	<p>Site : COVED Environnement – NURLU</p> <p>Projet : Création du casier D</p>
<p>Objet : Etude d'équivalence de la BSP du casier D</p>	

Version	Date	Remarques
A	07/12/2022	-

Sommaire

1. CONTEXTE DE L'ETUDE	2
2. RAPPEL DE LA REGLEMENTATION	3
2.1 Extrait de l'Arrêté Ministériel du 15 février 2016 modifié.....	3
2.2 Contenu de la présente note	3
3. PRESENTATION ET CONTEXTE DU SITE	5
3.1 Localisation du site.....	5
3.2 Contexte géologique et géotechnique.....	6
3.2.1 Contexte géologique régional	6
3.2.2 Contexte géologique régional	8
3.2.3 Prospections réalisées au droit du site	12
3.2.4 Hydrogéologie locale.....	18
3.2.5 Usages et prélèvements des eaux souterraines au droit du site	26
3.3 Modèle géologique et hydrogéologique retenu	38
4. PROJET DE DISPOSITIF DE BARRIERE DE SECURITE PASSIVE.....	39
5. RECOMMANDATIONS SUR LES CARACTERISTIQUES DES PRODUITS ET PROPOSITIONS DE CONTROLE	42
5.1 Méthodologie de mise en œuvre.....	42
5.2 Stabilité chimique du GSB	42
5.3 Recommandations concernant les matériaux argileux peu perméables.....	42
6. EVALUATION DE LA STABILITE MECANIQUE DU DISPOSITIF	43

1. Contexte de l'étude

COVED Environnement exploite un Ecopole situé sur la commune de NURLU intégrant une installation de stockage de déchets non dangereux appelé ISDND1. Il est projeté le développement de nouvelle activité de valorisation de déchets ainsi que la poursuite de l'élimination des déchets ultimes au sein d'une Installation de Stockage de Déchets non dangereux.

Dans le cadre du projet, il est prévu la création d'un nouveau casier appelé casier D ou ISDND2.

Des reconnaissances hydrogéologiques, géologiques et géotechniques ont été menées lors de la création de l'ISDND1 et étendu dans le cadre du projet de création du casier D.

Ces reconnaissances ont permis de caractériser les sols en place : de la craie remaniée ou limons ou des sables plus ou moins argileux, de la craie altérée devant saine en profondeur, avec des perméabilités mesurées variables et dont certaines mesures dépassent la perméabilité requise de 1.10^{-6} m/s sur une épaisseur de 5 m sous le fond de forme du casier D.

Cette caractérisation a mis en avant la nécessité de renforcer la Barrière de Sécurité Passive (BSP) par un dispositif équivalent.

Conformément à la réglementation en vigueur, l'objet de la présente note est donc de justifier le calcul d'équivalence en conformité avec le « Guide de recommandations pour la conception et l'évaluation de dispositifs « d'équivalence » en étanchéité passive d'installation de stockage de déchets – Version 3 » édité par le BRGM en décembre 2019.

2. Rappel de la réglementation

2.1 Extrait de l'Arrêté Ministériel du 15 février 2016 modifié

Les caractéristiques requises pour la barrière passive sont décrites dans l'article 8 de l'arrêté ministériel du 15/02/2016 modifié :

« 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 d'un casier présente, de haut en bas, une couche de perméabilité inférieure ou égale à 1.10^{-9} m/s sur au moins 1 mètre d'épaisseur et une couche de perméabilité inférieure ou égale à 1.10^{-6} m/s sur au moins 5 mètres d'épaisseur,
- les flancs d'un casier présentent une perméabilité inférieure ou égale à 1.10^{-9} m/s sur au moins 1 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. Lorsque la barrière géologique ne répond pas naturellement aux conditions précitées, elle est complétée et renforcée par d'autres moyens présentant une protection équivalente. L'épaisseur de la barrière ainsi reconstituée ne doit pas être inférieure à 1 mètre pour le fond de forme et à 0,5 mètre pour les flancs jusqu'à une hauteur de 2 mètres par rapport au fond.

L'ensemble des éléments relatifs à l'équivalence de la barrière de sécurité passive est décrit dans la demande d'autorisation d'exploiter ».

2.2 Contenu de la présente note

Le présent rapport s'appuie sur le « Guide de recommandations pour l'évaluation de dispositifs « d'équivalence » en étanchéité passive d'installations de stockage de déchets », version 3, établi par le BRGM en décembre 2019.

La version 3 du guide de recommandations pour l'évaluation de dispositifs « d'équivalence » en étanchéité passive d'installations de stockage de déchets précise que les éléments devant figurer dans la note justificative sont au minimum :

1. La synthèse de la caractérisation du milieu géologique et hydrogéologique :

La synthèse hydrogéologique devra présenter clairement les informations disponibles concernant le niveau des nappes d'eau souterraine au droit et dans le voisinage du projet et les mettre en perspective par rapport aux caractéristiques et la position (notamment les cotes) du fond de forme du projet.

*On notera que si la réglementation relative aux ISD en vigueur en France, ne stipule pas une distance minimale entre la base de la couche de perméabilité $< 1.10^{-9}$ m/s et la surface de la nappe d'eau souterraine, en revanche il est clair que cet élément intervient dans l'évaluation de l'équivalence.

Il conviendrait que les plus hautes eaux connues d'une nappe libre avérée se situent au moins à une distance de 2 m de la base de la couche de 1 m à 1.10^{-9} m/s.

A noter qu'une telle recommandation ne s'applique qu'aux cas d'aquifères, c'est-à-dire, au sens du dictionnaire français d'hydrogéologie, de corps de roches perméables comportant une

zone saturée suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables. Un aquifère pouvant contenir une zone non saturée.

2. « Le modèle géologique et hydrogéologique : ce schéma est une synthèse (graphique) de la situation géologique et hydrogéologique, qui permet notamment de mieux comprendre les directions d'écoulement et d'apprécier la vulnérabilité des éventuelles cibles identifiées (voir également BRGM, 1997b).
3. « L'inventaire et la carte des cibles potentielles (AEP, etc.). Il s'agit d'éléments du dossier de demande d'autorisation d'exploiter. »

Ces trois premiers points font l'objet du chapitre 3.

4. « Le projet de dispositif de barrière passive basé sur une reconstitution complète de la barrière passive telle que décrite dans la réglementation et les différentes options équivalentes proposées. Ces barrières sont représentées par des schémas faisant apparaître clairement les cotes des différents niveaux, les cotes piézométriques, la cote de la base des casiers et la position des flancs ».

Ce point fait l'objet du chapitre 4.

5. « la proposition d'un programme de contrôle de mise en oeuvre interne, externe et extérieur. » Cette proposition peut s'accompagner des prescriptions de mise en oeuvre (qu'il s'agisse d'un matériau du site réemployé, d'un matériau naturel d'apport extérieur en l'état ou traité, d'un géosynthétique bentonitique, d'un mélange sable-bentonite-polymère, etc.) qui seront définies au travers d'un programme d'essai en laboratoire, validées ou adaptées lors d'une planche d'essai sur site.

Ce point fait l'objet du chapitre 5.

6. « Une évaluation quantitative ou semi-quantitative (calcul) de l'impact potentiel sur les eaux souterraines au droit du site, pour la configuration de barrière proposée, comparé à celui obtenu pour la barrière réglementaire ».

Ce point est abordé au chapitre 4.

7. Dans le cas du traitement des flancs notamment, d'une évaluation qualitative, des effets à long terme (stabilité mécanique, stabilité chimique, etc.).

Ce point fait l'objet du chapitre 6.

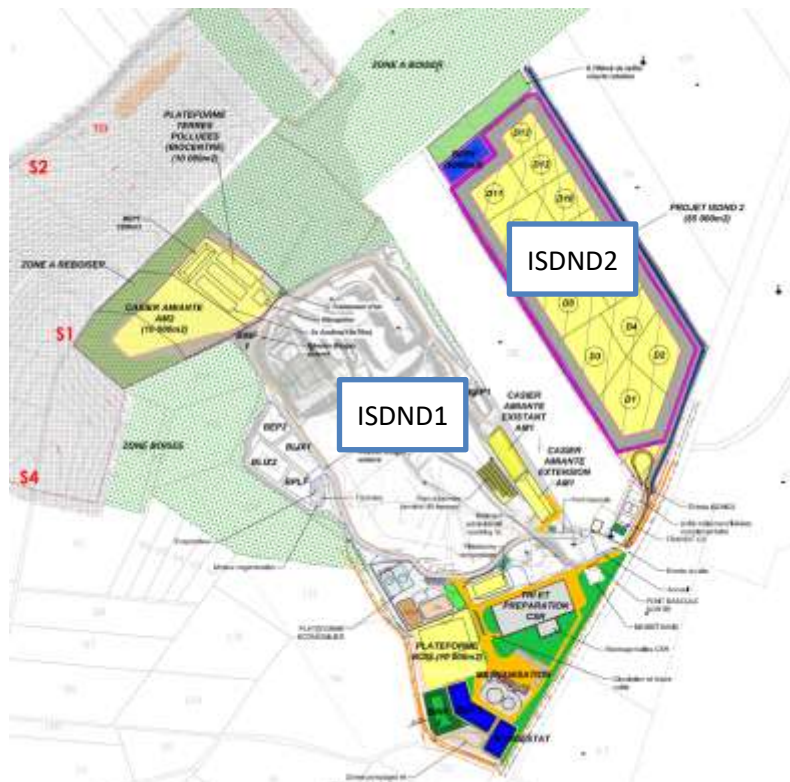
3. Présentation et contexte du site

3.1 Localisation du site

L'Ecopole de MOISLAINS NURLU se situe dans le département de la Somme.



La figure suivante permet de localiser l'ISDND1 et l'ISDND2 (ou casier D) projeté.



3.2 Contexte géologique et géotechnique

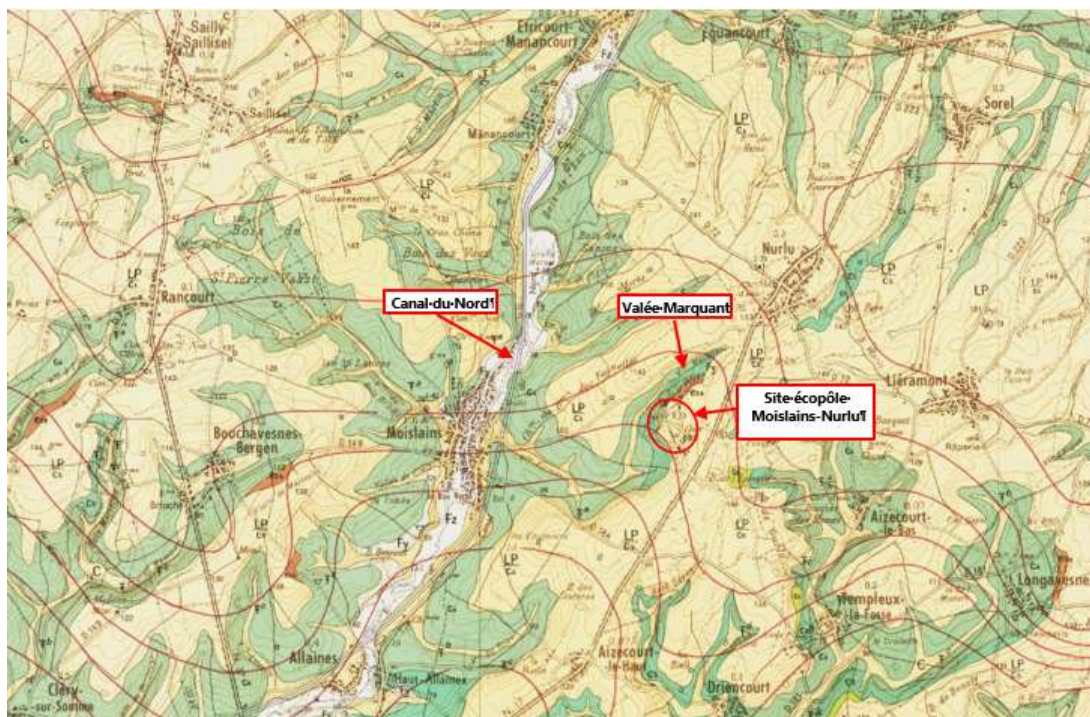
3.2.1 Contexte géologique régional

Dans un contexte géologique général, le département de la Somme fait partie de l'espace géologique du bassin parisien. Son socle principal est constitué d'une **couche de craie d'environ 400 m de profondeur**, lentement façonnée par l'envahissement de la mer au cours du Crétacé.

L'aire d'étude repose sur un plateau crayeux entaillé par un réseau de dépressions (dénivellations de l'ordre de 60 à 80 m mais adoucies par l'érosion). Dans le secteur, le plateau culmine à +155 m NGF à proximité du château d'eau de Nurlu. Le site se trouve sur le plateau crayeux, en bordure du versant est de la vallée Marquant. Cette petite vallée sèche, orienté nord-est/sud-ouest, débouche au niveau de Moislains dans le canal du Nord et la vallée de la Tortille. Les terrains concernés sont situés pour partie dans une ancienne carrière de craie phosphatée. Elle se présente sous la forme d'une excavation d'une profondeur maximale de 17 mètres en cours d'exploitation par le centre d'enfouissement technique dit « Les Phosphatières ».

D'après la carte géologique ci-dessous, la coupe géologique à l'aplomb du site est la suivante :

- Les limons loessiques (LP), sur une épaisseur de quelques mètres ;
- La craie blanche du Santonien supérieur (c6), sur une épaisseur importante. La craie constitue le substratum géotechnique du projet.



Au nord du site, le long de la vallée Marquant, se trouvent :

- LP/c6 : Limons avec indications de formation couvertes santorien supérieur- campanien, craie phosphatée ;
- e2a : landénien marin, tuffeaux et argile ;
- Fy : Alluvions anciennes ;
- c5 : Santorien, Craie blanche ;
- c4 : Limons avec indication de la formation recouverte.

Les autres formations majoritairement présentes sur le reste de l'aire d'étude sont :

- LP/c5 : Limons avec indication de la formation recouverte ;
- LP/c4 : Limons avec indication de la formation recouverte ;
- C5 : santorien, Craie blanche.

D'autres formations sont présentes plus rarement sur l'aire d'étude :

- LP/c6 : Limons avec indications de formation couvertes santorien supérieur- campanien, craie phosphatée ;
- Fz : Alluvions moderne ;
- Santorien supérieur-Campanien, Craie phosphatée.

L'étude de la carte géologique met en exergue les rapports qui unissent relief et nature des sols.

En effet, on observe une concordance entre l'organisation géologique du site et la topographie précédemment étudiée :

- Les zones de plateaux qui occupent la périphérie du territoire et s'immiscent entre les vallées sèches sont recouvertes de limons des plateaux ;
- Les vallées sèches qui alimentent à l'est et à l'ouest le fond de vallée humide accueillent :
- Sur les versants de la craie blanche à silex ;
- En leurs fonds de colluvions, remplissages des vallées sèches.
- Le fond de vallée humide est tapissé d'alluvions modernes sur alluvions anciennes (la double couche n'est pas homogène, laissant parfois apparaître ces dernières).

À noter que les sols les plus riches se rencontrent sur les limons des plateaux.

3.2.2 Contexte géologique régional

L'emprise du site est localisée sur des formations géologiques de type FY (qui couvre environ 5%), LP/c6 (qui couvre environ 65% de la superficie), LP/c5 (qui couvre 10%), e2a (qui couvre environ 5%), C5 (qui couvre 15% de la superficie) évoquées ci-avant.

La consultation du site Infoterre (mars 2019) indique la présence de 4 ouvrages enregistrés par la banque du sous-sol sur site. La lithologie de ces ouvrages est indiquée dans la figure ci-après.

COMMUNE	POINT BSS	NATURE	LOCALISATION SUR LE SITE	LITHOLOGIE
Nurlu et Moislains	00482X0085	Pz1 du site de Nurlu	Est	0 – 8,5 m : limons argileux jaunes 8,50 – 45 m : craie blanche du Sénonien
	00482X0086	PZ2 du site de Nurlu	Sud-Ouest	45 – 85 m : craie blanche à silex-turonien supérieur 85 - 95 m : craie marneuse « Dièves »
	00482X0168	PZ1 1995 du site de Nurlu	Sud-Est	0 – 11 m : limon 11 – 27 m : craie jaunâtre tendre 27 – 95 m : craie blanche dure
	00482X0023	Puit de l'usine de phosphates	Nord-ouest	<u>Non renseigné</u>

La carte suivante localise les 4 ouvrages mentionnés ci-dessus.



Le sol est donc constitué, du plus récent (en surface) au plus ancien (en profondeur), par des limons et de la craie.

Le site est caractérisé par une histoire minière spécifique.

D'après le rapport du BRGM RP-38075-FR de novembre 2004 :

- D'un point de vue historique :
 - Pas de trace administrative d'exploitation avant 1965 car les phosphates étaient une matière exploitation en carrière jusqu'à cette date. On note toutefois la présence de carrières à phosphates dès le début du siècle dans le secteur de Templeux-la-Fosse.
 - 18.06.1968 : arrêté ministériel attribuant un permis d'exploitation de mines de phosphates dit « Permis de Nurlu » à la Société des Phosphates et Engrais de Nurlu
 - 04.11.1974 : prolongation de la validité du permis jusqu'en 1978 au profit de SOPARCHIM
 - 17.03.1976 : arrêté ministériel autorisant la mutation du permis au profit de SOPARCHIM
 - 19.07.1978 : seconde prolongation de la validité du permis d'exploitation des mines de phosphates « Permis de Nurlu ».
 - Les volumes extraits annuellement ont pu varier de 2 300 à 12 500 T.an.
- D'un point de vue caractéristiques de l'exploitation ;
 - Le gisement de Nurlu a été exploité en souterrain par la méthode des chambres et piliers sur la bordure Est du permis. Ce type d'exploitation a été arrêté en 1959 ; les galeries s'étendent sur une superficie de 400 m x 25 m (10 000 m²).
 - Après 1959, le gisement a été exploité à ciel ouvert ; c'est un banc de craie phosphatée à 10% de P₂O₅ de 5 à 7 m d'épaisseur se trouvant sous 15 m de découverte.
 - Le rapport précise également qu'à l'intérieur du site, en 1994, aucun élément de l'ancienne carrière n'est visible ; les anciennes galeries auraient été rebouchées et ne sont de toutes façons plus accessibles sous la décharge.

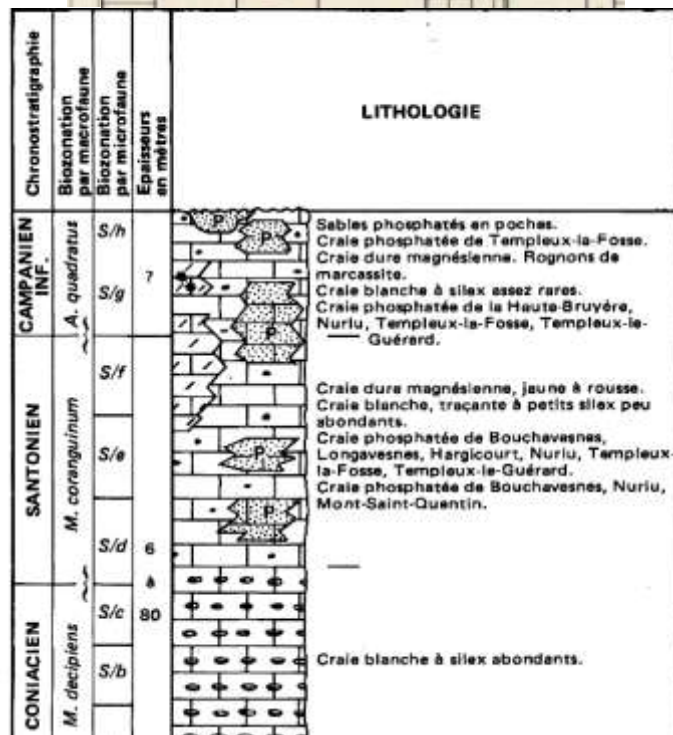
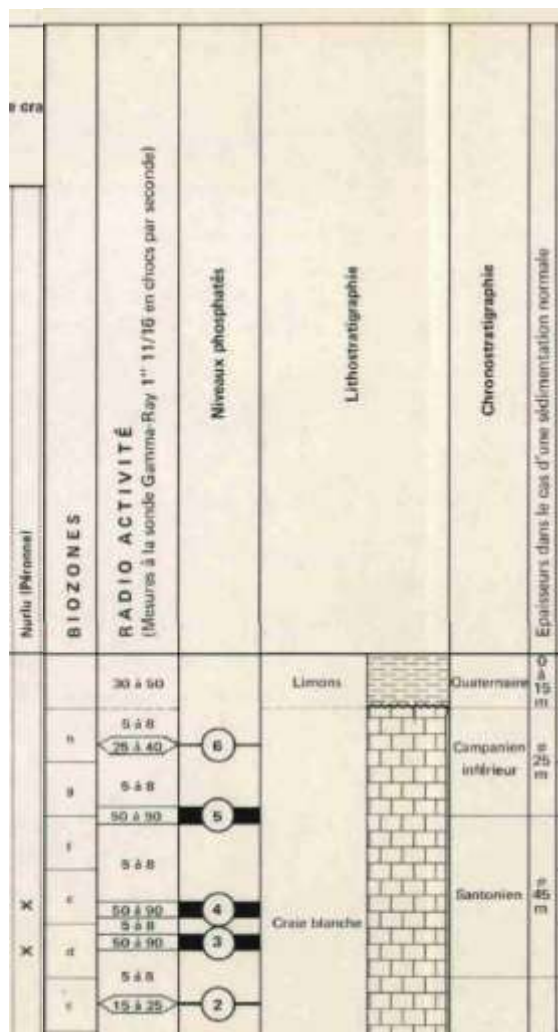
La formation de dépôts phosphatés les plus importants a été effectuée au cours de trois périodes principales séparées par des épisodes sédimentaires stériles à savoir :

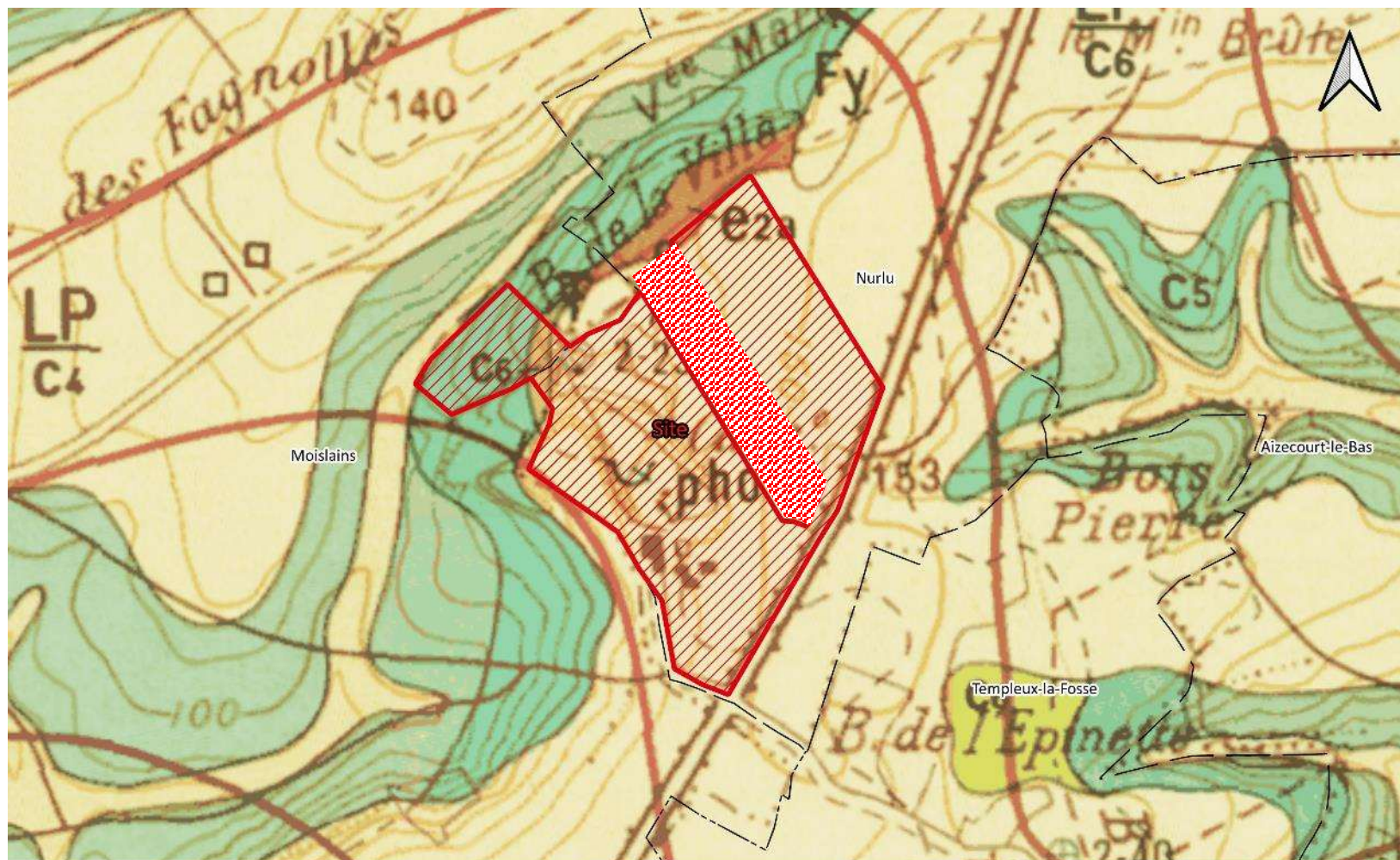
- Santonien inférieur (biozone d) ;
- Santonien moyen (biozone e) ;
- Campanien basa (biozone f-g).

D'après le rapport du BRGM 76-RDM-001 FE, le gisement de Nurlu correspond au Santonien inférieur (biozone d). Par suite de condensation, il peut être associée à des niveaux supérieurs associant ainsi les niveaux phosphatés 3 et 4.



Ces niveaux peuvent être associés à des poches de sables résultant de la décalcification des craies phosphatées sous l'action des eaux atmosphériques. Ces poches ou entonnoirs occupent toujours des volumes très restreints (1000 à 10000 m³) mais peuvent contenir des phosphates plus riches. Bien qu'il constitue un minerai à haute teneur, ce type de gisement, étant donné ses dimensions n'a pas fait l'objet d'exploitation.

Ces poches sont illustrées sur la coupe lithologique extraite de la notice de la carte géologique de Péronne.





Légende :

-  Emprise du site
-  Limites communales

CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCAL
Ecopôle site de Moislains Nurlu (80)

0 125 250 m



3.2.3 Prospections réalisées au droit du site

Une étude préalable à la mise en place du projet de Nurlu a été réalisée par les sociétés SMICESOL et Antea Group afin de qualifier le contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique pour la création de l'ISDND de Nurlu.

Cette étude a été complétée dans le cadre du présent projet par la réalisation de deux campagnes géotechniques en 2019 et 2022.

Au total, le contexte géotechnique peut être défini à l'aide de la réalisation de 4 campagnes de reconnaissances :

- Campagne de 1997 :
 - 5 piézomètres ;
 - 8 puits à la pelle mécanique ;
 - 4 sondages destructifs de 10 m de profondeur avec enregistrements des paramètres ;
- Campagne de juillet 2001 :
 - 1 sondage carotté jusqu'à 50 m de profondeur au nord-ouest du site. Ce sondage a été poursuivi en destructif jusqu'à 80 m de profondeur et équipé en piézomètre ;
 - 2 sondages destructifs à 20 m de profondeur avec des essais pressiométriques tous les 1,5 mètres de profondeur entre 1,5 et 15 m de profondeur et essais de perméabilité de type Nasberg par passes de 1 m entre 15 et 20 m de profondeur ;
- Campagne de février 2019 :
 - 4 sondages destructifs de 23 m de profondeur avec enregistrements des paramètres et essais de perméabilité de type NASBERG ;
- Campagne de mars 2022 :
 - Profils géophysiques de type électrique ;
 - 4 sondages avec essais pressiométriques et essais de perméabilité de type LEFRANC ;
 - 1 piézomètre amont.

Les reconnaissances géotechniques réalisées lors des deux premières campagnes ont permis de dresser le modèle géologique suivant :

- De 0 à 9,5 m : limons, sables ou argiles ;
- De 9,5 m à 15 m de profondeur : craie altérée ;
- De 15 m jusqu'à 50 m (fin de carottage) : craie saine.

À noter la présence possible de remblais voire de déchets en tête sur les 15 premiers mètres des sondages issus des activités historiques des anciennes carrières exploitées sur le site de Nurlu.

Les reconnaissances géotechniques entreprises lors de la campagne de février 2019 au Nord-Est du site permettent de confirmer le modèle géotechnique local ainsi que mettre en avant l'homogénéité du contexte :

- 0,50 à 3,20 m de limons ;
- Au-delà : substratum crayeux altéré puis sain.

Les reconnaissances géotechniques entreprises lors de la campagne de mars 2022 à l'Est du site permettent d'affiner le modèle géotechnique local ainsi que mettre en avant l'homogénéité du contexte :

- De 0 à 9.5 m : limons, sables ou argiles ;
- De 9,5 m à 21 m de profondeur : craie altérée avec silex ou sables potentiellement phosphatés ;
- De 15 m jusqu'à 50 m (fin de carottage) : craie saine.

Ces campagnes de reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques complémentaires permettent de mettre en avant un contexte au droit du futur casier D très similaire avec le site existant, caractériser par des formations limoneuses, puis crayeuses avec potentiellement des niveaux présentant des concentrations en phosphates remarquables.

Perméabilité des sols

Lors de la campagne de reconnaissances de 1997, des essais de perméabilité ont été réalisées sur la formation crayeuse et ont mis en avant un coefficient de perméabilité compris entre 8.10^{-5} et 3.10^{-6} m/s. Cette première série d'essai a été réalisée entre 5 et 10 mètres de profondeur, soit entre +132,5 et +121 m NGF.

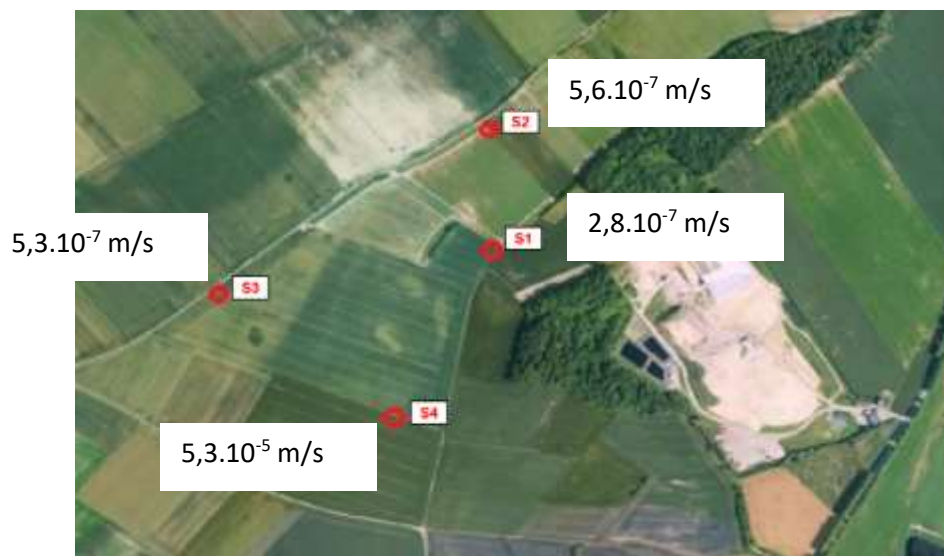
Lors de la campagne de 2001, les 10 essais de perméabilité ont été réalisées et ont mis en avant un coefficient de perméabilité compris entre $3,63.10^{-4}$ et 4.10^{-5} m/s. Cette seconde série a été réalisée entre 15 et 20 mètres de profondeur, soit entre +117 et +110 m NGF.

D'après l'étude géologique réalisée dans le cadre du DDAE, d'un point de vue structural, il n'est pas mentionné d'accidents majeurs, en revanche, un pli synclinal est signalé dont l'axe de direction sud-ouest nord-est passe par le site.

Le tableau suivant reprend les résultats des essais de perméabilité de la campagne de 2001 :

PROFONDEUR	SP1	SP2
15-16	$4,1.10^{-5}$	$2,9.10^{-5}$
16-17	$3,9.10^{-5}$	$3,8.10^{-5}$
17-18	$3,3.10^{-5}$	$3,6.10^{-4}$
18-19	$3,3.10^{-5}$	$3,1.10^{-5}$
19-20	$3,0.10^{-5}$	$2,0.10^{-5}$

En 2019, 4 essais de perméabilité ont été réalisés par la société GINGER entre 22 et 23 m de profondeur au Nord-Ouest du site ont mis en avant des coefficients de perméabilité de : $5,3.10^{-5}$, $5,3.10^{-7}$, $5,6.10^{-7}$ et $2,8.10^{-7}$ m/s.

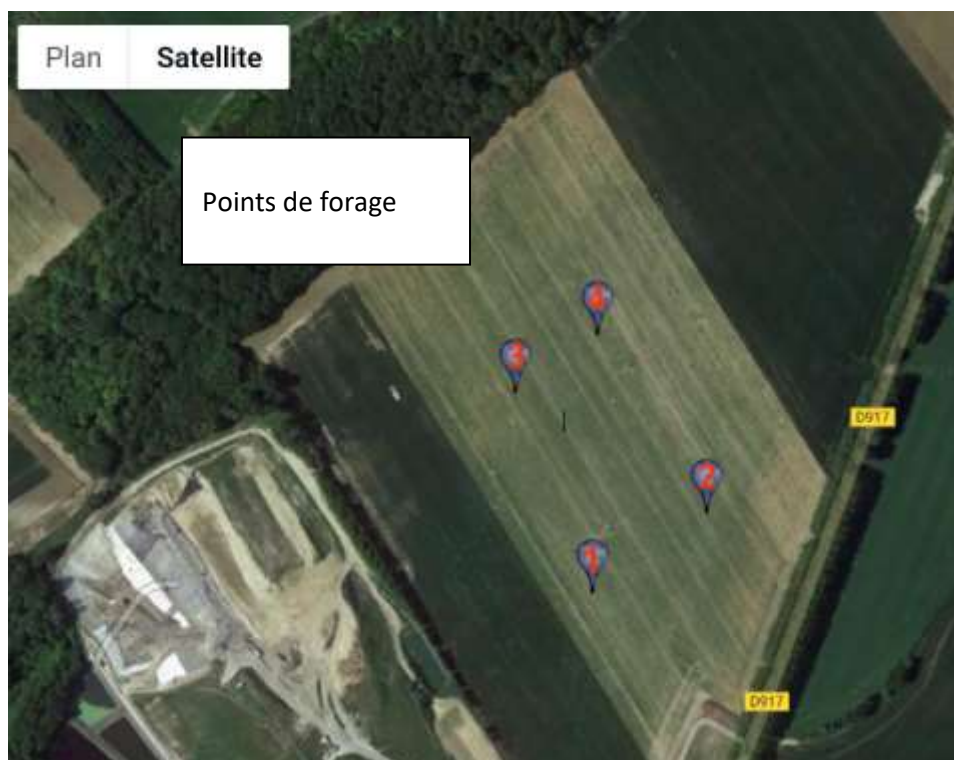


Cette campagne a été complétée en mars 2022 par la réalisation de 4 forages avec essais pressiométriques et essais de perméabilité tous les mètres entre 15 et 20 de profondeur, soit entre 125 et 135.85 m NGF. Les reconnaissances confiées à la société PONTIGNAC mettent en avant que :

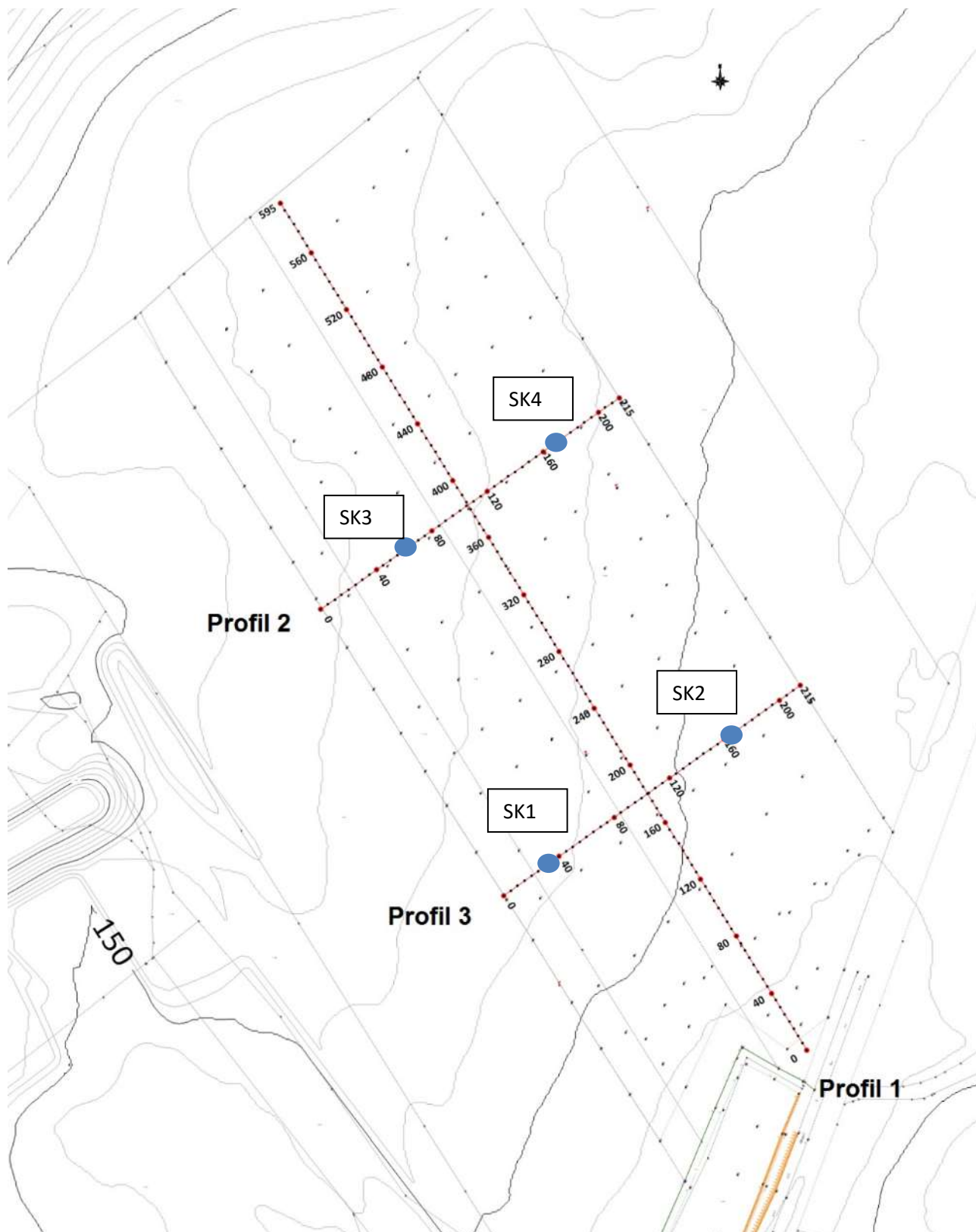
- Côté Ouest, au niveau de SK1 et SK2, les limons et sables argileux présentent une épaisseur comprise entre 3 et 7 m. La craie est ensuite rencontrée au delà de cette profondeur ;
- Côté Est, au droit de SK3, des limons et des sables argileux ont été rencontrés sur l'ensemble du forage. La craie est rencontrée à compter de 17.9m de profondeur, environ ; au niveau de SK4, la craie est rencontrée à partir de 3.5m après un recouvrement de limons et sables argileux.

Les essais de perméabilité réalisées conduisent à déterminer une perméabilité moyenne sur les 5 mètres testés entre $9.8 \cdot 10^{-6}$ et $3.3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

	SK1	SK2	SK3	SK4
15-16	$>1,10^{-4}$	$9,30\text{E-}06$	$1,20\text{E-}05$	$>1,2\text{e-}4$
16-17	$2,30\text{E-}05$	$1,80\text{E-}05$	$5,10\text{E-}06$	$5,60\text{E-}04$
17-18	$3,00\text{E-}05$	$5,50\text{E-}06$	$7,60\text{E-}05$	$5,80\text{E-}06$
18-19	$1,60\text{E-}05$	$>1,10^{-4}$	$1,00\text{E-}05$	$2,40\text{E-}04$
19-20	$8,00\text{E-}05$	$1,60\text{E-}05$	$8,40\text{E-}06$	$2,80\text{E-}04$
Moyenne harmonique sur 5 m	$3,29\text{E-}05$	$1,23\text{E-}05$	$9,77\text{E-}06$	$2,75\text{E-}05$



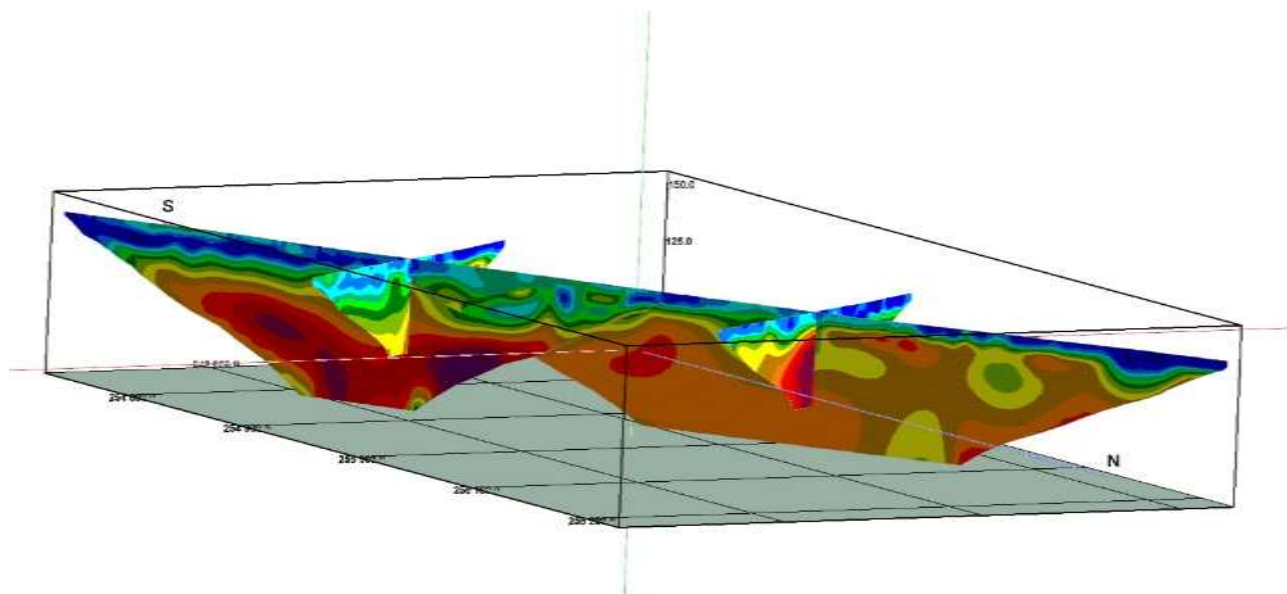
Ces forages ont été couplés avec 3 profils électriques, réalisés par IDUNA Environnement. Le plan d'implantation est le suivant :



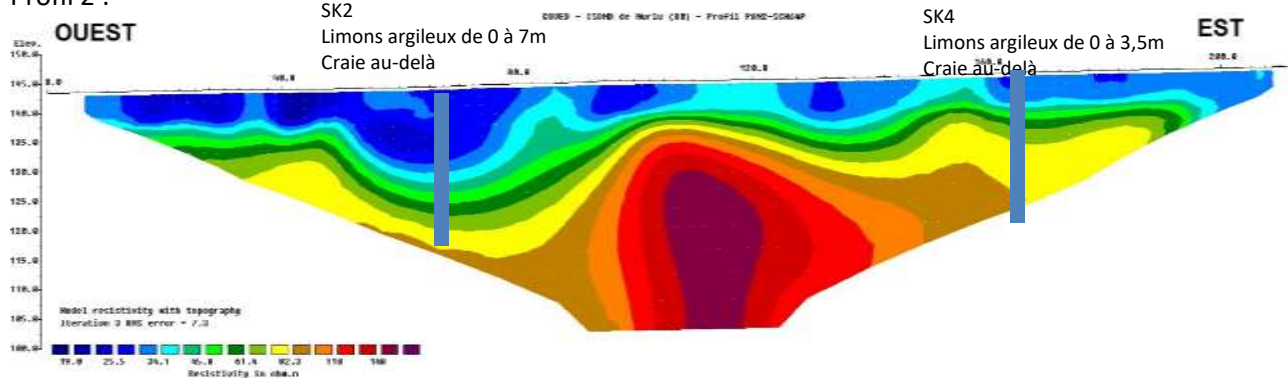
Les forages se situent sur les profils 2 et 3.

Source : IDUNA Environnement

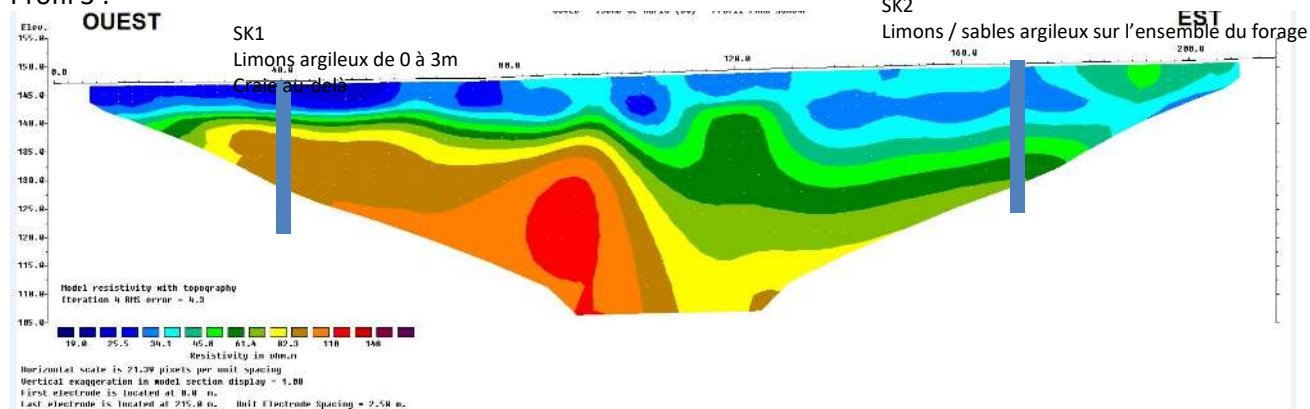
Profil 1 :



Profil 2 :



Profil 3 :



Ces reconnaissances permettent de bien affiner le modèle géologique :

- À Ouest et au Nord-Est, l'épaisseur de limons et sables varie entre 3 et 7 m de profondeur. Au-delà, la craie altérée en tête puis saine est attendue ;
- Au Sud-Est, l'épaisseur de limons et sables potentiellement phosphatés est de plus de 20 m ;
- L'épaisseur de limons et sables augmente globalement du Sud vers le Nord, de 3 m à 10 m environ.

Ainsi, le substratum est similaire à celui rencontré au niveau de l'ISDND1 : limons / sables argileux, potentiellement phosphatés, surmontant la craie altérée en tête puis saine. En terme de perméabilité, la couche de 5 m située sous l'arase de terrassement présente une perméabilité du même ordre de grandeur que celle déterminée pour l'ISDND 1, de l'ordre de 3.10^{-5} m/s.

Comme pour l'ISDND1 en cours d'exploitation, il n'est pas possible de garantir l'existence d'une couche de 5 m d'épaisseur d'une perméabilité inférieure ou égale à 1.10^{-6} m/s, ni celle d'une épaisseur de 1 m et d'une perméabilité inférieure ou égale à 1.10^{-9} m/s.

Il sera donc nécessaire de reconstituer un niveau de faible perméabilité pour garantir un niveau de protection de la ressource en eau équivalent à celui exigé par la réglementation en vigueur.

3.2.4 Hydrogéologie locale

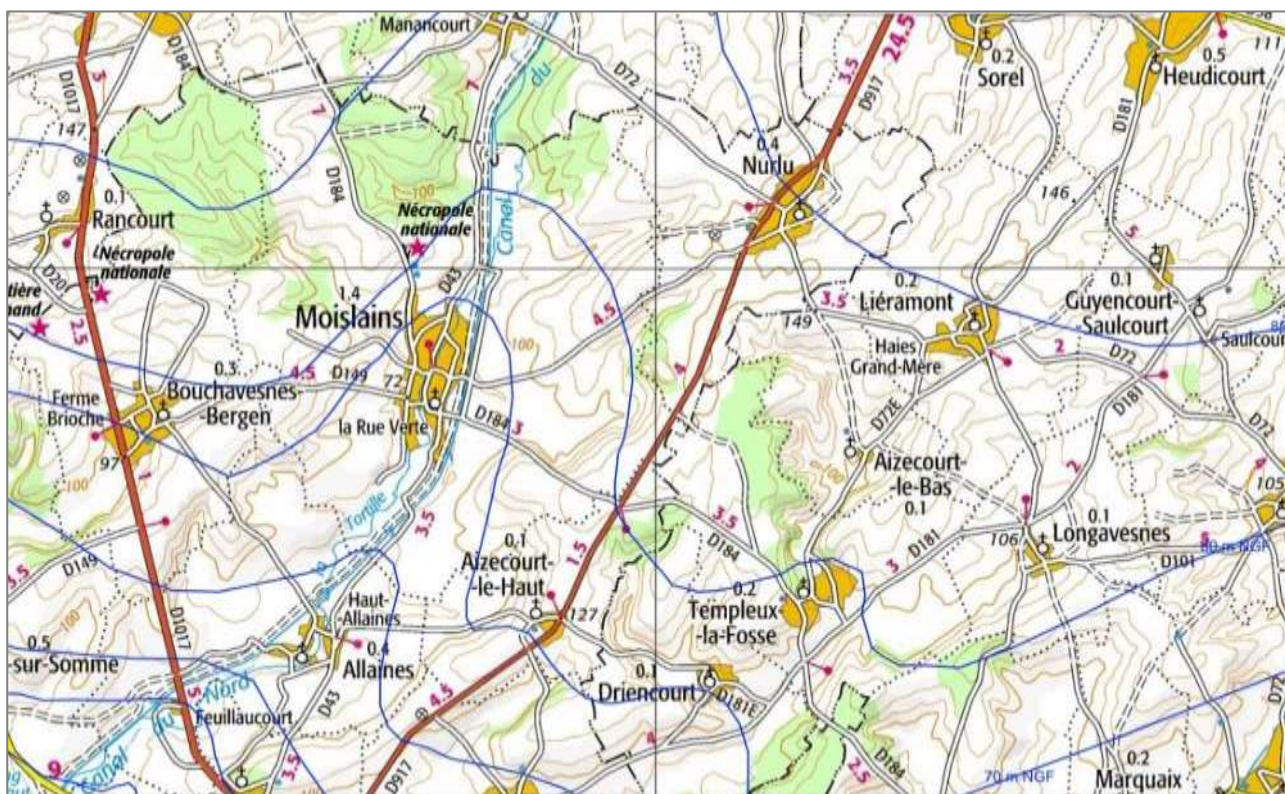
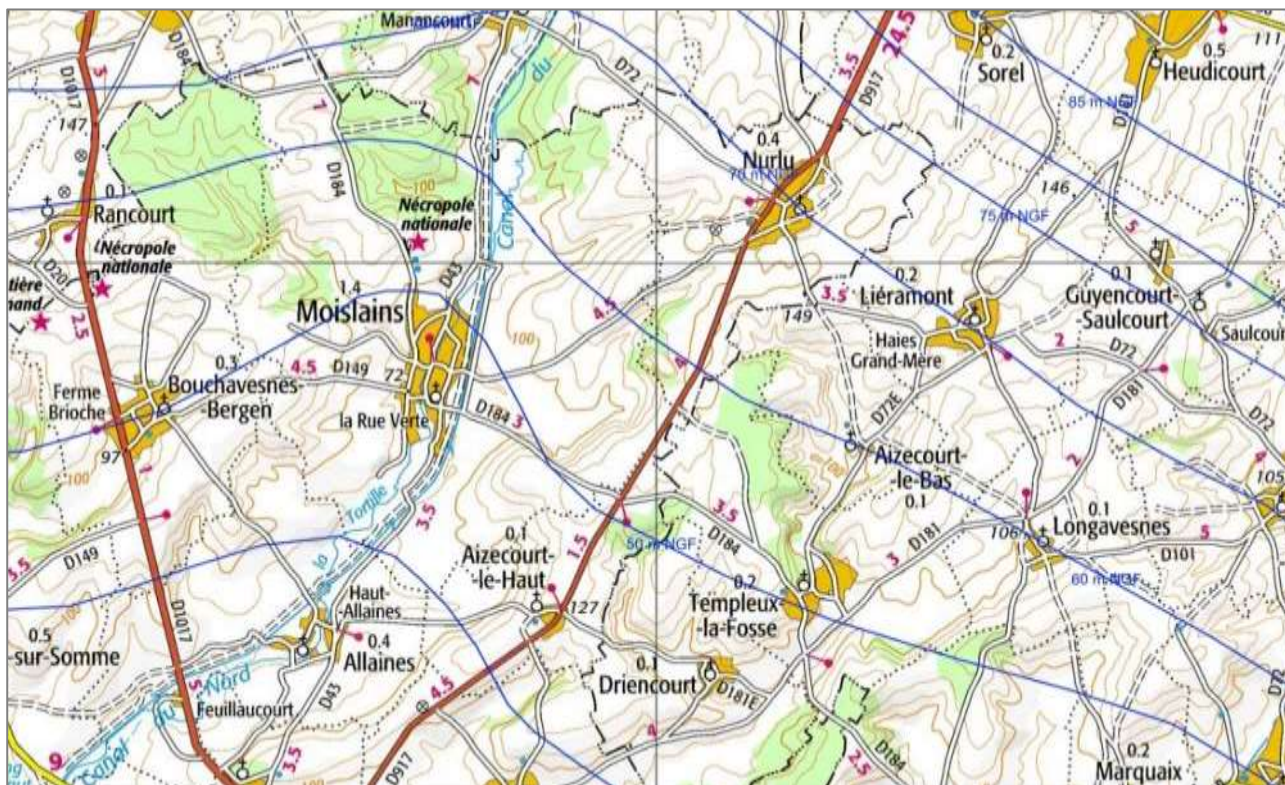
Plusieurs niveaux aquifères sont superposés dans la région de la Somme. Les plus élevés sont ceux des alluvions, des limons et des terrains tertiaires, mais ils sont peu importants. Le réseau le plus exploité est celui de la craie.

La première nappe rencontrée au droit du site est la nappe de la craie.

Le sondage BSS000EDAC (00482X0085/PZ1) situé à 300 mètres au Sud du site indique un niveau de la nappe de la craie à 73,9 m de profondeur (soit + 66,1 m NGF) le 15 Juillet 1992.

Cette nappe est considérée peu vulnérable à une éventuelle pollution provenant du site, étant donné sa profondeur.

Selon la carte piézométrique extraite du BRGM, le sens d'écoulement de la nappe de la craie est dirigé globalement vers le Sud-Ouest/Ouest au droit du site.



Le rapport *Examen géotechnique complémentaire – Bilan hydrique*, d'Antea, daté d'avril 2002, joint en annexe 22 dans la Pièce n°7 du dossier, indique :

« Lors de prélèvements d'eau du 16/5/2001 dans le piézomètre Pz1, la nappe de la craie était à une profondeur de 68,1 m, soit une cote de 71,9 m NGF.

Lors de prélèvements d'eau du 18/7/2001 dans le piézomètre Pz3, la nappe de la craie était à une profondeur de 65,7 m, soit une cote de 71,2 m NGF. »

Le rapport *Etude justificative pour l'équivalence en étanchéité passive – Note de calcul en mode hydro-dispersif*, Version 1, daté du 25/10/2012, établie par INSAValor indique en page 11 : *« Le niveau des plus hautes eaux au droit du site peut être estimé égal à +72,4 m NGF. A l'échelle du site, le sens d'écoulement de la nappe de la craie possède une direction du nord-est vers le sud-ouest avec un gradient hydraulique approximativement égal à 1%. »*

À l'échelle locale, l'installation de stockage de Nurlu est située hydrauliquement à proximité et à l'aval d'un dôme piézométrique dont le centre se répartit géographiquement au droit de la commune de Nurlu (EEC, 2002, DDAE). L'existence de ce dôme piézométrique a pour conséquence de limiter l'impluvium en rapport avec l'installation et d'infléchir les isopièzes jusqu'à créer une ligne de partage des eaux au droit de laquelle le flux devient nul. Cette ligne de partage des eaux souterraines passe par le site.

Les esquisses piézométriques réalisées pour le site existant (5 piézomètres existants, données de 2021) montrent le sens local d'écoulement de la nappe de la craie dirigé globalement vers l'Ouest. Les esquisses pour 4 campagnes de prélèvements de 2021 sont présentées en page suivante.

Un sixième piézomètre a été mis en place en mars 2022 en amont hydraulique de la future extension de l'ISDND. Ce piézomètre met en avant un niveau situé à 71.49 m NGF en mars 2022 et 70.92 m NGF en novembre 2022, soit à une profondeur d'environ 80 m.

Le niveau de la nappe au droit du site est estimé à environ 68/71.5 m NGF (périodes basses eaux/hautes eaux), soit en dessous du niveau des plus hautes eaux considéré dans les études déjà réalisées.

Le suivi piézométrique permet de tracer les esquisses piézométriques suivantes.

Carte piézométrique – Mesures du 17 mars 2021

Source : rapport de basse

CARTE PIEZOMETRIQUE - MESURES DU 17/03/2021

Ecopôle site de Moislains
Nurlu (80)

0 100 200 m

Légende :

- Emprise du site
- ▲ piézomètres
- Izopieze
- Sens écoulement



**Pz6
71.5 m
(mars
2022)**

Carte piézométrique – Mesures du 09 juin 2021

**CARTE PIEZOMETRIQUE -
MESURES DU 09/06/2021**

Ecopôle site de Moislains
Nurlu (80)

0 100 200 m

Légende :

- Emprise du site
- ▲ piézomètres
- Izopieze
- Sens écoulement



Carte piézométrique – Mesures du 20 septembre 2021

**CARTE PIEZOMETRIQUE -
MESURES DU 20/09/2021**

Ecopôle site de Moislains
Nurlu (80)

0 100 200 m

Légende :

- Emprise du site
- ▲ piézomètres
- Izopièze
- Sens écoulement



Carte piézométrique – Mesures du 24 novembre 2021

**CARTE PIEZOMETRIQUE -
MESURES DU 24/11/2021**

Ecopôle site de Moislains
Nurlu (80)

0 100 200 m

Légende :

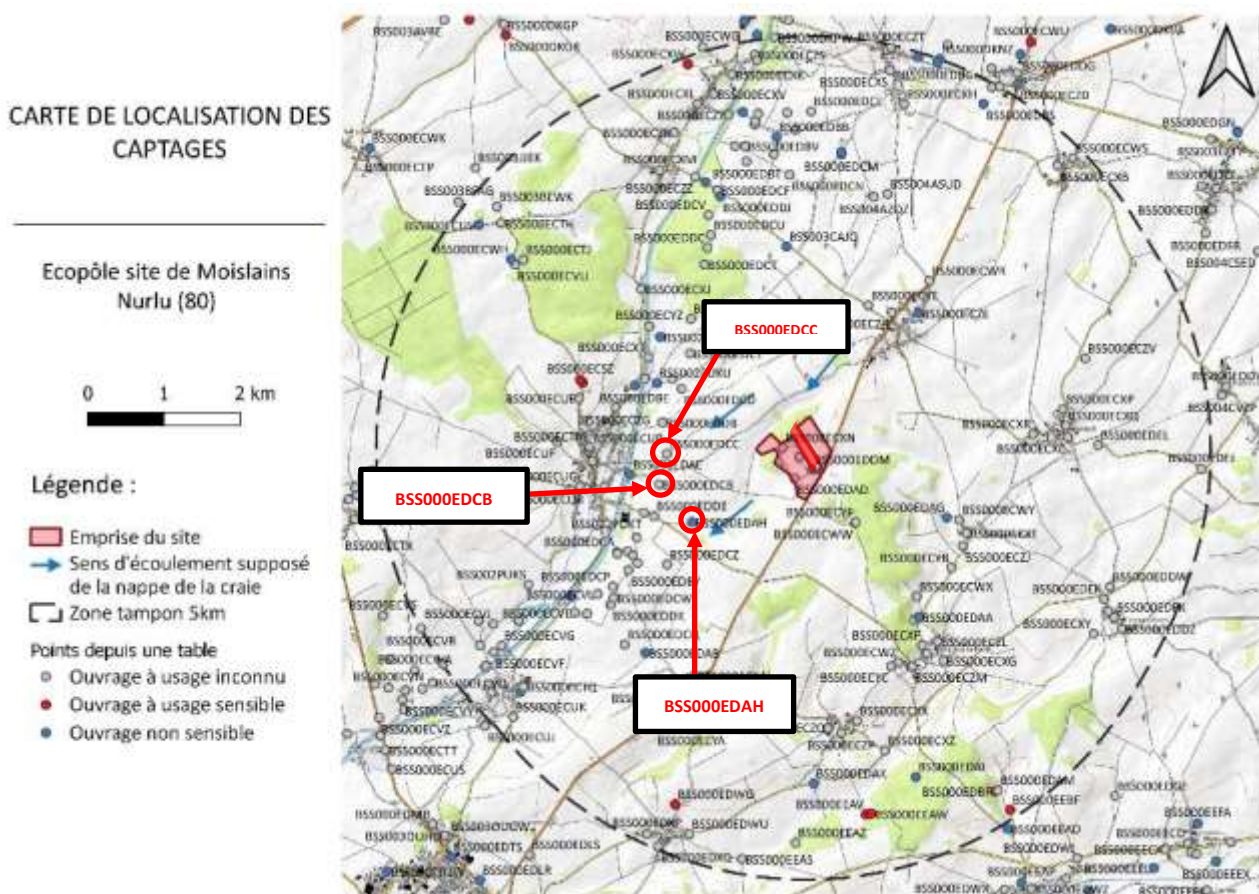
- Emprise du site
- ▲ piézomètres
- Izopièze
- Sens écoulement



3.2.5 Usages et prélèvements des eaux souterraines au droit du site

La base de données InfoTerre recense les captages d'eau privés ou publics qui ont été déclarés au BRGM. Les captages présents dans un rayon de 5 km autour du secteur d'étude, et recensés dans InfoTerre, sont listés dans les paragraphes qui suivent.

La carte suivante localise ces captages.



Deux catégories de captages sont recensées : les captages à usage non sensible (usage industriel, agricole ou individuel) et les captages à usage sensible (captages d'Alimentation en Eau Potable dits AEP).

Captages à usage non sensible

Dans la base de données du sous-sol du BRGM consultée sur le site internet Infoterre, 27 points de forage (usage inconnu, industriel, agricole, chauffage, construction) sont répertoriés dans un rayon de 5 km autour du site, en aval hydraulique. L'usage de ces captages est présenté dans le tableau en page suivante.

Identifiant	Nature	Commune	Profondeur (m)	Altitude (m)	Niveau d'eau (m)	État	Utilisation	Distance au site (m)	Orientation par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site
BSS000ECXN	PUITS	NURLU	93	135	N/R	N/R	N/R	0	-	Sur site
BSS000EDAC	FORAGE	NURLU	95	140	73,88	ACCES, MESURE, NON EXPLOITE, PRELEV, TUBE PLASTIQUE	N/R	0	-	Sur site
BSS000EDAD	FORAGE	NURLU	95	142	74,28	ACCES, MESURE, NON EXPLOITE, PRELEV, TUBE PLASTIQUE	N/R	0	-	Sur site
BSS000EDDM	FORAGE	NURLU	95	150	77,7	ACCES, MESURE, EXPLOITE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	PIEZOMETRE, QUALITE EAU	0	-	Sur site
BSS000ECWW	PUITS	TEMPLEUX LA FOSSE	94,1	146	N/R	N/R	N/R	705	Sud-est	Latéral
BSS000ECYF	FORAGE	TEMPLEUX LA FOSSE	252,9	147	N/R	N/R	N/R	710	Sud-est	Latéral
BSS000EDCC	FORAGE	MOISLAINS	35	93	30,15	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	1170	Ouest	Aval
BSS000EDCD	FORAGE	MOISLAINS	17	90	N/R	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	1255	Nord-ouest	Latéral
BSS000EDAH	FORAGE	MOISLAINS	70	88	30,64	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, CREPINE, EXPLOITE, TUBE PLASTIQUE	EAU IRRIGATION	1265	Ouest	Aval
BSS000EDDB	FORAGE	MOISLAINS	14,2	101	N/R	MESURE, ACCES, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	1285	Nord-ouest	Latéral
BSS000EDBC	FORAGE	MOISLAINS	35	82	20,5	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, CREPINE, EXPLOITE, TUBE PLASTIQUE	N/R	1355	Sud-ouest	Aval
BSS000ECZK	PUITS	MOISLAINS	8	78	N/R	N/R	N/R	1435	Nord-ouest	Latéral
BSS002PUKU	FORAGE	MOISLAINS	30	77	8,5	CREPINE, TUBE PLASTIQUE, MASSIF GRAVIER, CIMENTATION ANNULAIRE, RECOUVERT	PIEZOMETRE	1570	Ouest	Latéral
BSS000EDDE	FORAGE	MOISLAINS	5,5	98	N/R	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	1600	Ouest	Aval
BSS000ECYE	PUITS	NURLU	199,56	143	N/R	N/R	N/R	1650	Nord-est	Amont
BSS000EDAE	FORAGE	MOISLAINS	40	88	22,3	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, EXPLOITE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	EAU IRRIGATION	1685	Ouest	Aval
BSS002PUKT	FORAGE	MOISLAINS	60	97	11,5	CREPINE, TUBE PLASTIQUE, MASSIF GRAVIER, CIMENTATION ANNULAIRE, RECOUVERT	N/R	1685	Sud	Aval
BSS000ECZW	STATION-JAUGEAGE	MOISLAINS	N/R	80	N/R	N/R	N/R	1735	Ouest	Latéral
BSS000EDAG	FORAGE	AIZECOURT LE BAS	56	103	33,1	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, EXPLOITE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	EAU IRRIGATION	1735	Est	Latéral
BSS000ECZH	PUITS	NURLU	61,71	149,7	N/R	N/R	N/R	1740	Nord-est	Amont
BSS000EDBE	FORAGE	MOISLAINS	21	87	9,3	ACCES, PRELEV, POMPE, EXPLOITE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	EAU INDIVIDUELLE	1800	Nord-ouest	Latéral
BSS000EDCH	FORAGE	MOISLAINS	35	97	N/R	N/R	N/R	1840	Nord-ouest	Latéral
BSS000ECXT	FORAGE	MOISLAINS	32	75	N/R	N/R	N/R	1860	Nord-ouest	Latéral
BSS000ECWY	PUITS	AIZECOURT LE BAS	45,6	110	35,9	ACCES, MESURE, PAROI PIERRE, PRELEV	N/R	1900	Est	Latéral
BSS000EDCZ	FORAGE	MOISLAINS	N/R	134	N/R	N/R	N/R	1905	Sud-ouest	Aval
BSS000ECZG	PUITS	MOISLAINS	11,25	75	N/R	N/R	N/R	1925	Ouest	Latéral
BSS000ECWX	FORAGE	TEMPLEUX LA FOSSE	60	95	N/R	N/R	N/R	1930	Sud-est	Latéral
BSS002PUKV	FORAGE	MOISLAINS	20	81	6,5	CREPINE, TUBE PLASTIQUE, MASSIF GRAVIER, CIMENTATION ANNULAIRE, RECOUVERT	PIEZOMETRE	1930	Ouest	Latéral
BSS000EDCG	FORAGE	MOISLAINS	35	90,46	N/R	N/R	N/R	1945	Sud-ouest	Aval
BSS000ECZE	FORAGE	NURLU	56,1	145	49,62	ACCES, MESURE, NON EXPLOITE, NON PRELEV, PAROI PIERRE	PIEZOMETRE	1970	Nord	Amont
BSS000ECXE	PUITS	AIZECOURT LE BAS	34,9	102	N/R	N/R	N/R	2050	Sud-est	Latéral

Identifiant	Nature	Commune	Profondeur (m)	Altitude (m)	Niveau d'eau (m)	État	Utilisation	Distance au site (m)	Orientation par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site
BSS000ECZF	PUITS	MOISLAINS	25,2	87	N/R	N/R	N/R	2050	Ouest	Latéral
BSS000ECZJ	PUITS	AIZECOURT LE BAS	30	97	N/R	N/R	N/R	2085	Sud-est	Latéral
BSS000ECYB	FORAGE	AIZECOURT LE BAS	70,5	94	N/R	N/R	N/R	2100	Sud-est	Latéral
BSS000ECWV	PUITS	TEMPLEUX LA FOSSE	67	92	N/R	N/R	N/R	2125	Sud-est	Latéral
BSS000EDAF	FORAGE	TEMPLEUX LA FOSSE	41	92	29,92	ACCES, MESURE, PRELEV, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	PIEZOMETRE	2125	Sud-est	Latéral
BSS000ECYZ	FORAGE	MOISLAINS	13	81,7	N/R	N/R	N/R	2130	Nord-ouest	Latéral
BSS000EDCS	FORAGE	MOISLAINS	35	100	N/R	N/R	N/R	2135	Sud-ouest	Aval
BSS000EDAA	FORAGE	TEMPLEUX LA FOSSE	52,4	91	29,75	CREPINE, POMPE, TUBE PLASTIQUE, PRELEV, ACCES, EXPLOITE	EAU IRRIGATION	2140	Sud-est	Latéral
BSS000EDCX	FORAGE	MOISLAINS	70	93	29	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	2155	Sud-ouest	Aval
BSS000EDCY	FORAGE	MOISLAINS	50	93	34	ACCES, CREPINE, TUBE PLASTIQUE, MESURE	N/R	2155	Sud-ouest	Aval
BSS000ECTE	PUITS	MOISLAINS	14,2	75	N/R	N/R	N/R	2160	Ouest	Latéral
BSS000ECUP	FORAGE	MOISLAINS	174,5	73	N/R	N/R	N/R	2180	Ouest	Latéral
BSS000ECTM	PUITS	MOISLAINS	44,25	74	N/R	N/R	N/R	2190	Ouest	Latéral
BSS000ECTG	PUITS	MOISLAINS	65	74	N/R	N/R	N/R	2200	Ouest	Latéral
BSS003CAJQ	FORAGE	NURLU	90	134	54,3	CREPINE, TUBE PLASTIQUE	EAU AGRICOLE, EAU ASPERSION	2255	Nord	Latéral
BSS000EDCA	FORAGE	MOISLAINS	35	80	20,4	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	2270	Sud-ouest	Aval
BSS000EDCR	FORAGE	MOISLAINS	45	80	N/R	N/R	N/R	2281	Sud-ouest	Aval
BSS000ECUR	FORAGE	MOISLAINS	12,5	70	N/R	N/R	N/R	2290	Ouest	Latéral
BSS000EDBY	FORAGE	MOISLAINS	45	100	36,1	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	2305	Sud-ouest	Aval
BSS000ECUG	PUITS	MOISLAINS	13,2	72	N/R	N/R	N/R	2365	Ouest	Latéral
BSS000ECWR	FORAGE	NURLU	N/R	148	N/R	N/R	N/R	2380	Nord-est	Amont
BSS000EDCT	FORAGE	MOISLAINS	20	117	N/R	N/R	N/R	2390	Nord	Latéral
BSS000ECUE	PUITS	MOISLAINS	34	100	N/R	N/R	N/R	2420	Ouest	Latéral
BSS000ECWF	PUITS	MOISLAINS	53	106	39,53	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, EXPLOITE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	AEP	2445	Ouest	Latéral
BSS000ECXF	PUITS	TEMPLEUX LA FOSSE	37	97	N/R	N/R	N/R	2450	Sud-est	Latéral
BSS000ECWZ	PUITS	TEMPLEUX LA FOSSE	67	125	60,5	ACCES, MESURE, PAROI PIERRE, PRELEV	N/R	2460	Sud-est	Latéral
BSS000ECYC	FORAGE	TEMPLEUX LA FOSSE	107	122	N/R	N/R	N/R	2460	Sud-est	Latéral
BSS000ECSZ	PUITS	MOISLAINS	61	105,02	38,8	ACCES, EXPLOITE, MESURE, PAROI NUE, PAROI PIERRE, POMPE, PRELEV, TUBE METAL	AEP, EAU SERVICE PUBLIC	2490	Ouest	Latéral
BSS000ECZL	PUITS	TEMPLEUX LA FOSSE	26,7	91	N/R	N/R	N/R	2545	Sud-est	Latéral
BSS000ECXJ	PUITS	MOISLAINS	9,4	86	N/R	N/R	N/R	2560	Nord-ouest	Latéral
BSS000ECZN	PUITS	TEMPLEUX LA FOSSE	25,5	90	N/R	N/R	N/R	2570	Sud-est	Latéral
BSS000EDDC	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	122	15	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	2585	Nord	Latéral
BSS000ECZM	PUITS	TEMPLEUX LA FOSSE	43,5	107	N/R	N/R	N/R	2600	Sud-est	Latéral
BSS000EDCP	FORAGE	MOISLAINS	35	98,33	N/R	N/R	N/R	2600	Sud-ouest	Aval
BSS000ECUF	PUITS	MOISLAINS	18,2	79	N/R	N/R	N/R	2610	Ouest	Latéral
BSS000ECXR	PUITS	LIERAMONT	53,65	145	N/R	N/R	N/R	2665	Est	Latéral
BSS000EDCW	FORAGE	MOISLAINS	36,1	98	N/R	N/R	N/R	2700	Sud-ouest	Aval
BSS000EDCU	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	35	125	N/R	N/R	N/R	2715	Nord	Latéral

Identifiant	Nature	Commune	Profondeur (m)	Altitude (m)	Niveau d'eau (m)	État	Utilisation	Distance au site (m)	Orientation par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site
BSS000ECXA	PUITS	AIZECOURT LE HAUT	77,16	131	75,37	ACCES, EXPLOITE, MESURE, PAROI PIERRE, POMPE, REBOUCHE, REMBLAI, NON EXPLOITE	EAU COLLECTIVE	2730	Sud	Aval
BSS000ECXG	PUITS	TEMPLEUX LA FOSSE	24,5	84	N/R	N/R	N/R	2785	Sud-est	Latéral
BSS000EDBZ	FORAGE	MOISLAINS	45	97	41,5	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	2785	Sud-ouest	Aval
BSS000EDDK	FORAGE	MOISLAINS	38,4	98,88	35,3	N/R	N/R	2795	Sud-ouest	Aval
BSS000ECVL	FORAGE	MOISLAINS	30	90,19	N/R	N/R	N/R	2815	Sud-ouest	Aval
BSS000EDAB	FORAGE	AIZECOURT LE HAUT	70	90	25	TUBE PLASTIQUE, PRELEV, ACCES, MESURE, EXPLOITE	EAU IRRIGATION	2875	Sud-ouest	Aval
BSS000EDCV	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	120,45	N/R	N/R	N/R	2965	Nord	Latéral
BSS000ECXX	PUITS	DRIENCOURT	42,3	97	N/R	N/R	N/R	2985	Sud	Latéral
BSS000EDCQ	FORAGE	AIZECOURT LE HAUT	45	92	N/R	N/R	N/R	3000	Sud-ouest	Aval
BSS004AZQZ	FORAGE	EQUANCOURT	63	110	35	ACCES, EXPLOITE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	3005	Nord	Amont
BSS000ECZQ	PUITS	DRIENCOURT	31,3	86	N/R	N/R	N/R	3010	Sud	Latéral
BSS000EDBD	FORAGE	AIZECOURT LE HAUT	102	120	67,4	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE, EXPLOITE	EAU AGRICOLE	3010	Sud	Latéral
BSS003ZHWO	FORAGE	DRIENCOURT	58	85,63	30	CREPINE	N/R	3020	Sud	Latéral
BSS000ECVK	FORAGE	MOISLAINS	30	91,6	N/R	N/R	N/R	3095	Sud-ouest	Aval
BSS004ASUD	FORAGE	EQUANCOURT	57	111	24,35	REBOUCHE	N/R	3095	Nord	Amont
BSS000ECTK	PUITS	MOISLAINS	27	81	N/R	ACCES, EXPLOITE, MESURE, PAROI PIERRE, POMPE	EAU CHEPTEL, EAU INDIVIDUELLE	3100	Sud-ouest	Aval
BSS000ECXP	PUITS	LIERAMONT	46,7	140	N/R	N/R	N/R	3100	Est	Latéral
BSS000ECZP	PUITS	DRIENCOURT	37,4	94	N/R	N/R	N/R	3100	Sud	Latéral
BSS000ECXQ	PUITS	LIERAMONT	45,3	136	N/R	REBOUCHE	N/R	3105	Nord-est	Amont
BSS000ECXC	PUITS	LIERAMONT	43,7	127	N/R	N/R	N/R	3120	Est	Latéral
BSS000EDDJ	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	35,05	116	N/R	N/R	PIEZOMETRE	3125	Nord	Latéral
BSS000EDDN	FORAGE	AIZECOURT LE HAUT	100	111	55,85	ACCES, EXPLOITE, MESURE, TUBE PLASTIQUE, PRELEV	EAU AGRICOLE	3160	Sud	Latéral
BSS000EDCN	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	111	N/R	N/R	N/R	3190	Nord	Amont
BSS000ECVE	FORAGE	MOISLAINS	21,5	83,73	17	CREPINE, TUBE PLASTIQUE, ACCES, MESURE	N/R	3205	Sud-ouest	Aval
BSS000EDCF	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	120	N/R	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	3215	Nord	Latéral
BSS000ECYA	FORAGE	AIZECOURT LE HAUT	98,5	98	N/R	N/R	N/R	3360	Sud	Latéral
BSS002PUKW	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	97	17,1	CREPINE, TUBE PLASTIQUE, MASSIF GRAVIER, CIMENTATION ANNULAIRE, RECOUVERT	PIEZOMETRE	3375	Nord	Latéral
BSS000EDBT	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	114,27	N/R	N/R	N/R	3455	Nord-ouest	Amont
BSS000ECXZ	FORAGE	DRIENCOURT	91,5	75	N/R	N/R	N/R	3460	Sud-est	Latéral
BSS000EDBW	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	20	104	N/R	ACCES, TUBE PLASTIQUE, CREPINE, MESURE	N/R	3475	Nord	Latéral
BSS000EDCM	FORAGE	EQUANCOURT	30	112	N/R	ABANDONNE	PIEZOMETRE	3475	Nord	Amont
BSS002PUKS	FORAGE	MOISLAINS	55	75	9,8	CREPINE, TUBE PLASTIQUE, MASSIF GRAVIER, CIMENTATION ANNULAIRE, RECOUVERT	N/R	3480	Sud	Aval

Identifiant	Nature	Commune	Profondeur (m)	Altitude (m)	Niveau d'eau (m)	État	Utilisation	Distance au site (m)	Orientation par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site
BSS000ECZZ	STATION-JAUGEAGE	ETRICOURT MANANCOURT	N/R	85	N/R	N/R	N/R	3490	Ouest	Latéral
BSS002PTAX	FORAGE	EQUANCOURT	40	113,67	35,6	CIMENTATION ANNULAIRE, CREPINE, EXPLOITE, TUBE PLASTIQUE, MASSIF GRAVIER, RECOUVERT	PIEZOMETRE	3505	Nord	Amont
BSS000EDEL	FORAGE	LIERAMONT	73	124	N/R	N/R	N/R	3515	Est	Latéral
BSS000ECZV	FORAGE	LIERAMONT	100	152,85	N/R	N/R	N/R	3560	Est	Latéral
BSS000EDDQ	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	38	108,76	N/R	N/R	N/R	3650	Nord	Latéral
BSS000EDBV	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	109	N/R	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	3655	Nord	Latéral
BSS000EDCJ	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	25	108	N/R	N/R	N/R	3690	Nord	Latéral
BSS000EDBB	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	57	94	16,23	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE, EXPLOITE	EAU IRRIGATION	3700	Nord	Latéral
BSS000EDAK	FORAGE	DRIENCOURT	44,5	84,41	28,1	ACCES, MESURE, PRELEV, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	PIEZOMETRE	3735	Sud	Latéral
BSS000ECXM	PUITS	ETRICOURT MANANCOURT	21	101	N/R	N/R	N/R	3760	Nord	Latéral
BSS000EDDD	FORAGE	EQUANCOURT	20	104	N/R	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	3775	Nord	Latéral
BSS000ECVH	FORAGE	ALLAINES	10	63	6,5	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	3845	Sud-ouest	Aval
BSS000EDBU	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	91	N/R	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	3905	Nord-ouest	Amont
BSS000EDAL	FORAGE	DRIENCOURT	74,5	114,47	55,87	ACCES, MESURE, PRELEV, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	PIEZOMETRE	3920	Sud-est	Latéral
BSS000ECTJ	PUITS	MOISLAINS	59	122	N/R	N/R	N/R	3945	Nord-ouest	Latéral
BSS000EDCK	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	92,36	13,6	N/R	N/R	3950	Nord	Latéral
BSS000ECVU	FORAGE	MOISLAINS	65	120	N/R	N/R	N/R	3990	Nord-ouest	Latéral
BSS000EDDF	FORAGE	VILLERS CARBONNEL	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	4005	Nord	Latéral
BSS000EDCL	FORAGE	EQUANCOURT	30	115	N/R	N/R	N/R	4010	Nord	Amont
BSS000EDDA	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	97	N/R	MESURE, ACCES, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	4035	Nord	Latéral
BSS000EDEK	FORAGE	LONGAVESNES	100,5	104	N/R	N/R	N/R	4055	Sud-est	Latéral
BSS000EDDW	PUITS	LONGAVESNES	39	110	N/R	N/R	N/R	4065	Est	Latéral
BSS000ECWH	FORAGE	MOISLAINS	80	120	43,2	TUBE PLASTIQUE, CREPINE, ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, EXPLOITE	EAU AGRICOLE	4075	Nord-ouest	Latéral
BSS002PUKX	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	30	89	10,5	CREPINE, TUBE PLASTIQUE, MASSIF GRAVIER, CIMENTATION ANNULAIRE, RECOUVERT	PIEZOMETRE	4095	Nord	Latéral
BSS000ECZY	STATION-JAUGEAGE	ETRICOURT MANANCOURT	N/R	88	N/R	N/R	N/R	4110	Ouest	Amont
BSS000ECZR	PUITS	ETRICOURT MANANCOURT	9	87	N/R	N/R	N/R	4135	Nord	Latéral
BSS000ECVJ	FORAGE	ALLAINES	35	68	N/R	N/R	N/R	4145	Sud-ouest	Aval
BSS000ECXY	FORAGE	LONGAVESNES	67,5	97	N/R	N/R	N/R	4150	Sud-est	Latéral
BSS000EDFL	FORAGE	LONGAVESNES	70	108	N/R	N/R	N/R	4180	Sud-est	Latéral

Identifiant	Nature	Commune	Profondeur (m)	Altitude (m)	Niveau d'eau (m)	État	Utilisation	Distance au site (m)	Orientation par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site
BSS000EEAV	FORAGE	DRIENCOURT	45	78	20,37	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, EXPLOITE, CREPINE, TUBE METAL	AEP	4215	Sud	Latéral
BSS000ECVG	FORAGE	ALLAINES	15	61	6,6	CREPINE, ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE	N/R	4220	Sud-ouest	Aval
BSS000EEAW	FORAGE	DRIENCOURT	45	79	21,44	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, EXPLOITE, CREPINE, TUBE METAL	AEP	4220	Sud	Latéral
BSS000EDFK	PUITS	LONGAVESNES	40,6	112	N/R	N/R	N/R	4285	Est	Latéral
BSS002PUKR	FORAGE	ALLAINES	55	81	13,5	CREPINE, TUBE PLASTIQUE, MASSIF GRAVIER, CIMENTATION ANNULAIRE, RECOUVERT	N/R	4285	Sud	Aval
BSS000ECXH	PUITS	EQUANCOURT	24,8	107,58	N/R	N/R	N/R	4290	Nord-est	Amont
BSS000ECVF	FORAGE	ALLAINES	30	61	5,5	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	4360	Sud-ouest	Aval
BSS000EDWG	FORAGE	BUSSU	80	97	42,5	ACCES, EXPLOITE, MESURE, POMPE, PRELEV, TUBE METAL	AEP, EAU SERVICE PUBLIC	4360	Sud	Latéral
BSS000ECTQ	PUITS	ALLAINES	26,67	80	N/R	N/R	N/R	4365	Sud-ouest	Aval
BSS000ECXL	PUITS	ETRICOURT MANANCOURT	18,3	101	N/R	N/R	N/R	4370	Nord	Latéral
BSS000ECXV	PUITS	ETRICOURT MANANCOURT	23,53	95	N/R	N/R	N/R	4425	Nord	Latéral
BSS000EDDZ	PUITS	LONGAVESNES	52,5	110	N/R	N/R	N/R	4440	Est	Latéral
BSS000ECUZ	FORAGE	ALLAINES	36	71	21,25	ACCES, MESURE, PRELEV, POMPE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE, EXPLOITE	EAU AGRICOLE	4445	Sud-ouest	Aval
BSS000ECWE	FORAGE	ALLAINES	5	64	N/R	N/R	N/R	4450	Sud-ouest	Aval
BSS000ECTH	PUITS	MOISLAINS	58,2	146	N/R	N/R	N/R	4480	Nord-ouest	Latéral
BSS000EEAZ	FORAGE	DRIENCOURT	19,2	67	11,46	INACCES, REBOUCHE		4515	Sud	Latéral
BSS000ECTR	PUITS	ALLAINES	10,85	61	N/R	N/R	N/R	4550	Sud-ouest	Aval
BSS000EDBF	FORAGE	TINCOURT BOUCLY	43	81	21,35	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE METAL	AEP	4565	Sud-est	Latéral
BSS000EDAM	FORAGE	TINCOURT BOUCLY	47,37	80	19,72	ACCES, MESURE, PRELEV, CREPINE, NON EXPLOITE, TUBE PLASTIQUE	N/R	4580	Sud-est	Latéral
BSS000ECXK	PUITS	ETRICOURT MANANCOURT	8,8	95	N/R	N/R	N/R	4610	Nord	Latéral
BSS000ECXB	PUITS	SOREL	42,5	126	N/R	N/R	N/R	4635	Nord-est	Amont
BSS000EDWU	FORAGE	BUSSU	59,5	78	N/R	N/R	N/R	4660	Sud	Latéral
BSS003BEWK	FORAGE	MOISLAINS	83	142	52,9	CREPINE	N/R	4665	Nord-ouest	Latéral
BSS000ECXS	PUITS	EQUANCOURT	13,12	95	N/R	N/R	N/R	4670	Nord-ouest	Amont
BSS000ECUV	FORAGE	MOISLAINS	75	147	57	ACCES, MESURE, PRELEV, TUBE PLASTIQUE, EXPLOITE, POMPE, CREPINE	EAU DOMESTIQUE	4685	Nord-ouest	Latéral
BSS000EDBS	FORAGE	SOREL	42	100	16,4	ACCES, MESURE, PRELEV, TUBE PLASTIQUE, CREPINE, EXPLOITE, POMPE	EAU IRRIGATION	4705	Nord-est	Amont
BSS000ECUH	PUITS	ALLAINES	9	57	N/R	N/R	N/R	4720	Sud-ouest	Aval
BSS000ECZX	STATION-JAUGEAGE	ETRICOURT MANANCOURT	N/R	90	N/R	N/R	N/R	4735	Ouest	Amont
BSS000ECUK	PUITS	ALLAINES	12,85	64	N/R	N/R	N/R	4740	Sud-ouest	Aval
BSS000EEAS	FORAGE	BUSSU	20	62	10,3	ACCES, MESURE, PRELEV, CREPINE, NON EXPLOITE, TUBE PLASTIQUE	QUALITE EAU, PIEZOMETRE	4800	Sud	Latéral

Identifiant	Nature	Commune	Profondeur (m)	Altitude (m)	Niveau d'eau (m)	État	Utilisation	Distance au site (m)	Orienta-tion par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site
BSS000ECZS	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	N/R	91	N/R	N/R	N/R	4810	Ouest	Amont
BSS000ECWS	PUITS	SOREL	45	124	N/R	N/R	N/R	4850	Nord-est	Amont
BSS000EDXP	PUITS	BUSSU	27,45	80	N/R	N/R	N/R	4865	Sud	Latéral
BSS000EDEJ	FORAGE	GUYENCOURT SAULCOURT	54,5	116,5	N/R	N/R	N/R	4880	Nord-est	Amont
BSS000EEBF	FORAGE	TINCOURT BOUCLY	43	81	16,21	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE METAL	AEP	4885	Sud-est	Latéral
BSS000ECXW	PUITS	ETRICOURT MANANCOURT	33	93,26	10,6	ACCES, EXPLOITE, MESURE, PAROI BETON, PAROI NUE, POMPE, PRELEV	AEP, EAU SERVICE PUBLIC	4905	Nord-ouest	Amont
BSS000ECXU	PUITS	EQUANCOURT	26,38	105	N/R	N/R	N/R	4925	Nord-ouest	Amont
BSS003SOUA	FORAGE	EQUANCOURT	50	102	21,8	CREPINE, POMPE, CIMENTATION ANNULAIRE, TUBE PLASTIQUE	EAU ASPERSION, EAU AGRICOLE	4935	Nord	Amont
BSS000ECWT	PUITS	FINS	48	101	N/R	N/R	N/R	4945	Nord	Amont
BSS000EDXQ	PUITS	BUSSU	20,5	72,5	N/R	N/R	N/R	4955	Sud	Latéral
BSS000ECZT	PUITS	EQUANCOURT	29,9	106	N/R	N/R	N/R	4965	Nord-ouest	Amont
BSS000ECVX	FORAGE	ALLAINES	30	83	16,8	CREPINE, ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE	N/R	4990	Nord-ouest	Amont
BSS000ECVR	FORAGE	ALLAINES	30	106,91	N/R	N/R	N/R	4995	Sud-ouest	Aval
BSS000DKNZ	FORAGE	FINS	35	106	25,05	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	PIEZOMETRE	5000	Nord	Amont
BSS000DKPW	FORAGE	ETRICOURT MANANCOURT	35	95	N/R	MESURE, CREPINE, ACCES, TUBE PLASTIQUE	N/R	5000	Nord-ouest	Amont
BSS000ECXD	PUITS	FINS	13,7	100	N/R	N/R	N/R	5000	Nord-est	Amont
BSS000EDCB	FORAGE	MOISLAINS	35	82	20,5	ACCES, MESURE, TUBE PLASTIQUE, CREPINE	N/R	13520	Ouest	Aval
BSS000EDCE	FORAGE	MOISLAINS	20	93	N/R	ACCES, MESURE, CREPINE, TUBE PLASTIQUE	N/R	14995	Nord-ouest	Latéral

Les forages situés à moins de 1 km de la zone d'études sont présentés dans le tableau ci-dessous et repérés sur la carte suivante :

IDENTIFIANT	NATURE	NIVEAU D'EAU,	UTILISATION	DISTANCE AU SITE, M	ORIENTATION PAR RAPPORT AU SITE
BSS000EDCC	FORAGE	30.15	N/R (Étude Canal Seine Nord	1170	Ouest
BSS000EDCB	FORAGE	20.50	N/R (Étude Canal Seine Nord	1355	Ouest
BSS000EDAH	FORAGE	30.64	EAU-IRRIGATION	1265	Ouest

N/R : non renseigné

Étant donné leur proximité ($\leq 1\ 400\ m$), ces captages sont considérés potentiellement vulnérables vis-à-vis d'une éventuelle pollution provenant du site.

Captages à usage sensible

Dans la base de données du sous-sol du BRGM consultée sur le site internet d'infoterre, 5 captages sont répertoriés dans un rayon de 5 km autour du site, dont aucun n'est situé en aval hydraulique de celui-ci.

Selon les données transmises par la délégation territoriale de l'Agence Régionale de Santé (ARS) de la Somme, il **existe 1 captage d'alimentation en eau potable** dans un rayon de 3 km autour du site. Le périmètre de protection du captage associé est situé à environ 2,2 km au nord-ouest du site.

Plusieurs captages d'alimentation en eau (public et privé) sont localisés dans un périmètre de 5 km autour du site :

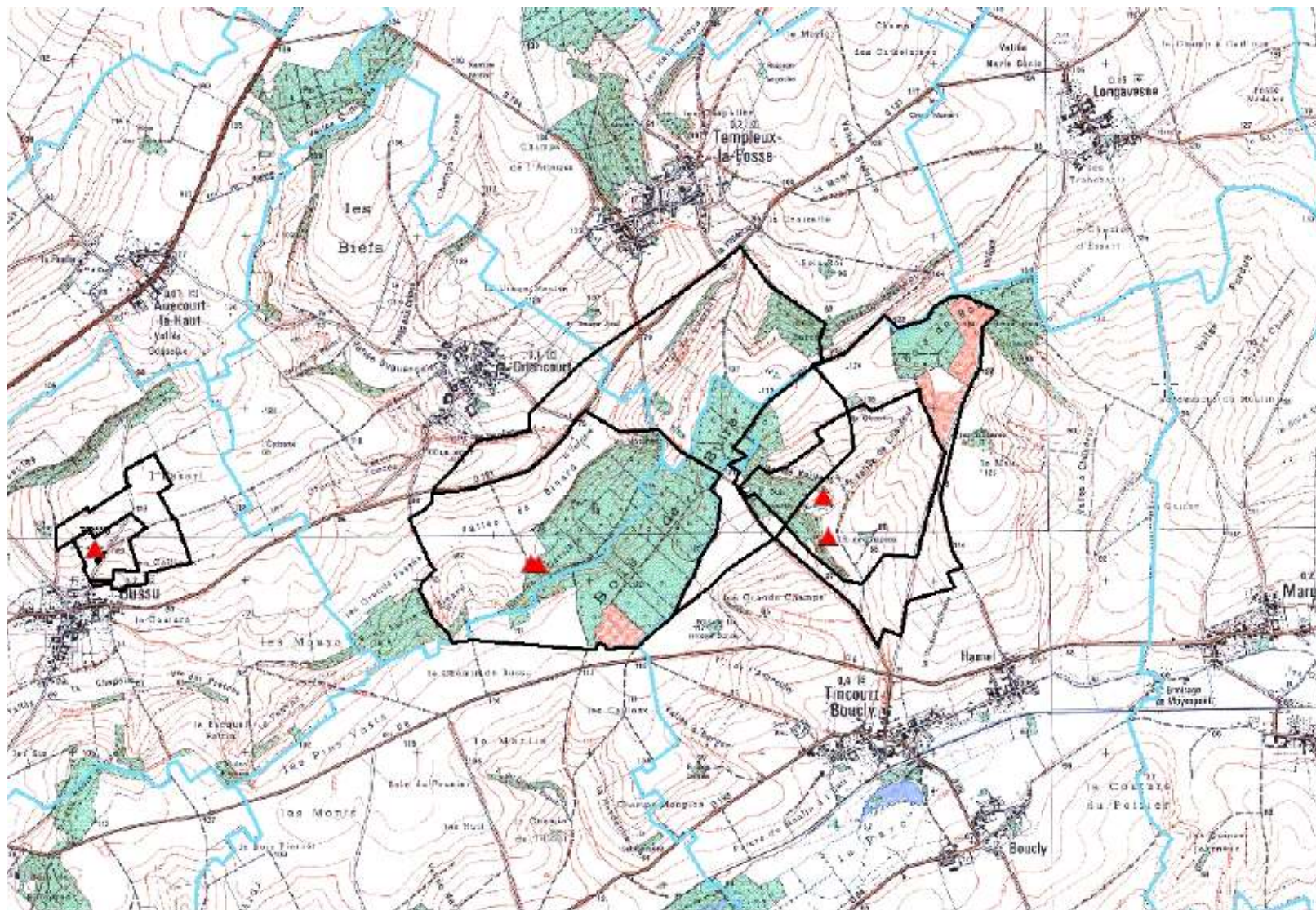
- 1 captage sur la commune de Moislains, à environ 2 km à l'Ouest du site (en position latérale hydraulique/de l'autre côté du Canal du Nord) ;
- 1 captage sur la commune de Bussu, à environ 4,5 km au Sud du site (en position latérale hydraulique) ;
- 1 captage sur la commune d'Étricourt-Manancourt, à environ 4,7 km au Nord du site (en amont hydraulique) ;
- 1 captage sur la commune de Driencourt, à environ 4,8 km au Sud du site (en position latérale hydraulique) ;
- 2 captages sur la commune de Tincourt-Boucly, à environ 4,8 km au Sud du site (en position latérale hydraulique).

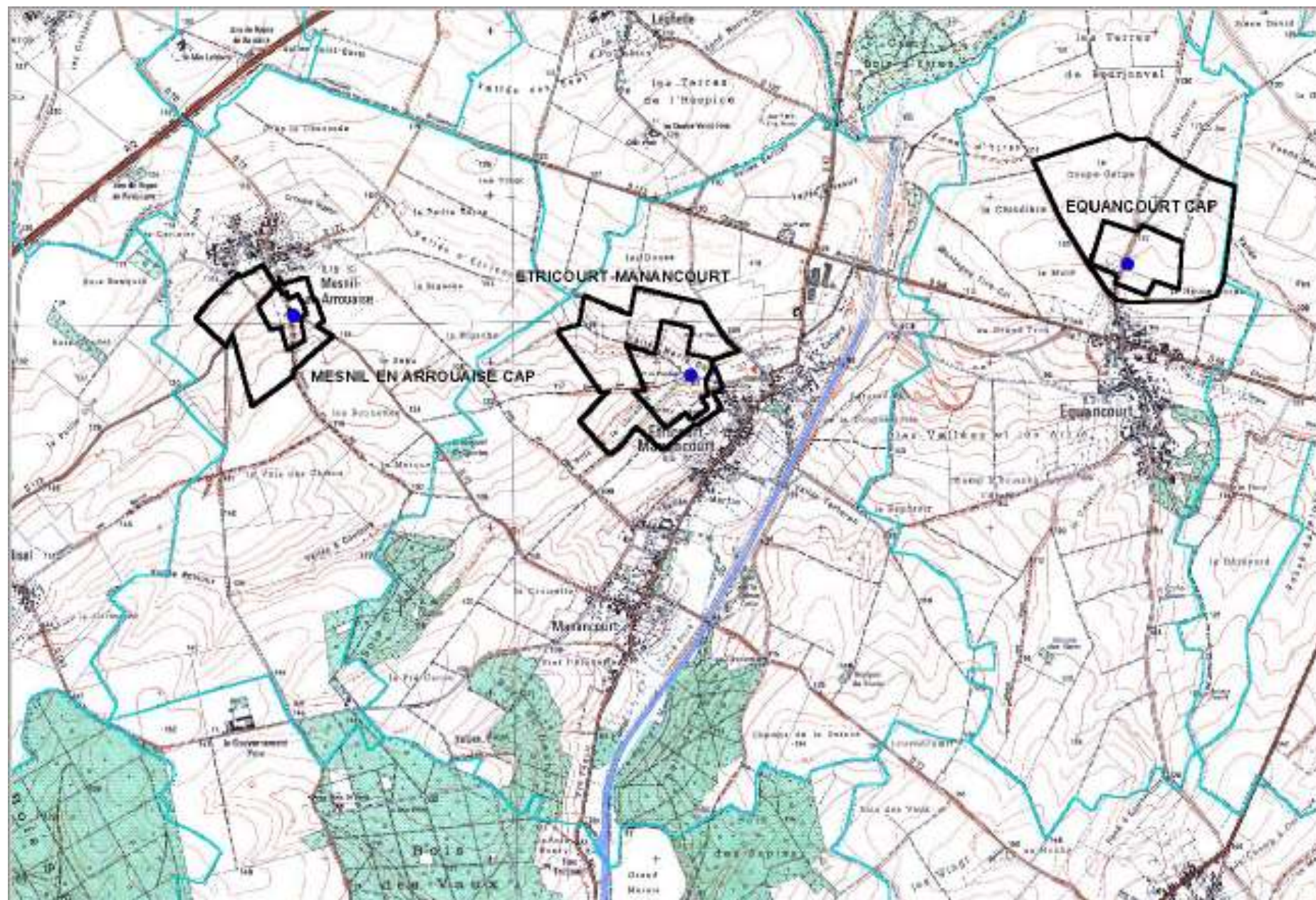
Étant donné l'éloignement ($\geq 2\ km$), la position hydraulique par rapport au site (latéral/amont) de ces captages AEP ils ne sont pas considérés comme vulnérables vis-à-vis d'une migration d'eaux souterraines potentiellement polluées en provenance du site.

Les documents transmis par l'ARS du département de la Somme concernant les périmètres de protection sont présentés ci-dessous.

Nous pouvons dire que :

- un seul captage AEP est présent dans l'aire d'étude sur la commune de Moislains, à environ 1,8 km au nord-ouest du site ;
- le site ne se situe pas dans un périmètre de protection.







Aire d'alimentation de captage (AAC)

Une Aire d'Alimentation de Captage (AAC) désigne la **zone en surface sur laquelle l'eau qui s'infiltre ou ruisselle alimente le captage**. L'extension de ces surfaces est généralement plus vaste que celle des périmètres de protection de captage. Cette zone est délimitée dans le but principal de **lutter contre les pollutions diffuses** risquant d'impacter la qualité de l'eau prélevée par le captage.¹

La carte établie à ce jour précise la localisation des aires d'alimentation de captage (AAC) les plus proches du site :



Légende

- Aires d'Alimentation de Captage - Validé - France entière
- Aires d'Alimentation de Captage - Non validé - France entière

Le site ne se trouve pas ni dans un périmètre de protection, ni dans une aire d'alimentation de captage à ce jour délimitée, d'un captage d'alimentation en eau potable.

¹ Source : <http://sigespal.brgm.fr/spip.php?article63>

Le captage AEP le plus proche se situe à environ 2,5 km du site d'un point de vue hydrogéologique. Le captage à usage privé identifié le plus proche du site se situe à environ 1,2 km à l'ouest du site en aval hydrogéologique.

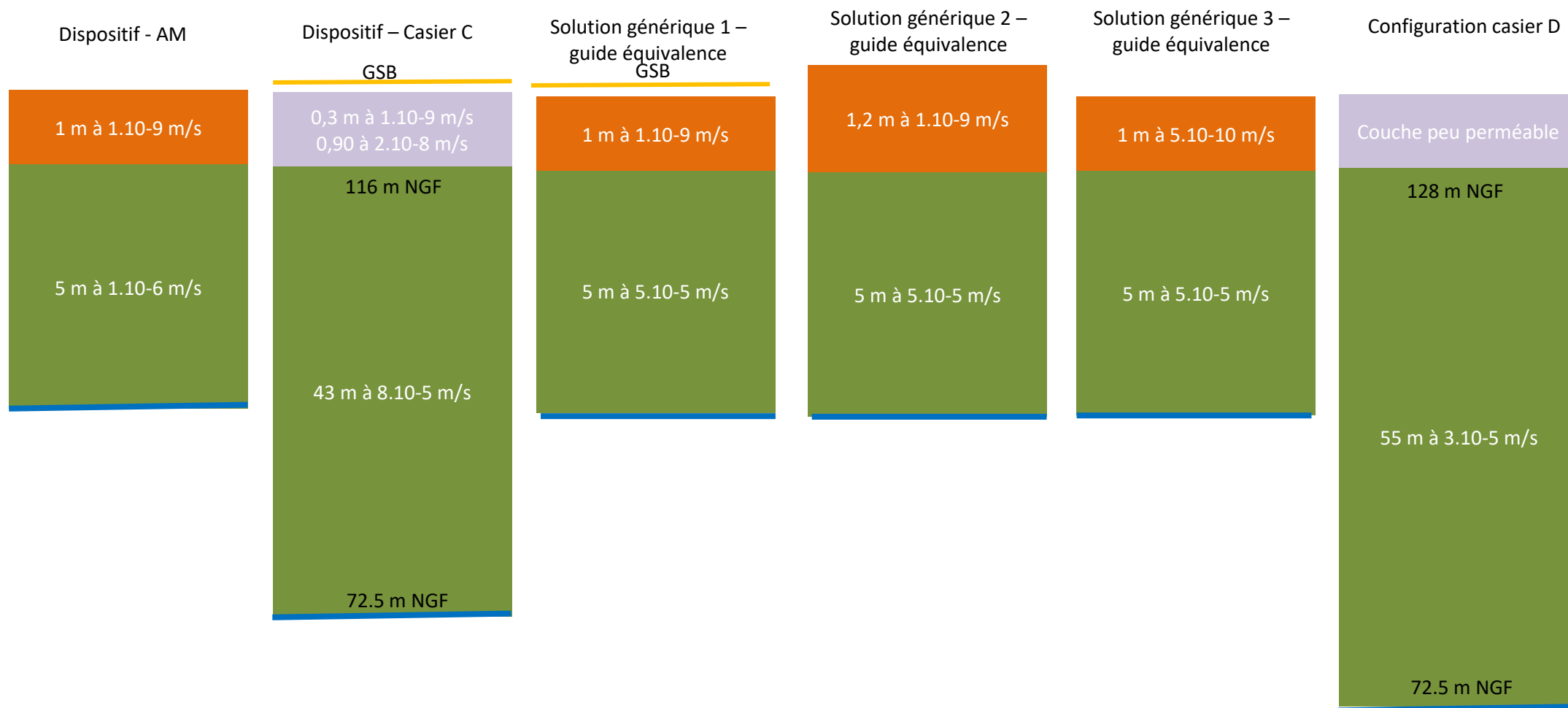
3.3 Modèle géologique et hydrogéologique retenu

Sur la base des données disponibles, le modèle géologique et hydrogéologique retenu au droit de la zone du casier D est le suivant :

- Une perméabilité retenue pour le sol en place de 3.10^{-5} m/s correspondant à la perméabilité moyenne maximale sur 5 m d'épaisseur ;
- Une cote des plus hautes eaux de 72.4 m NGF.

4. Projet de dispositif de barrière de sécurité passive

Les dispositifs suivants apportent tous une protection équivalente pour la ressource en eaux souterraines :



En 2012, une étude d'équivalence a été réalisée par l'INSA de Lyon pour le casier C de l'ISDND1 en prenant en compte une épaisseur de 43 m de sol en place avec une perméabilité de 8.10^{-5} m/s.

Ces conditions sont plus défavorables que celle du casier D.

Le calcul d'équivalence est donc valide pour le casier D

La barrière de sécurité passive du casier D peut donc être constituée par :

■ Sur le fond, de bas en haut, la BSP est constituée :

- du substratum du site ;
- une couche reconstituée de 90 cm d'épaisseur d'une perméabilité inférieure à 2×10^{-8} m/s ;
- une couche reconstituée de 30 cm d'épaisseur d'une perméabilité inférieure à 1.10^{-9} m/s ;
- un géosynthétique bentonitique d'une perméabilité inférieure à 1.10^{-11} m/s.

■ Sur les flancs, de bas en haut, la BSP est constituée :

- une couche reconstituée sur 0,5 m d'épaisseur pris perpendiculairement au plan du talus, sur une hauteur de 2,00 m à partir du fond du casier et présentant une perméabilité inférieure à 1.10^{-9} m/s,
- un géosynthétique bentonitique de perméabilité inférieure à 1.10^{-11} m/s.

Le guide équivalence version 3 de décembre 2019 permet également de disposer de solutions génériques au-moins équivalentes à la solution de base de l'AM du 15/02/2016.

Le guide précise que :

- Ces solutions garantissent, d'un point de vue théorique, que les dispositifs sont équivalents à la solution réglementaire de base tant en régime transitoire qu'à l'équilibre (voir Annexe A).
- Les concepteurs pourront retenir ces solutions et s'abstenir de réaliser les calculs de la note d'équivalence.

En cas de modification de l'épaisseur et/ou de la perméabilité de la couche supérieure reconstituée, la note d'équivalence devra comporter les calculs recommandés.

Les 3 solutions génériques envisageables d'après le guide sont :

- Solution générique 1 :

- le substratum du site ;
- une couche reconstituée de 100 cm d'épaisseur d'une perméabilité inférieure à 1.10^{-9} m/s ;
- un géosynthétique bentonitique d'une perméabilité inférieure à 1.10^{-11} m/s.

Épaisseur e_{sup} de la barrière supérieure reconstituée en fonction des perméabilités des barrières unitaires.								
Épaisseur couche inférieure $e_{inf}=5$ m								
Renforcement : GSB ($e_r=8$ mm, $k_r=3.10^{-11}$ m/s)								
Perméabilité k_{sup} de la couche supérieure reconstituée	Perméabilité k_{inf} de la couche inférieure							
		1.10^{-4}	5.10^{-5}	1.10^{-5}	5.10^{-6}	1.10^{-6}	5.10^{-7}	1.10^{-7}
	1.10^{-9}	1,1	1	1	1	1	1	1
	5.10^{-10}	1	1	1	1	1	1	1
	1.10^{-10}	1	1	1	1	1	1	1

- Solution générique 2 :

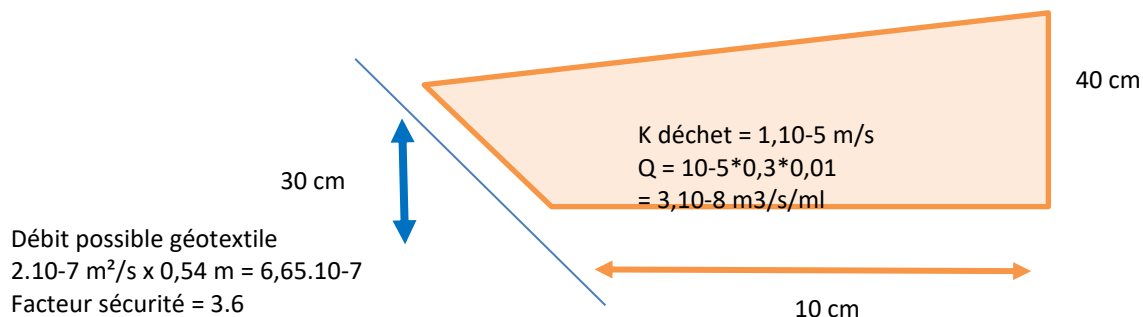
- le substratum du site ;
- une couche reconstituée de 120 cm d'épaisseur d'une perméabilité inférieure à 1.10^{-9} m/s.

- Solution générique 3 :
 - le substratum du site ;
 - une couche reconstituée de 100 cm d'épaisseur d'une perméabilité inférieure à 5.10^{-10} m/s.

Épaisseur e_{sup} de la barrière supérieure reconstituée en fonction des perméabilités des barrières unitaires.								
Épaisseur de la couche inférieure $e_{inf} = 5$								
Renforcement : non								
		Perméabilité k_{inf} de la couche inférieure						
		1.10^{-4}	5.10^{-5}	1.10^{-5}	5.10^{-6}	1.10^{-6}	5.10^{-7}	1.10^{-7}
Perméabilité k_{sup} de la couche supérieure reconstituée	1.10^{-9}	1,2	1,2	1,2	1,1	1	1	1
	5.10^{-10}	1	1	1	1	1	1	1
	1.10^{-10}	1	1	1	1	1	1	1

Pour les flancs :

- l'étude d'équivalence établie pour le casier sur la base d'hypothèse plus défavorable que le casier D est applicable pour ce dernier.
 - comme précisé dans le guide équivalence :
 - entre 0 et 2 m par rapport au fond du casier : conformément à la réglementation, la couche de fond d'un mètre à 1.10^{-9} m/s est complétée en sa périphérie par des merlons constitués du même matériau compacté, de manière à assurer **un fond en forme de « bassine »**. La hauteur de ces merlons ne doit pas être inférieure à 2 m au-dessus du fond de forme (cf. Arrêté de 2016) ;
 - au-delà de 2 m, le guide précise que :
 - une solution équivalente avec un géosynthétique bentonitique est souvent retenue ;
 - La solution équivalente sur les flancs peut être argumentée de manière qualitative en invoquant notamment la stabilité mécanique ou l'amélioration du drainage sur les flancs permettant de réduire les risques de mise en charge par des nappes de lixiviats perchées.
- La mise en place d'un géotextile de protection dont la capacité dans le plan est de 2.10^{-7} m/s valeur atteinte pour des géotextiles présentant un grammage d'au moins 800 g/m² permet d'évacuer le débit en lien avec la formation d'une nappe perchée de 30 cm d'épaisseur.
- Le risque de formation de nappe perchée est négligeable aux abords des flancs.



5. Recommandations sur les caractéristiques des produits et propositions de contrôle

5.1 Méthodologie de mise en œuvre

La mise en œuvre du GSB devra se conformer aux préconisations du fascicule N°13 du Comité Français des Géosynthétiques (CFG).

L'entreprise en charge de la mise en œuvre du produit devra présenter un PAQ exposant les méthodologies qu'elle projette de mettre en œuvre.

Les préconisations auxquelles devront se conformer l'entreprise de pose seront a minima les suivantes :

- Respect d'une largeur de recouvrement en adéquation avec le contexte de pose. Pour le cas des flancs, il est préconisé une largeur de recouvrement de 0,60 m ;
- Support de pose sain pour le GSB ;
- Conditions de stockage favorables (à l'abri des intempéries, sur support sain ...).

5.2 Stabilité chimique du GSB

Afin de garantir la stabilité chimique du géosynthétique bentonitique sodique, il convient de s'assurer des performances minimales suivantes :

Caractéristiques	Références	Valeurs requises
Masse surfacique de bentonite	NF EN 14196	$\geq 5 \text{ kg/m}^2$ à 0 % de teneur en eau En tout point du produit
Perméabilité	NF P 84-705	$\leq 5,0.10^{-11} \text{ m/s}$
Gonflement de la bentonite	XP 84-703	$\geq 24 \text{ cm}^3/2\text{g}$
Capacité d'Echange Cationique	NFX31 130	$\geq 70 \text{ meq/100g}$
Proportion de CaCO_3	NFP94-048	$\leq 5\%$

5.3 Recommandations concernant les matériaux argileux peu perméables

Les solutions retenues proposent de reconstituer en fond une couche dont la perméabilité peut varier entre 2.10^{-8} et 5.10^{-10} m/s .

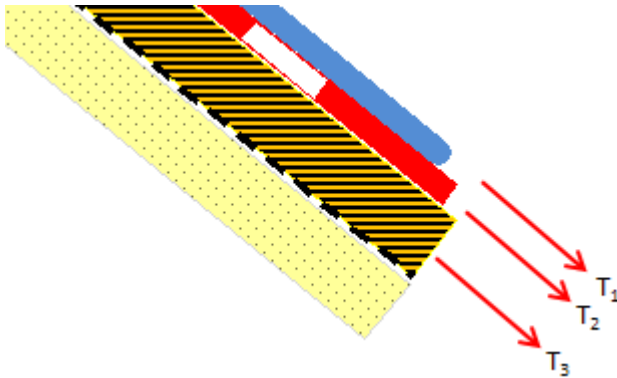
Lors des travaux, devront être réalisées une planche d'essais is de mise en œuvre et des essais de perméabilité conformément du fascicule BX30-438 de l'AFNOR « Installations de stockage de déchets - Guide de bonnes pratiques pour les caractérisations géologiques, hydrogéologiques et géotechniques ».

Des essais de perméabilité seront réalisés au fur et à mesure des travaux pour valider l'obtention des objectifs de perméabilité.

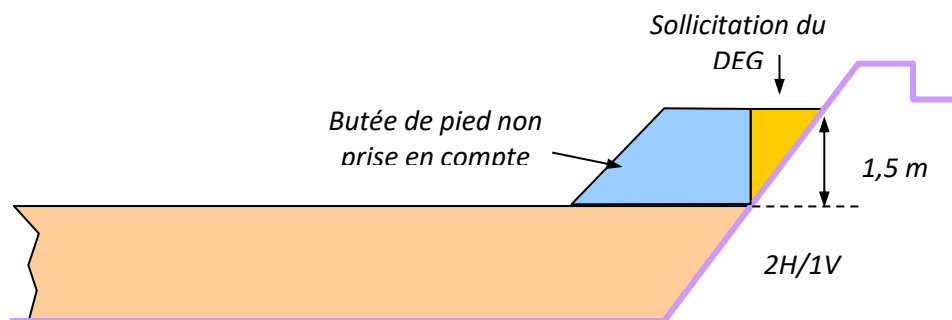
6. Evaluation de la stabilité mécanique du dispositif

Le dispositif d'étanchéité sera constitué du bas vers le haut par :

- un géosynthétique bentonitique sodique ;
- une géomembrane PEHD 2 mm certifiée ASQUAL ;
- un géocomposite de protection.



Dans le cadre de la mise en place d'un GSB en flanc, la stabilité mécanique de ce dernier doit être vérifiée. Le schéma conceptuel sur lequel repose l'analyse de la stabilité de la couche de protection du dispositif d'étanchéité est le suivant :



Les contraintes s'exerçant sur les géosynthétiques sont calculées en fonction des caractéristiques aux interfaces géosynthétiques. Le tableau suivant met en évidence que le géotextile de protection reprend la majorité des efforts engendrés par la couche de 1,5 m de déchets.

Le géocomposite de drainage et de protection devra présenter une résistance en traction produit minimale de 35 kN/ml.

Cette vérification qualitative met en avant que le géosynthétique bentonitique est très peu sollicité.

Géométrie du talus			
Hauteur	1,5		
Pente	26,57 °		
Angle de frottement			
Gtx de protection - GMB		25 °	
Gtx de protection - GMB		8 °	
GMB-GSB		8 °	
GSB-Sol		25 °	
Calcul des efforts			
Densité déchets		10	kN/m ³
Poids		22,5	kN/ml
Effort gtx protection		7,33	kN/ml
Effort gmb		-	kN/ml
Effort gsb		-	kN/ml
Effort sol		3,16	kN/ml
Coefficient de sécurité sur la traction			
Matériau		1,25	
Fluage		3	
Mise en place		1,1	
Environnement		1,1	
Coeff de sécurité		4,5375	
Résistance à la traction		33,26	kN/ml
du géotextile de protection			