréseux ou les niveaux argileux. Technosol préconise une protection des flancs de l'érosion afin de s'assurer de la stabilité des flancs avant le remplissage du site.


 fig. 23a. Cercle de glissement général  $F=1,52 > 1,3$ 

 fig. 23b. Cercle de glissement le plus critique  $F=1,29$ 
**Figure 23. Profils de stabilité pénalisant au décaissement (Technosol).**

## 4.3 Mesures de protection de la qualité des eaux

*Ce paragraphe ne concerne pas le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux du site dont la gestion est définie dans le dossier technique.*

### 4.3.1 Réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines pour la zone d'extension

La réglementation prévoit des mesures de contrôle de la qualité des eaux souterraines par la mise en place d'un réseau piézométrique sur la totalité du site avec, a minima, 1 piézomètre à l'amont et 2 à l'aval.

Le nombre d'ouvrages existant est largement suffisant. Le réseau proposé serait le suivant :

- PZ amont : 1 piézomètre : PZ SM4 amont ;
- PZ aval proximal : 2 piézomètres : PZ1 et PZ SM4 aval ;
- PZ aval éloigné : 2 piézomètres : PZ2 et PZ3.

Ce double réseau à l'aval permet de différencier l'actuelle ISDND du projet d'extension.

Les paramètres et les fréquences d'analyse proposés sont celles de l'actuel AM (article 24), à savoir :

*« L'exploitant réalise, en période de basses eaux et de hautes eaux, a minima tous les six mois, une analyse des eaux souterraines sur les paramètres définis ci-après :*

- *physico-chimiques suivants : pH, potentiel d'oxydoréduction, résistivité, conductivité, métaux totaux (Pb+Cu+Cr+Ni+Mn+Cd+Hg+Fe+As+Zn+Sn), NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NTK, Cl<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, DCO, MES, COT, AOX, PCB, HAP, BTEX ;*
- *paramètres biologiques : DBO<sub>5</sub> ;*
- *paramètres bactériologiques : Escherichia coli, bactéries coliformes, entérocoques, salmonelles ;*
- *autres paramètres : hauteur d'eau »*

### 4.3.2 Mode et point de rejet envisageables

Compte tenu du modèle hydrogéologique local, il est préconisé de favoriser l'infiltration des eaux à l'aval qui est conforme au régime actuel des eaux (aucun écoulement de surface en aval immédiat, toutes les eaux s'infiltrent naturellement en fond de vallon).

Nous préconisons de rejeter les eaux du site par l'intermédiaire d'un fossé d'infiltration longeant le chemin rural au nord du site. Ce dernier recoupe l'axe du vallon qui draine naturellement les eaux en direction du ru de Presles.

# 5

## Conclusion

La mission réalisée suit les recommandations du « *Guide de bonnes pratiques pour les reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques de sites d'installations de centres de stockage* » de décembre 2009.

Les mesures et observations sont suffisamment nombreuses pour être représentatives ; les données sont suffisamment précises et variées pour qu'une interprétation objective puisse être proposée.

Le volume important de données sur ce site permet d'élaborer un diagnostic favorable au projet de poursuite d'activité de l'ISDND.

Les paragraphes ci-après sont la reprise des conclusions d'étapes du présent rapport.

### 5.1 Etude d'aptitude

L'étude d'aptitude aux échelles régionales et locales a été réalisée à partir de sources bibliographiques et documentaires. Le site répond aux critères d'aptitude tels que définis par la Guide de Bonnes Pratiques de l'AFNOR (*BP X 30-438*), paru en décembre 2009, pour la reconnaissance de sites d'installation de stockage.

**Les critères d'aptitude** géologique, hydrogéologique et hydrologique aux échelles régionales et locales **sont favorables (peu contraignants)**.

#### Contexte géologique :

Le projet est localisé dans le **Pays géologique du Parisien** caractérisé par la **plate-forme carbonatée du Saint-Ouen** (Plaine de France). Les formations sont affectées de **légères ondulations** (anticlinales et synclinales) d'orientation nord-ouest/sud-Est soulignées par le ru de Presles au nord immédiat du site qui emprunte un axe synclinal parallèle au grand anticlinal du Bray qui passe à 5 km au nord.

Le site est implanté en terminaison d'extension de la plate-forme du calcaire de Saint-Ouen où il ne subsiste que 4 à 5 m de calcaire altéré en marne en tête de site. Aux points bas, les sables de Beauchamp sous-jacents, exploités par Picheta, ont été partiellement érodés et les Marnes et Caillasses sont à faible profondeur.

La **présence des Marnes et Caillasses sur une épaisseur de 10 mètres à faible profondeur** et même à l'affleurement une fois le sable de Beauchamp exploité par Picheta est un critère de **favorabilité géologique** : elles sont a priori aptes à former la barrière de sécurité passive du site (caractère semi-perméable reconnu).

La présence des Marnes et Caillasses permet de confiner partiellement l'aquifère des Calcaires du Lutétien, ressource en eau AEP du secteur.

Au vu de la carte géologique du BRGM, de la coupe géologique et de la géomorphologie, le contexte géologique de la zone étudiée ne présente **pas de faille** visible ou cachée qui puisse affecter la faisabilité du projet.

Compte tenu de ces éléments, le **contexte géologique et structural régional et local est jugé favorable** ou en tout état de cause peu contraignant dès lors que le projet est ancré dans la formation des Marnes et Caillasses.

L'aire d'étude géologique locale est définie :

- Spatialement par le plateau armé des calcaires de Saint-Ouen qui porte le site depuis la crête topographique au sud et jusqu'au ru de Presles au nord ;
- En profondeur par le Calcaire Grossier du Lutétien, aquifère qui contient le premier niveau d'eau sous le site (Nappe de l'Eocène moyen et inférieur).

#### **Contexte hydrogéologique :**

Le Parisis est caractérisé par une nappe d'extension régionale : **la nappe de l'Eocène moyen et inférieur contenue dans l'aquifère des Calcaires du Lutétien et dans celui des Sables de Cuise**.

La nappe est drainée par le réseau hydrographique. Elle s'écoule donc localement suivant le **bassin versant du Ru de Presles en direction du nord-ouest** (exutoire, l'Oise).

La cote piézométrique déduite des cartes de références du BRGM, fait état d'un niveau légèrement inférieur à 70 m NGF soit près de 50 m de profondeur aux points hauts du site (20 m au point bas).

**Au droit du site, sa vulnérabilité est faible** car elle est protégée par les Marnes et Caillasses qui chapotent l'aquifère. En revanche, la vulnérabilité est forte en fond de vallée du ru de Presles (Marnes érodées et aquifère qui affleure).

Le contexte hydrogéologique est favorable et optimal pour 3 raisons majeures :

- Le premier niveau d'eau souterraine (nappe de l'Eocène moyen et inférieur) est confiné sous les Marnes et Caillasses et est situé à forte profondeur ;
- Il n'existe pas de captages **AEP** en aval du site qui tirent leur ressource de la nappe de l'Eocène moyen et inférieur et **aucun captage référencé n'est vulnérable** au site ;
- Les calcaires de Saint-Ouen et les **Sables de Beauchamp** (aquifère de l'Eocène supérieur présent en tête de site et en amont) qui ont un niveau de nappe dans le Parisis, **sont désaturés dans le bassin versant du Ru de Presles** du fait du drainage très important opéré par la vallée profondément enfoncée dans l'assise géologique (aquifère dénoyé) et il n'y a donc pas de venues d'eau latérale à gérer sur site.

L'aire d'étude hydrogéologique est ainsi limitée :

- en profondeur, par les argiles sparnaciennes qui forment le mur de la nappe de l'Eocène moyen et inférieur contenu dans les Calcaires du Lutétien et dans les Sables de Cuise ;
- spatialement, par le bassin versant hydrogéologique du Ru de Presles.

Les critères positifs pour le choix du site à l'échelle régionale sont les suivants :

3. En faveur de son aptitude géologique :

- La présence des Marnes et Caillasses qui sont a priori aptes à former la barrière passive de l'ISDND ;
- L'absence de discontinuité structurale signalée.

4. En faveur de son aptitude hydrogéologique :

- L'absence d'effet potentiel sur les captages d'eau potable ;
- La forte profondeur de la nappe de l'Eocène inférieur et moyen en domaine de plateau et son confinement par les Marnes et Caillasses ;

L'absence de venues d'eau latérales dans le bassin versant du ru de Presles, singularité hydrogéologique dans le Parisis.

Les critères d'aptitude géologique, hydrogéologique et hydrologique restent globalement favorables (peu contraignants) à une poursuite d'exploitation de l'ISDND dédiée à de l'amiante liée, sous réserve de positionner la barrière passive au sein des Marnes et Caillasses.

## 5.2 Etude de qualification

### 5.2.1 Qualification géologique du site

Le projet est localisé dans le Pays géologique du Parisis caractérisé par une succession de terrains sédimentaires tertiaires entaillée par le ru de Presles. Le nombre important de sondages sur la zone réalisés au cours des différentes phases d'exploitation (21 sondages historiques + 5 nouveaux ouvrages réalisés en 2016 par Technosol) permet d'avoir une vision claire et objective de la succession lithologique locale.

Ainsi, en tête de site (TN > 120 m NGF, en domaine de plateau), on retrouve, sous 5 m de limons sableux quaternaires, les formations les plus récentes, à savoir, un reliquat de Calcaire de Saint-Ouen altéré en marnes (Marinésien, e6b, 7 m maximum, moyenne 5 m) qui caractérise la plate-forme du Parisis. Le mur de la formation est à une cote moyenne de 115 m NGF.

Sous ces marnes, se développent les Sables de Beauchamp (sablon exploité par Picheta, Auversien, e6a) puis les sables d'Auvers d'une puissance cumulée de plus de 20 m à

caractère perméable ( $10^{-5}$  à  $10^{-6}$  m/s). Ces sables marins siliceux fins sont de teinte blanche à grise pour le Beauchamp et plutôt beige pour l'Auvers.

En flanc de vallée, les sables affleurent (Marnes de Saint-Ouen érodées).

En domaine de vallée (partie aval du projet), il ne subsiste que 3 à 4 m de sable d'Auvers. Ces derniers sont recouverts par 2 à 3 m de colluvions argileuses quaternaires imperméables ( $k < 10^{-9}$  m/s) nées du glissement des marnes de Saint-Ouen et des sables présents sur les plateaux. Les Marnes et Caillasses qui forment le mur des sables d'Auvers, se rencontrent alors à 6 m de profondeur soit une cote de 88 m NGF environ (35 m en domaine de plateau, > 92 m NGF). La perméabilité a été mesurée in situ selon les règles de l'art (norme NFX 30-423) au droit de 2 sondages destructifs (SK1 et SK2, 10 mesures) et ont montré une grande variabilité de la perméabilité des marnes ( $9 \cdot 10^{-5}$  à  $8 \cdot 10^{-10}$  m/s).

La finesse de la reconnaissance géologique a permis de réaliser :

- La carte géologique du site ;
- La coupe géologique du site qui met en évidence un léger plongement des formations vers le sud (< 0,4 %) en accord avec le contexte régional et un amincissement des Marnes et Caillasses vers le nord (épaisseur qui passe de plus de 12 m à 5 m) en relation avec l'érosion opérée par la mer de l'Auvervien (paléo-chenal) ;
- la carte du toit des Marnes et Caillasses qui forment le toit semi-perméable de l'aquifère des Calcaires du Lutétien sous-jacent (20 m d'épaisseur) qui contient la ressource AEP et qui sert de guide au positionnement de la barrière passive réglementaire du site (voir partie faisabilité).

Ainsi, il est recommandé d'ancrer le projet d'extension de l'ISDND au sein des Marnes et Caillasses, formation la moins contraignante à l'échelle locale. Cependant, la variabilité de la perméabilité mesurées liée à la nature même de l'horizon conduit à demander une reconstitution de la barrière passive (1 m à  $k < 10^{-7}$  m/s) en mesure compensatoire par compactage des horizons décaissés (Colluvions ou Marnes et Caillasses à l'exception des sables) compactés à l'optimum proctor qui satisfont aux exigences réglementaires.

## 5.2.2 Qualification hydrogéologique du site

Le premier niveau de nappe sous le site est la nappe de l'Eocène moyen et inférieur qui se développe dans les Calcaires du Lutétien.

En domaine de plateaux (partie amont du site) l'aquifère et la nappe sont à forte profondeur. En revanche, dans le fond de la Garenne en aval hydrologique du site, le calcaire est sub-affleurant donc fortement vulnérable.

La nappe est drainée naturellement par la vallée du ru de Presles qui constitue l'exutoire de la nappe : elle s'écoule donc grossièrement d'Est en Ouest.

Les 3 nouveaux piézomètres réalisés en 2016 par Technosol viennent compléter les 5 ouvrages déjà existants et permettent d'affiner la connaissance hydrogéologique quant au sens d'écoulement de la nappe du Lutétien.

La nappe s'écoule du sud-est vers le nord-ouest à des cotes respectives variant de 76,8 m NGF en amont (au droit de PZ SM4 amont) à 75,6 m NGF en aval (PZ2) soit un gradient faible de 0,2 % (novembre 2016).

Les plus hautes eaux ont pu être déterminées : elles se situent 4,5 m au-dessus du niveau de novembre 2016 : le niveau atteindrait la base des Marnes et Caillasses (calcaires saturés en totalité).

Le contexte hydrogéologique est considéré comme favorable à l'implantation du projet :

- Sous réserve d'ancrer le site dans les Marnes et Caillasses et de mettre en place une barrière de sécurité passive réglementaire (1 m à  $k < 10^{-7}$  m/s) ;
- Sous réserve de rejets d'eau de surface conformes aux normes en vigueur.

### 5.3 Préconisations techniques

Le projet est recevable eu égard à l'arrêté ministériel et même sécuritaire d'un point de vue protection de la ressource en eau sous réserve :

1. D'ancrer le fond de forme dans les Marnes et Caillasses ;
2. De reconstituer la barrière passive en fond (1 m à  $k < 10^{-7}$  m/s par la mise en place des colluvions ou des marnes et Caillasses décaissées et compactée à l'optimum proctor ;
3. De mettre en place, en flanc, un GSB calcique ou calcique activé ;
4. De taluter les flancs avec une pente sécuritaire de 3H/2V avec une risberme à mi-pente de 5 m de large ;
5. De favoriser l'infiltration des eaux à l'aval et de positionner le point de rejet au droit d'un fossé d'infiltration longeant le chemin communal au nord.

# SIGLES ET ABREVIATIONS

*Liste non exhaustive*

**ADES** : Accès aux Données sur les Eaux Souterraines ;

**AFNOR** : Agence Française de NORmalisation ;

**A.E.P.** : Alimentation en eau potable ;

**A.M.** : Arrêté Ministériel du 16 février 2016 ;

**A.R.S.** : Agence Régionale de la Santé ;

**B.R.G.M.** : Bureau de Recherche Géologique et Minier ;

**B.S.S.** : Banque de données du Sous-Sol ;

**D.D.A.E.** : Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter ;

**IPI** : Indice portant immédiat

**I.S.D.N.D.** : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux ;

**GTR** : GéoTechnique Routière ;

**I.G.N.** : Institut Géographique National ;

**K** : coefficient de perméabilité, s'exprime en m/s ;

**M.a** : Million d'années ;

**N.G.F.** : Nivellement Général de la France ;

**O.P.N.** : Optimum Proctor Normal

**S.D.A.G.E.** : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux ;

**S.A.G.E** : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

**TN.** : Terrain Naturel ;

**V.B.S.** : Valeur de Bleu Spécifique

**W<sub>nat</sub>** ou **W<sub>opn</sub>** : Teneur en eau naturelle ou à l'optimum Proctor.

**ZNIEFF** : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Synthèse géologique du Bassin de Paris.** Cl. Mégnien, *Mém. BRGM n°101*, 3 vol., 1980.

**SDAGE Seine Normandie**

**Arrêté ministériel relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND)** du 15 février 2016.

**Guide de recommandations pour l'évaluation de « l'équivalence » en étanchéité passive d'installation de stockage de déchets.** Version 2. *MEEDAT*, 50 p. février 2009.

**Aptitude hydrogéologique de sites de stockage de déchets ultimes non dangereux.** B. Mouthier, *Géologues n°160*, pp. 95-101, 2009.

**Guide de bonnes pratiques pour les reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques de sites de centres de stockage de déchets.** BP X 30-438, *AFNOR*, novembre 2009.

**Détermination du coefficient de perméabilité d'un terrain par essai à charge variable en forage ouvert.** NF X30-423, révisée, *AFNOR*, 30p. septembre 2011.



**PROJET D'EXTENSION DE L'ISDND  
DE SAINT MARTIN DU TERTRE**

**COMMUNE DE SAINT-MARTIN-DU-TERTRE (95)**

**ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE  
ET HYDROGEOLOGIQUE**

**DOSSIER DES ANNEXES**

**2017/06/E80/V0**

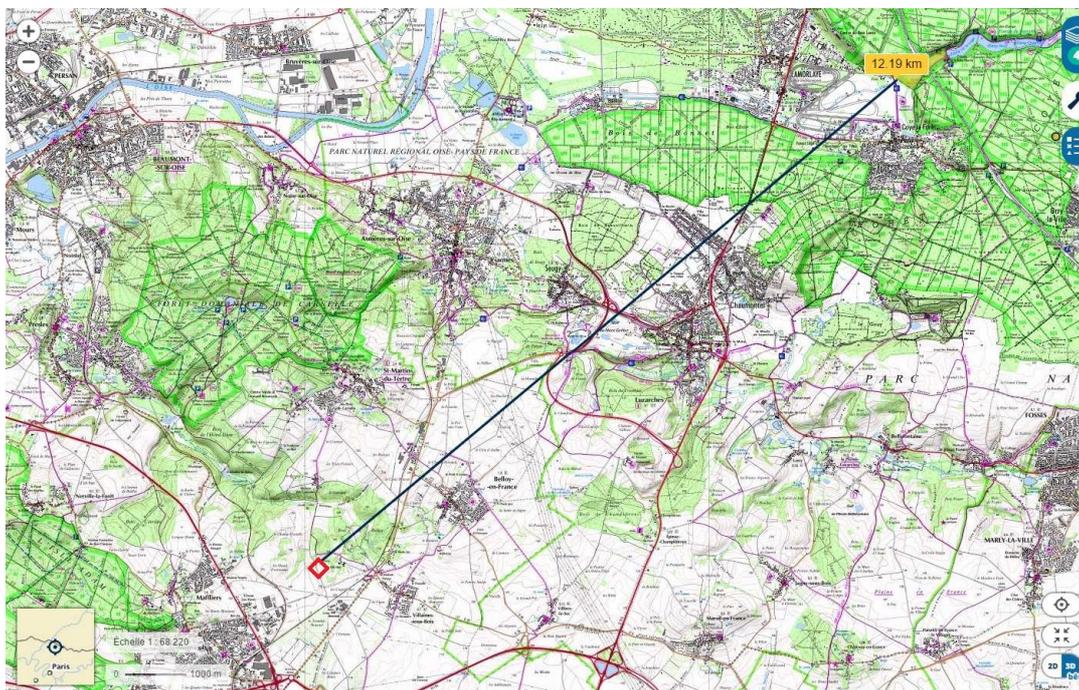
# LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1.**      **Données bibliographiques sur le contexte environnemental**
- Annexe 2.**      **Données AEP**  
*Périmètres de protection des captages AEP (ARS 95)*
- Annexe 3.**      **Données bibliographiques sur les risques naturels**
- Annexe 4.**      **Données géologiques historiques**
- Annexe 5.**      **Nouveaux sondages réalisés en 2016 pour la présente étude**  
*Technosol*
- Annexe 6.**      **Etude de la qualité des eaux**  
*IDRA Ingénierie*
- Annexe 7.**      **Equivalence de la barrière passive, feuilles de calcul**  
*ACG Environnement*
- Annexe 8.**      **Calculs de stabilité**  
*Technosol*

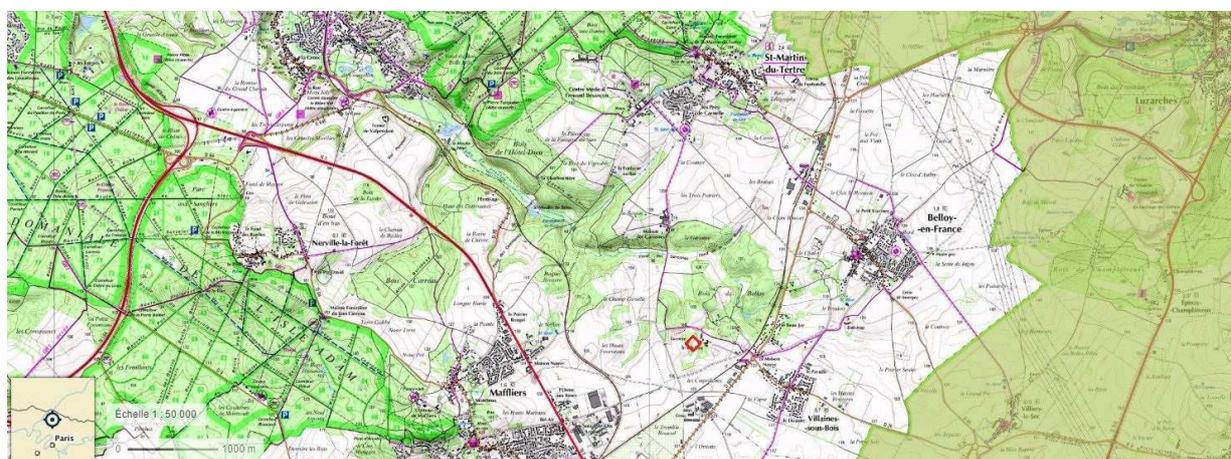
# Annexe 1.

## Données bibliographiques sur l'aptitude régionale

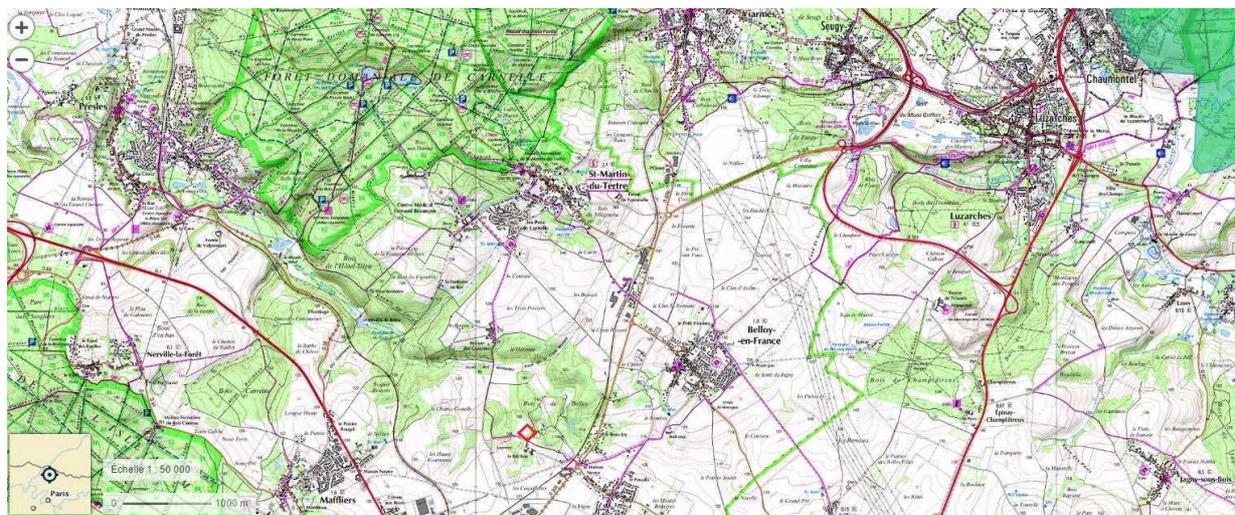
*Contexte naturel*



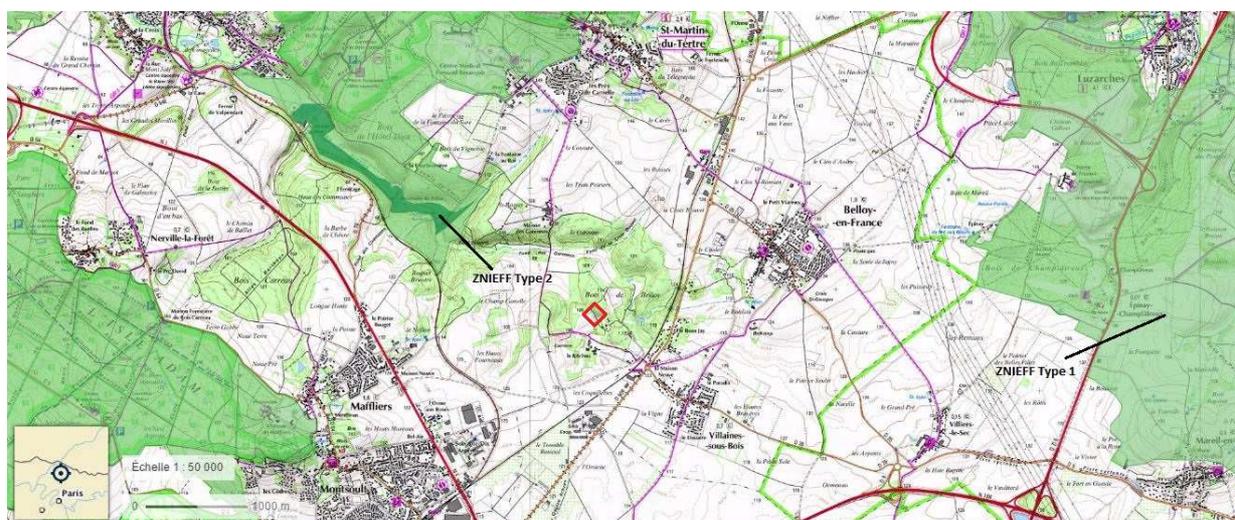
Localisation de la zone Natura 2000 la plus proche par rapport au site



Localisation du Parc Naturel Régional Oise - Pays de France par rapport au site



Localisation de la Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux (ZICO) par rapport à l'emplacement du site



Localisation des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de types 1 et 2 par rapport au site

# Annexe 2.

## Données AEP

*Périmètres de protection des captages AEP (ARS 95)*

**Légende**

**Captages du Val d'Oise**

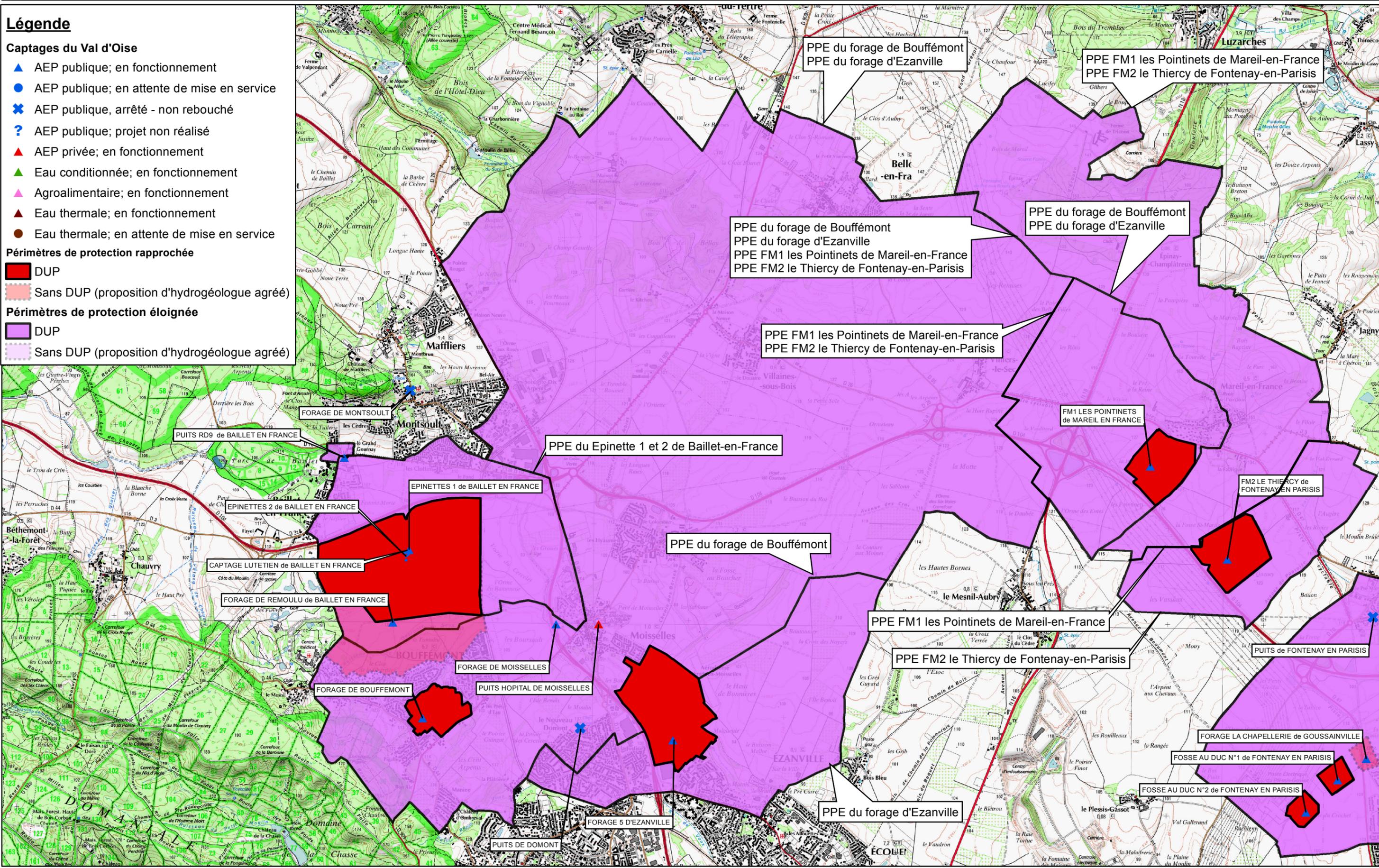
- ▲ AEP publique; en fonctionnement
- AEP publique; en attente de mise en service
- ✕ AEP publique, arrêté - non rebouché
- ? AEP publique; projet non réalisé
- ▲ AEP privée; en fonctionnement
- ▲ Eau conditionnée; en fonctionnement
- ▲ Agroalimentaire; en fonctionnement
- ▲ Eau thermale; en fonctionnement
- Eau thermale; en attente de mise en service

**Périmètres de protection rapprochée**

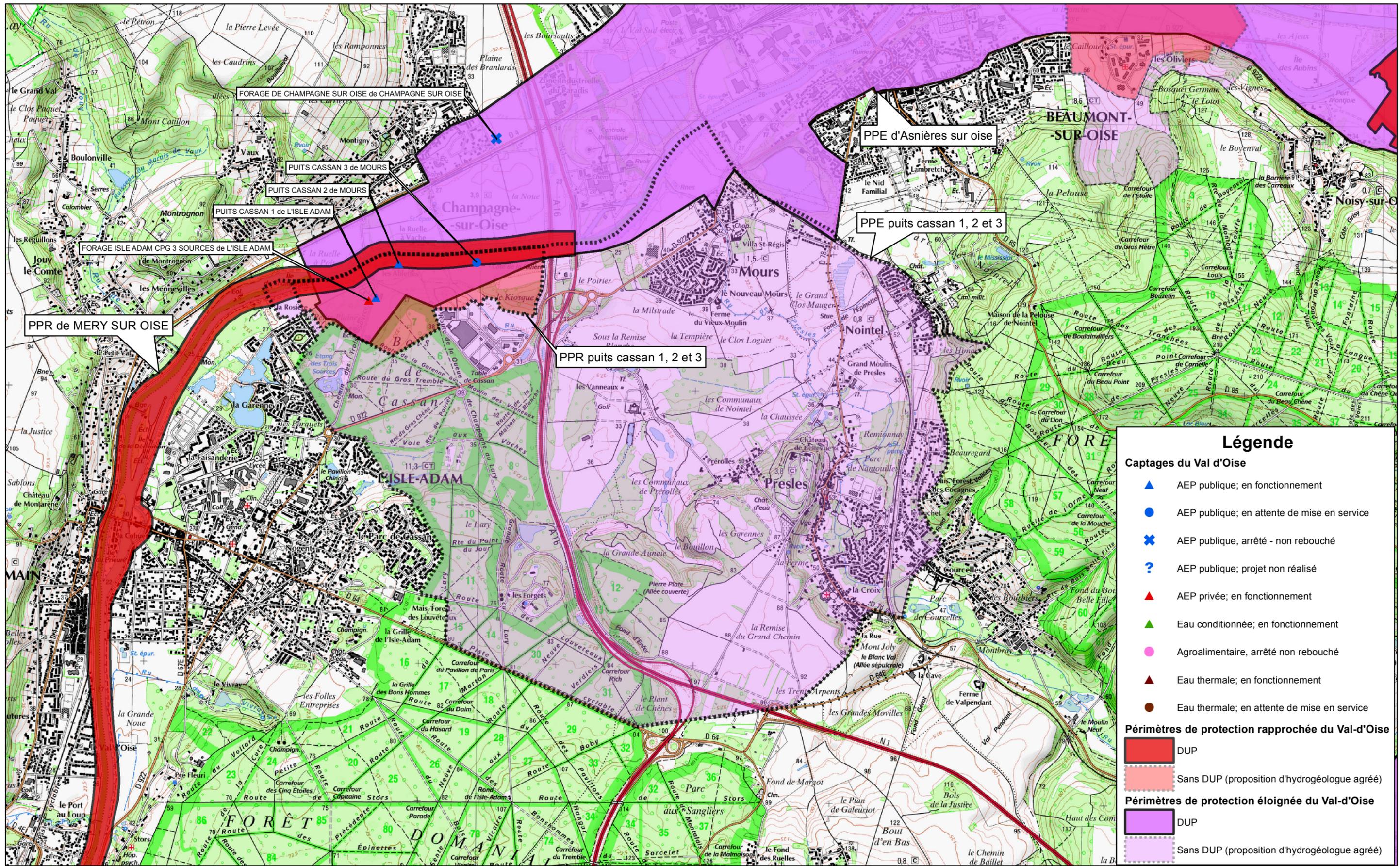
- DUP
- Sans DUP (proposition d'hydrogéologue agréé)

**Périmètres de protection éloignée**

- DUP
- Sans DUP (proposition d'hydrogéologue agréé)



# PUITS CASSAN 1 DE L'ISLE ADAM ET CASSAN 2 ET 3 DE MOURS (01531X0088 ET 0087) SANS DUP



### Légende

**Captages du Val d'Oise**

- ▲ AEP publique; en fonctionnement
- AEP publique; en attente de mise en service
- ✕ AEP publique, arrêté - non rebouché
- ? AEP publique; projet non réalisé
- ▲ AEP privée; en fonctionnement
- ▲ Eau conditionnée; en fonctionnement
- Agroalimentaire, arrêté non rebouché
- ▲ Eau thermale; en fonctionnement
- Eau thermale; en attente de mise en service

**Périmètres de protection rapprochée du Val-d'Oise**

- DUP
- Sans DUP (proposition d'hydrogéologue agréé)

**Périmètres de protection éloignée du Val-d'Oise**

- DUP
- Sans DUP (proposition d'hydrogéologue agréé)

