



ARCHAMBAULT CONSEIL

**GURDEBEKE S.A.**

**65, boulevard Carnot**

**60400 NOYON**

**Eudes des volets géologiques, hydrologiques,  
hydrogéologiques pour la qualification technique  
du projet de Centre de Stockage  
de Déchets Non Fermentescibles peu évolutifs  
d'Hardivillers (Oise)**

**RAPPORT D'ETUDES**

**CMC02674-R1-v3  
Novembre 2013**

ETUDES ET EXPERTISES : EAU & ENVIRONNEMENT

SIEGE & AGENCE SUD EST : ZA du Charpenay - 16 rue de l'Aqueduc - 69210 LENTILLY - Tél : 04 78 48 83 83 - Fax : 04 72 38 03 56  
AGENCE NORD EST IDF : 3 av. du Général Gallieni - 92000 Nanterre - Tél : 01 55 90 16 68 - Fax : 04 72 38 03 56  
AGENCE CENTRE OUEST : 175 rue Morandière - 37260 Monts - Tél : 02 47 26 98 31 - Fax : 04 72 38 03 56  
ARCHAMBAULT CONSEIL - SAS Capital 500 000 € - SIRET 32875112800054 - APE 7112B

[www.archambault-conseil.fr](http://www.archambault-conseil.fr)

# SOMMAIRE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCTION .....</b>                               | <b>8</b>  |
| <b>2</b> | <b>SITUATION GEOGRAPHIQUE.....</b>                      | <b>8</b>  |
| 2.1      | LOCALISATION .....                                      | 8         |
| 2.2      | TOPOGRAPHIE .....                                       | 9         |
| 2.3      | GEOMORPHOLOGIE .....                                    | 11        |
| 2.4      | DONNEES HISTORIQUES .....                               | 11        |
| <b>3</b> | <b>CADRE GEOLOGIQUE.....</b>                            | <b>12</b> |
| 3.1      | CADRE LITHOSTRATIGRAPHIQUE REGIONAL.....                | 12        |
| 3.2      | CADRE GEOLOGIQUE STRUCTURAL REGIONAL .....              | 15        |
| 3.3      | LES RISQUES NATURELS .....                              | 18        |
| 3.3.1    | Sismicité - Eruption.....                               | 18        |
| 3.3.2    | Inondations.....  | 18        |
| 3.3.3    | Glissements .....                                       | 18        |
| 3.3.4    | Cavités naturelles.....                                 | 19        |
| 3.3.5    | Aléa gonflement .....                                   | 20        |
| 3.4      | CADRE GEOLOGIQUE LOCAL .....                            | 20        |
| 3.4.1    | Lithostratigraphie locale .....                         | 20        |
| 3.4.2    | Géologie structurale locale.....                        | 23        |
| <b>4</b> | <b>CADRE HYDROGEOLOGIQUE.....</b>                       | <b>28</b> |
| 4.1      | CADRE HYDROGEOLOGIQUE REGIONAL.....                     | 28        |
| 4.1.1    | Les aquifères en présence.....                          | 28        |
| 4.1.2    | Caractéristiques de la nappe de la craie.....           | 28        |
| 4.1.2.1  | Géométrie .....   | 28        |
| 4.1.2.2  | Alimentation.....                                       | 29        |
| 4.1.2.3  | Perméabilité de la craie.....                           | 29        |
| 4.1.2.4  | Piézométrie de la nappe de la craie.....                | 30        |
| 4.1.2.5  | Les axes de drainage de la nappe d'eau.....             | 31        |
| 4.1.2.6  | Evolution piézométrique.....                            | 31        |
| 4.1.3    | Les usages de l'eau .....                               | 34        |
| 4.1.3.1  | Expertises hydrogéologiques liées aux captages AEP..... | 38        |
| 4.1.4    | Qualité des eaux souterraines.....                      | 41        |
| 4.2      | CADRE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL.....                        | 42        |
| 4.2.1    | Nappe d'eau.....  | 42        |



|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| 4.2.2      | Piézométrie et son évolution .....                                | 42        |
| 4.2.2.1    | Evolution du niveau de la nappe d'eau de la craie.....            | 42        |
| 4.2.2.2    | Esquisse piézométrique aux abords du projet.....                  | 44        |
| 4.2.2.3    | Evaluation du niveau des plus hautes eaux.....                    | 44        |
| 4.2.3      | Perméabilités des terrains .....                                  | 46        |
| 4.2.3.1    | Terrains crayeux en place.....                                    | 47        |
| 4.2.3.2    | Terrains argileux rapportés.....                                  | 50        |
| 4.2.3.3    | Craie compactée.....  | 51        |
| 4.2.3.4    | Conclusion partielle.....   | 53        |
| 4.2.4      | Direction des écoulements souterrains .....                       | 53        |
| 4.2.5      | Qualité des eaux souterraines.....                                | 55        |
| <b>5</b>   | <b>CADRE HYDROLOGIQUE .....</b>                                   | <b>59</b> |
| <b>5.1</b> | <b>CADRE HYDROLOGIQUE REGIONAL .....</b>                          | <b>59</b> |
| 5.1.1      | Généralités.....  | 59        |
| 5.1.2      | Qualité des eaux de surface.....                                  | 60        |
| 5.1.3      | Zones humides .....   | 62        |
| <b>5.2</b> | <b>CADRE HYDROLOGIQUE LOCAL .....</b>                             | <b>65</b> |
| 5.2.1      | Hydrographie aux abords du projet.....                            | 65        |
| 5.2.2      | Bilan hydrique .....  | 67        |
| 5.2.2.1    | Caractéristiques climatiques générales .....                      | 67        |
| 5.2.2.2    | Approche de bilan .....   | 67        |
| 5.2.2.3    | Evaluation de bilan pour le projet.....                           | 68        |
| 5.2.3      | Les eaux pluviales hors du projet.....                            | 70        |
| 5.2.3.1    | Découpage des sous-bassins versants .....                         | 70        |
| 5.2.3.2    | Volumes et débits estimés .....                                   | 72        |
| 5.2.3.3    | Evènement pluvieux exceptionnel.....                              | 74        |
| 5.2.4      | Modification du paysage dans le bassin versant du projet .....    | 79        |
| 5.2.5      | Les eaux pluviales au sein du projet .....                        | 82        |
| <b>6</b>   | <b>ETUDE DE FAISABILITE DU PROJET .....</b>                       | <b>84</b> |
| <b>6.1</b> | <b>QUALITE ET USAGES DES MATERIAUX .....</b>                      | <b>84</b> |
| 6.1.1      | Caractéristiques géomécaniques.....                               | 84        |
| 6.1.1.1    | La craie du site .....  | 84        |
| 6.1.1.2    | Argile de Lihons.....   | 85        |
| 6.1.2      | Usages des matériaux .....  | 85        |
| <b>6.2</b> | <b>BARRIERE PASSIVE DU PROJET.....</b>                            | <b>86</b> |
| <b>6.3</b> | <b>ETUDE DE STABILITE ET DE TASSEMENT .....</b>                   | <b>87</b> |
| <b>6.4</b> | <b>FAISABILITE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE DU PROJET.....</b> | <b>88</b> |



|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 6.4.1    | Protection de la qualité des eaux souterraines.....   | 88        |
| 6.4.2    | Optimisation du réseau de contrôle piézométrique..... | 88        |
| 6.4.3    | Protection de la qualité des eaux de surface.....     | 88        |
| <b>7</b> | <b>CONCLUSION .....</b>                               | <b>89</b> |

## Liste des figures

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Figure 1 : localisation du projet sur fond de plan topographique.....</i>                          | <i>9</i>  |
| <i>Figure 2 : topographie autour du projet.....</i>   | <i>10</i> |
| <i>Figure 3 : photographie aérienne autour du projet.....</i>   | <i>10</i> |
| <i>Figure 4 : localisation des forages profonds définissant le contexte géologique régional..</i>     | <i>14</i> |
| <i>Figure 5 : cadre structural régional en plan autour du projet .....</i>                            | <i>16</i> |
| <i>Figure 6 : cadre structural régional en coupe autour du projet.....</i>                            | <i>17</i> |
| <i>Figure 7 : aléa inondations aux abords du projet.....</i>  | <i>18</i> |
| <i>Figure 8 : inventaire des mouvements de terrains aux abords du projet.....</i>                     | <i>19</i> |
| <i>Figure 9 : inventaire des cavités naturelles aux abords du projet.....</i>                         | <i>19</i> |
| <i>Figure 10 : aléa retrait gonflement des argiles aux abords du projet.....</i>                      | <i>20</i> |
| <i>Figure 11 : couches géologiques à l’affleurement aux abords du projet.....</i>                     | <i>22</i> |
| <i>Figure 12 : photo-interprétation stéréoscopique aux abords du projet.....</i>                      | <i>24</i> |
| <i>Figure 13 : coupe géologique et hydrogéologique N-S passant par le projet.....</i>                 | <i>26</i> |
| <i>Figure 14 : coupe géologique et hydrogéologique E-W passant par le projet.....</i>                 | <i>27</i> |
| <i>Figure 15 : extrait de la carte piézométrique de l’Oise de 1987 dans la région du projet .....</i> | <i>30</i> |
| <i>Figure 16 : localisation des piézomètres de référence.....</i>                                     | <i>32</i> |
| <i>Figure 17 : évolution de la nappe de la craie au piézomètre de Crèvecœur-le-Grand.....</i>         | <i>33</i> |
| <i>Figure 18 : évolution de la nappe de la craie au piézomètre de Noiremont.....</i>                  | <i>33</i> |
| <i>Figure 19 : localisation des points d’eau par rapport au projet.....</i>                           | <i>36</i> |
| <i>Figure 20 : les périmètres de protection des captages AEP par rapport au projet.....</i>           | <i>37</i> |
| <i>Figure 21 : périmètres de protection du captage AEP de Villers-Vicomte.....</i>                    | <i>39</i> |
| <i>Figure 22 : périmètres de protection du captage AEP de Hardivillers.....</i>                       | <i>39</i> |
| <i>Figure 23 : périmètres de protection du captage AEP de Breteuil.....</i>                           | <i>40</i> |
| <i>Figure 24 : évolution de la nappe de la craie sur les piézomètres du projet.....</i>               | <i>43</i> |
| <i>Figure 25 : comparaison de l’évolution de la nappe entre les piézomètres de référence... </i>      | <i>43</i> |
| <i>Figure 26 : esquisse piézométrique d’avril 2013 autour du projet.....</i>                          | <i>44</i> |
| <i>Figure 27 : coupe schématique relative au Niveau des Plus Hautes Eaux.....</i>                     | <i>46</i> |
| <i>Figure 28 : implantation des tests hydrauliques sur le projet.....</i>                             | <i>47</i> |
| <i>Figure 29 : implantation du test sur la planche d’essai sur l’alvéole n°3 du casier n°1.....</i>   | <i>50</i> |
| <i>Figure 30 : esquisse du bassin versant hydrogéologique où se situe le projet.....</i>              | <i>54</i> |



|  |    |
|--|----|
| Figure 31 : diagramme de Piper des eaux des piézomètres du projet .....                    | 56 |
| Figure 32 : localisation des stations de mesure de qualité de la Noye .....                | 60 |
| Figure 33 : fiche récapitulative de la qualité de la Noye à la station de La Faloise ..... | 61 |
| Figure 34 : localisation de la ZNIEFF par rapport au projet.....                           | 63 |
| Figure 35 : localisation de la ZNIEFF « cours de la Noye et marais associés » .....        | 64 |
| Figure 36 : localisation de l'acquisition de la zone humide de Breteuil.....               | 65 |
| Figure 37 : bassin versant hydrographique où se situe le projet.....                       | 66 |
| Figure 38 : schéma explicatif du bilan hydrique.....                                       | 69 |
| Figure 39 : découpage en sous-bassins versants du bassin hydrographique du projet.....     | 71 |
| Figure 40 : photographies des stigmates de l'orage du 5-6/07/2012.....                     | 77 |
| Figure 41 : localisation des photographies.....  | 78 |
| Figure 42 : photographies des coulées boueuses sur la D930 le 5-6/07/2012.....             | 78 |
| Figure 43 : photographie aérienne de 2001 des 3/4 aval du bassin versant.....              | 80 |
| Figure 44 : photographie aérienne postérieure à 2005 des 3/4 aval du bassin versant....    | 80 |
| Figure 45 : zoom de la photographie aérienne de 2001 au Sud du projet .....                | 81 |
| Figure 46 : zoom de la photographie aérienne postérieure à 2005 au Sud du projet.....      | 81 |
| Figure 47 : implantation des différents bassins dans l'enceinte du projet.....             | 82 |
| Figure 48 : atlas photographique des clichés photographiques du 09/08/2012.....            | 83 |
| Figure 49 : coupe schématique de conception.....   | 86 |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : coordonnées du projet.....  | 9  |
| Tableau 2 : succession lithostratigraphique rencontrées sur les forages profonds.....                                       | 13 |
| Tableau 3 : cadre lithostratigraphique dans le secteur du projet.....   | 20 |
| Tableau 4 : caractéristiques des piézomètres de référence de la nappe de la craie.....                                      | 31 |
| Tableau 5 : inventaire des points d'eau .....   | 34 |
| Tableau 6 : synthèse des données retenues pour évaluer les plus hautes eaux de la nappe de la craie au droit du projet..... | 45 |
| Tableau 7 : résultats des tests du 26-28/09/2011 sur le substratum crayeux.....   | 47 |
| Tableau 8 : synthèse des perméabilités sur le substratum crayeux d'octobre 2013.....  | 48 |
| Tableau 9 : synthèse des essais de perméabilité sous le fond de forme de la craie d'octobre 2013 .....                      | 49 |
| Tableau 10 : synthèse des essais de perméabilité en flanc sur la craie d'octobre 2013.....                                  | 49 |
| Tableau 11 : résumé des essais d'eau par fosse parallélépipédique sur l'assise crayeuse ...                                 | 50 |
| Tableau 12 : résultats des tests du 13-11/10/2011 sur l'argile compactée.....   | 51 |

|  |    |
|--|----|
| Tableau 13 : résultats des tests du 30/06 au 11/07/2011 sur craie compactée.....                         | 52 |
| Tableau 14 : résultats des tests du 29/08/2011 sur la craie compactée en flanc .....                     | 52 |
| Tableau 15 : synthèse des perméabilités obtenues selon les tests sur le projet.....                      | 53 |
| Tableau 16 : extrait de résultats de l'état initial de la qualité des eaux sur les piézomètres           | 55 |
| Tableau 17 : traces de COV décelées le 03/05/2012 uniquement sur le Pz5.....                             | 56 |
| Tableau 18 : résultats synthétiques de qualité des eaux souterraines sur les piézomètres du projet ..... | 58 |
| Tableau 19 : traces de COV décelés sur le Pz5 en fonction du temps .....                                 | 59 |
| Tableau 20 : Volumes d'eau produits estimés en fonction de la période d'exploitation .....               | 70 |
| Tableau 21 : estimation du débit et du volume décennal des sous-bassins versants.....                    | 74 |
| Tableau 22 : pluviométrie à la station de Froissy – 1 <sup>ère</sup> décade de juillet 2012 .....        | 75 |
| Tableau 23 : période de retour des précipitations à la station de Froissy .....                          | 75 |
| Tableau 24 : valeurs maximales de pluies mesurées à Froissy sur la période 1933-2010...                  | 76 |
| Tableau 25 : caractéristiques mécaniques de la craie prélevée en sondage carotté.....                    | 84 |
| Tableau 26 : caractéristiques de compactage de l'argile de Lihons sur le projet .....                    | 85 |

## Liste des annexes

|  |     |
|--|-----|
| Annexe 1 : extrait de la légende de la carte géologique de Saint-Just-en-Chaussée, n°80 au 1/50000 ..... | 92  |
| Annexe 2 : localisation et coupe lithologique des piézomètres du projet .....                            | 93  |
| Annexe 3 : extrait de la légende de la carte hydrogéologique de l'Oise de 1979.....                      | 99  |
| Annexe 4 : résultats des études d'identification physique de l'argile de Lihons.....                     | 101 |

## Liste des documents consultés

- Document [D1] : BRGM : carte géologique de Saint-Just-en-Chaussée au 1/50000 et sa notice
- Document [D2] : BRGM : atlas hydrogéologique du département de l'Oise (1987), et sa carte hydrogéologique du département de l'Oise (1979)
- Document [D3] : BRGM : données géologiques et hydrogéologiques acquises à la date du 31/12/1973 sur le territoire de la feuille de Saint-Just-en-Chaussée au 1/50000, rapport 75 SGN 090 PNO

- Document [D4]: GAUFOR: CSDMU Hardivillers – Gurdebeke S.A. – Travaux de Barrière de Sécurité Passive (BSP) - Casier N°1 Alvéole N°3 – Affaire 11.416 – Contrôle de perméabilité - Craie compactée  $1\text{m } 10^{-7}$  m/s, 30/09/2011
- Document [D5]: GAUFOR: CSDMU Hardivillers – Gurdebeke S.A. – Travaux de Barrière de Sécurité Passive (BSP) - Casier N°1 Alvéole N°1 – Affaire 11.416 – Contrôle de perméabilité - Craie compactée  $1\text{m } 10^{-7}$  m/s, 31/08/2011
- Document [D6]: GAUFOR: CSDMU Hardivillers – Gurdebeke S.A. – Travaux de Barrière de Sécurité Passive (BSP) - Casier N°1 Alvéole N°1 – Affaire 11.416 – Compte rendu de planche d'essais du 31/08/2011 - Argile compactée  $1\text{m } 10^{-9}$  m/s, 31/08/2011
- Document [D7]: GAUFOR: CSDMU Hardivillers – Gurdebeke S.A. – Travaux de Barrière de Sécurité Passive (BSP) - Casier N°1 Alvéole N°3 – Affaire 11.416 – Contrôle de perméabilité - Argile compactée  $1\text{m } 10^{-9}$  m/s, 17/10/2011
- Document [D8]: RINCENT BTP: étude géotechnique G2 selon NFP94-500 Création des casiers 1 à 5 – CSDUM de Hardivillers (60), rapport N°13.3.1510/1, du 22/11/2013
- Document [D9]: ANTEA: caractérisation géométrique d'un gisement d'argile - Identification physique du matériau, A05117, Annexe III, Annexe IV, janvier 1996

# 1 INTRODUCTION

La Société GURDEBEKE S.A. est propriétaire des terrains du site au lieu-dit parcellaire "Montagne sous les Brosses" sur la commune d'Hardivillers dans l'Oise. Elle a comme projet l'exploitation d'un Centre de Stockage de Déchets Non Fermentescibles peu évolutifs (CSDNF). Les terrains concernés par ce projet sont une ancienne carrière de craie phosphatée dite carrière Linet.

La Société GURDEBEKE S.A. a missionné Archambault Conseil pour réaliser les études géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques des dossiers d'aptitude, de qualification et de faisabilité, qui s'intègrent dans le Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploitation (DDAE) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

L'objectif de ces études s'inscrit dans la démonstration de l'aptitude du site à accueillir ce type d'Installation Classée pour l'Environnement, et s'applique à vérifier la compatibilité du site avec les exigences réglementaires.

Ces études doivent permettre de définir le projet d'exploitation en indiquant les conditions de sa faisabilité technique.

De façon à préciser les contextes de ce site au droit du projet, plusieurs entreprises sont intervenues pour exécuter différents travaux et investigations :

- l'entreprise Picardie Forages pour les piézomètres,
- la société Rincent BTP pour les aspects géotechnique, et les tests hydrauliques des formations géologiques.

## 2 SITUATION GEOGRAPHIQUE

### 2.1 LOCALISATION

Le site est implanté aux coordonnées (projection Lambert93) mentionnées dans le tableau ci-après.

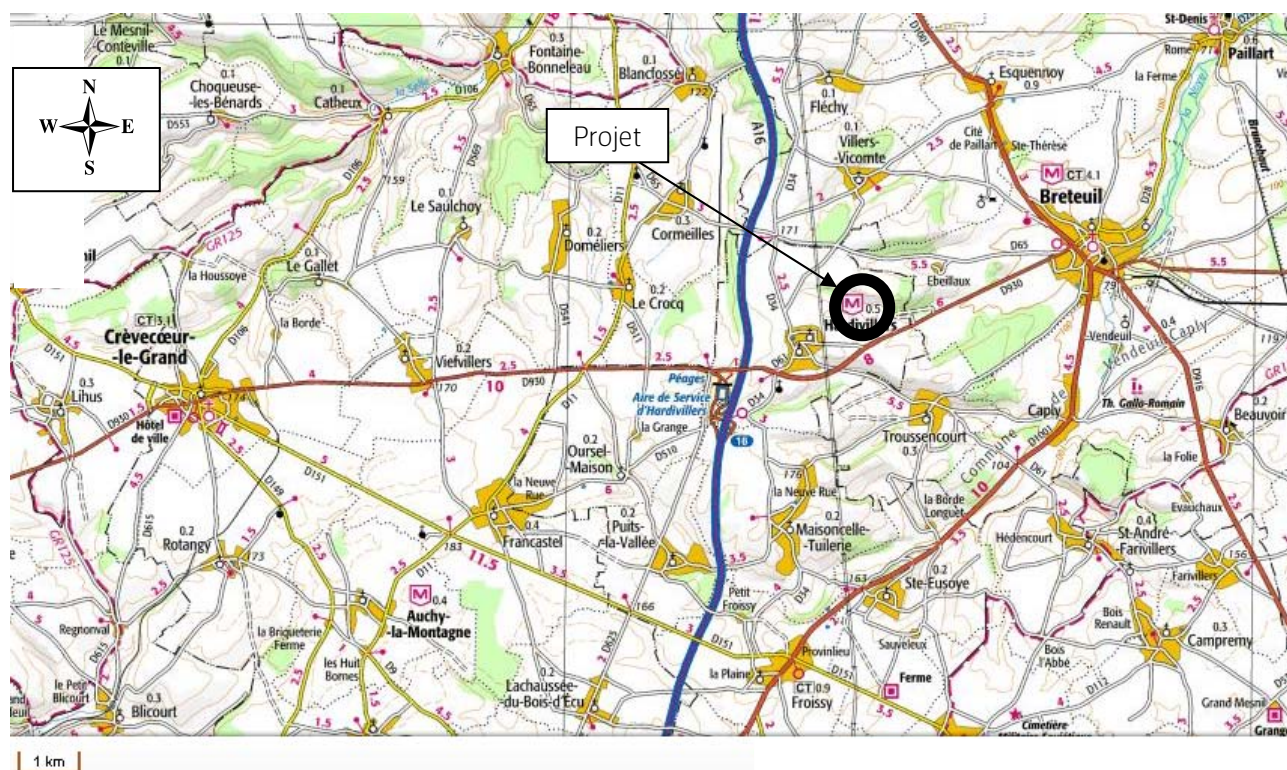


Tableau 1 : coordonnées du projet

| Coordonnées           | X       | Y         |
|-----------------------|---------|-----------|
| Projection Lambert 93 | 645 040 | 6 947 183 |

Ce projet se situe au Nord du département de l'Oise sur le chef lieu de canton de Froissy.

Figure 1 : localisation du projet sur fond de plan topographique



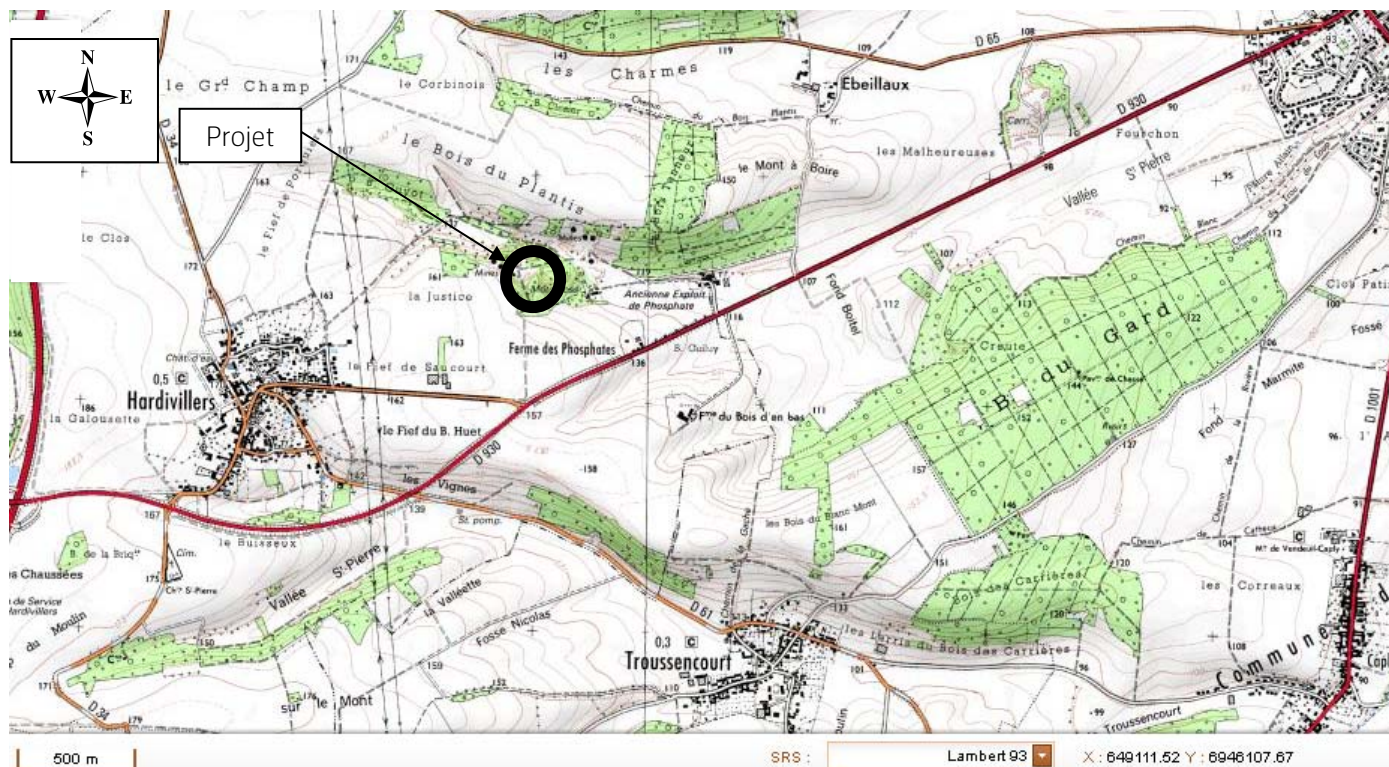
On accède au site par l'autoroute A16 puis à partir de la sortie Hardivillers (n°16), à 4 km par la route départementale D930. Le projet est implanté à environ 300 m au Nord de cet axe départemental.

## 2.2 TOPOGRAPHIE

Le projet s'étend sur le flanc Nord de la vallée Saint-Pierre, orientée globalement Ouest - Est, entre le bourg d'Hardivillers, vers la cote +170mNGF, et celui de Breteuil, vers la cote +80mNGF.

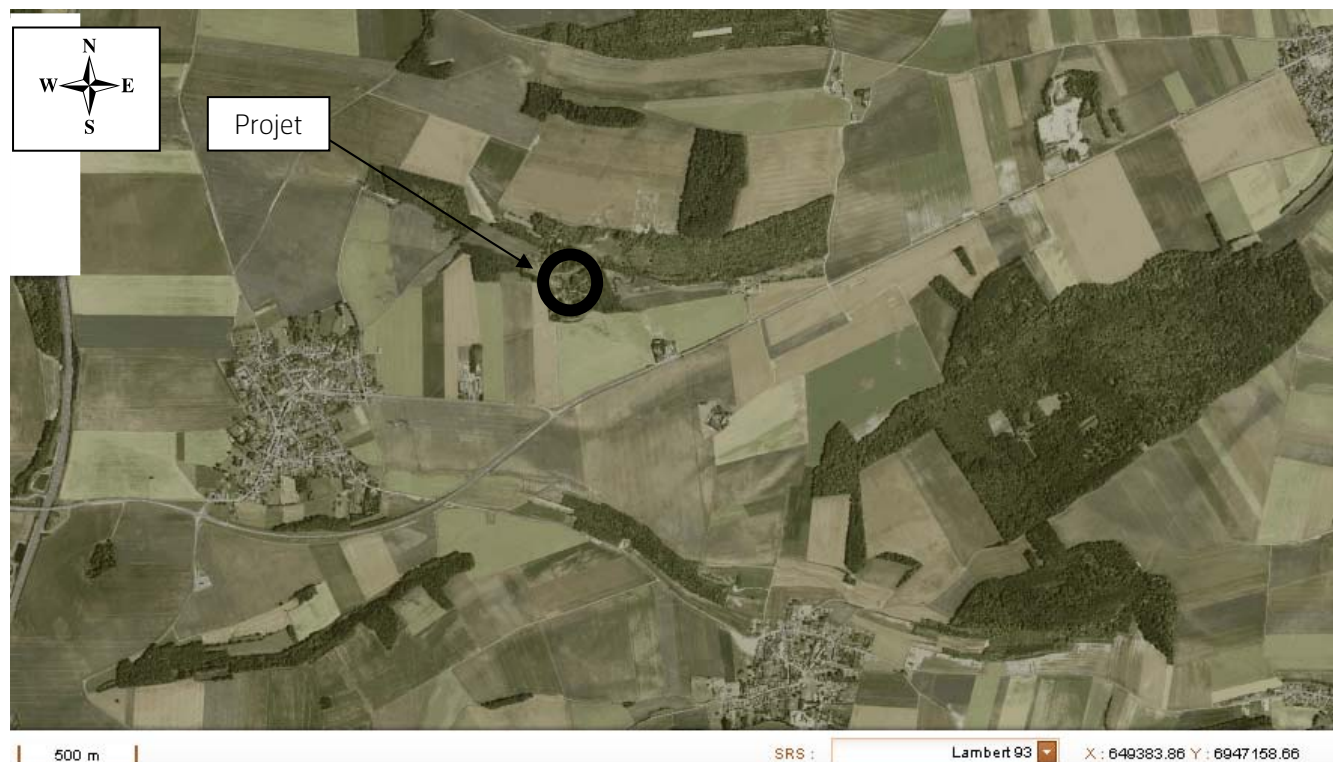
Les sommets de part et d'autre de cette vallée Saint-Pierre, atteignent +165mNGF au Nord-ouest au niveau du Bois du Plantis, et à peu près +160mNGF au Sud-est au Bois du Gard.

Figure 2 : topographie autour du projet



Les bois occupent une portion des flancs et/ou des sommets de part et d'autre de la vallée Saint-Pierre.

Figure 3 : photographie aérienne autour du projet



## **2.3 GEOMORPHOLOGIE**

Le projet se situe dans la région naturelle du Beauvaisis du département de l'Oise, et non loin de l'Amiénois du département de la Somme. Les bois couvrent des surfaces relativement réduites et en petits lambeaux sur les plateaux et/ou sur les flancs et ou sur les vallées sèches.

Cette région est constituée du plateau picard de nature crayeuse est entaillée par de nombreuses vallées sèches. Les deux principales vallées humides sont :

- à l'Est la vallée de La Noye, qui prend sa source à Vendeuil-Caply en amont de Breteuil à la cote +79mNGF, et rejoint l'Avre à Boves avant la confluence avec la Somme ;
- nettement plus au Sud, la vallée de la Brèche qui alimente l'Oise.

Le projet occupe une de ces vallées sèches, la vallée Saint-Pierre, qui rejoint la vallée de La Noye sur sa rive gauche, au niveau du bourg de Breteuil. Deux entailles apparaissent à l'Est du bourg d'Hardivillers et se rejoignent pour ne constituer qu'une seule vallée en aval du projet. Le projet est confiné sur l'entaille Nord de cette vallée Saint-Pierre.

## **2.4 DONNEES HISTORIQUES**

Le projet se concentre principalement au sein d'une ancienne carrière de craie phosphatée. Le minerai a, a priori, totalement été extrait au droit du site.

L'exploitation de ce minerai s'est poursuivie par galerie sur environ 200 m sous le flanc Nord de la vallée, hors de l'emprise du projet.

Deux orifices de galerie localisés au niveau du flanc ouest de la carrière mettent en évidence une exploitation dans cette direction.

La faible épaisseur de ce gîte sous forme de lentille allongée de direction NW-SE (de 8 à 16 m) laisse penser que l'exploitation s'est déroulée sur un seul niveau, où le minerai a été totalement exploité au droit du projet.

Du plan d'exploitation de l'ancienne mine des Etablissements P. LINET mis à jour le 09/12/1980 et des informations précisées sur la carte topographique IGN au 1/25000 de Breteuil, l'exploitation en carrière souterraine aurait progressé sur une distance d'environ 200 m vers le Nord, sous le lieu-dit "le Bois du Plantis". Plusieurs de ces galeries disposaient de sorties de secours, de puits et de puits d'aération.

Sur cette carte IGN, on retrouve, au droit du projet, des orifices de galeries sur les flancs ouest de cette carrière.

Cette ancienne carrière était utilisée comme terrain de motocross à la fin du XXème siècle.

## 3 CADRE GEOLOGIQUE

### 3.1 CADRE LITHOSTRATIGRAPHIQUE REGIONAL

Le résumé de l'histoire géologique régionale débute par les terrains les plus anciens rencontrés sur ce secteur au droit de forages profonds.

Au **Lias inférieur** (Jurassique inférieur, environ 200 Ma), une transgression marine recouvre la région et les formations du Trias continental. La sédimentation marine jurassique est à peu près continue et présente les faciès normaux du Bassin de Paris jusqu'à l'émersion à la fin du Jurassique. A l'**Albien** (Crétacé inférieur, environ 110 Ma) après un épisode continental, la mer recouvre à nouveau l'ensemble du Bassin de Paris et dépose une importante couche de sédiments détritiques sableux dans un contexte marin littoral.

Au **Crétacé supérieur** (à partir de 96 Ma) on assiste au retour d'une sédimentation marine de plateau continental avec l'apparition de faciès crayeux : craie glauconieuse au Cénomaniens, craie marneuse au Turonien, craie blanche à silex au Turonien supérieur puis au Sénonien où se différencient localement des faciès phosphatés, dolomitiques, noduleux, spathiques... La région est émergée à la fin du Crétacé (environ 65 Ma).

Des ondulations d'axe NW-SE apparaissent au Crétacé supérieur en relation avec l'accident du Pays de Bray (localisé à 30 km au SW du projet) et se poursuivent tout au cours du Cénozoïque, jusqu'à nos jours.

Une nouvelle transgression intervient au **Thanétien** (sables de Bracheux remaniant des silex verdis, Paléocène supérieur, environ 55 Ma) et immerge la région jusqu'à l'Eocène moyen (environ 35 Ma). Il ne reste aucun vestige des dépôts paléogènes postérieurs : Sparnacien, Cuisien, Lutétien et peut-être Auversien.

La région est depuis définitivement émergée. Au cours du **Néogène** et du **Quaternaire**, les formations paléogènes ont été déblayées et la craie a subi une altération éliminant les assises les plus récentes.

Au **Quaternaire**, les épisodes froids façonnent le réseau hydrographique (dissymétrie des versants) tandis que les limons lœssiens recouvrent les plateaux.

Les levés géologiques détaillés des sondages de recherche d'hydrocarbures permettent de reconstituer précisément la lithostratigraphie de la zone d'étude.

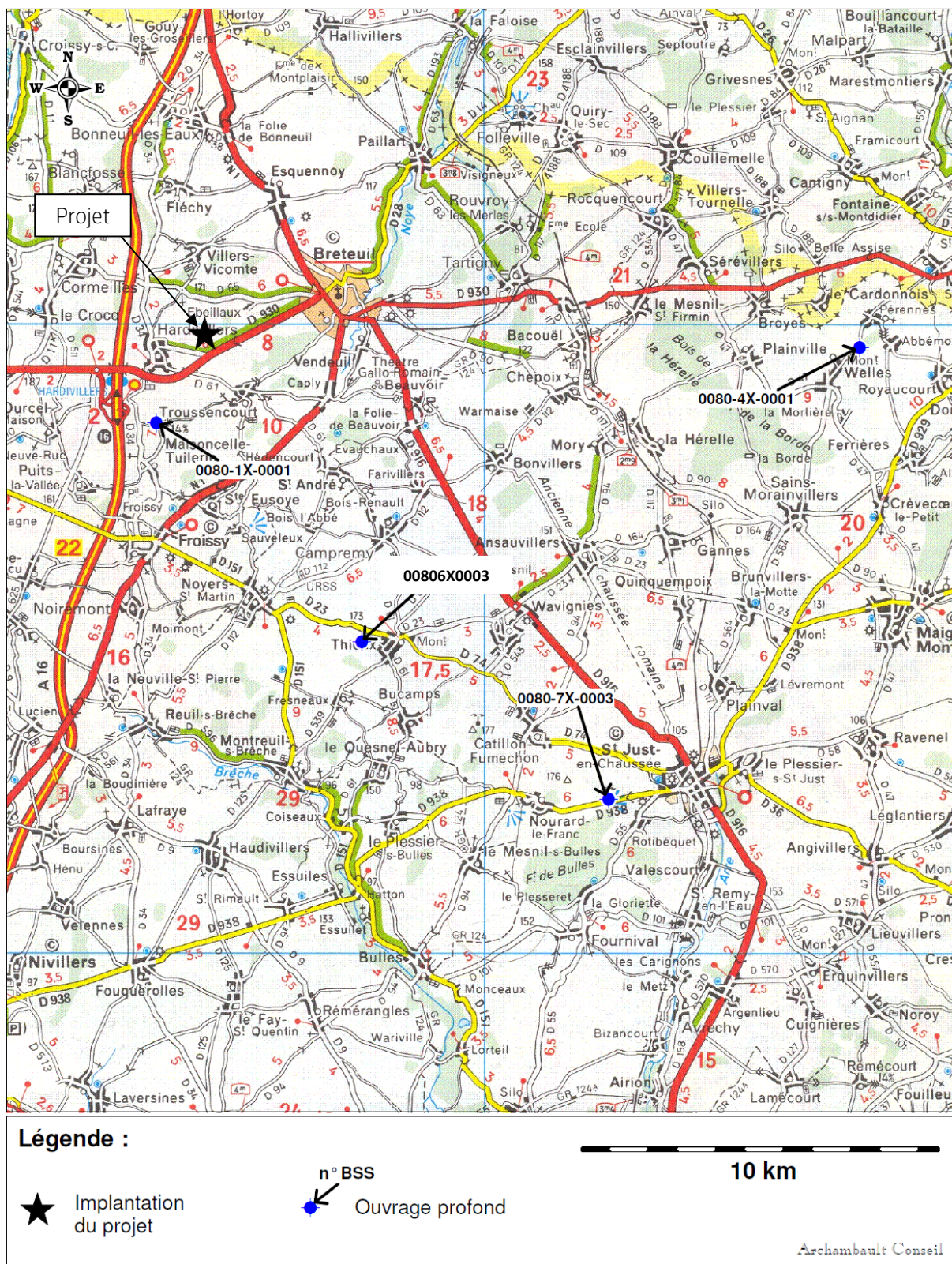
Quatre forages profonds ont été exécutés dans la zone couverte par la carte géologique de Saint-Just-en-Chaussée. Les cotes présentées sont celles du toit des formations rencontrées.

La Figure 4 illustre leur localisation par rapport au projet.

**Tableau 2 : succession lithostratigraphique rencontrées sur les forages profonds**

| Désignation du forage | Hd 101                | Montdidier 101 | Th 101     | Sj 101                 |
|-----------------------|-----------------------|----------------|------------|------------------------|
| N° BSS                | 00801X0001            | 00804X0001     | 00806X0003 | 00807X003              |
| Localité              | Maisoncelle-Tuillerie | Welle-Pérennes | Thieux     | Saint-Just-en-Chaussée |
| Sénonien              | 175                   | 115            | 162        | 167,9                  |
| Turonien              | 68                    | -1             | -          | -                      |
| Cénomanién            | -22,5                 | -92            | -11        | -25,6                  |
| Albien supérieur      | -83                   | -152           | -75        | -90,1                  |
| Albien inférieur      | -151                  | -205           | -112       | -126,1                 |
| Barrémien             | -170                  | -227           | -182       | -221,1                 |
| Wealdien              | -203                  | -262           | -204       | -238,1                 |
| Portlandien           | -262                  | -287           | -286       | -312,1                 |
| Kimméridgien          | -364                  | -383           | -396       | -444,1                 |
| Séquanien             | -486                  | -484           | -515       | -560,6                 |
| Rauracien             | -577                  | -585           | -621       | -662,1                 |
| Argovien              | -611                  | -655           | -711       | -759,1                 |
| Oxfordien             | -707                  | -704           | -761       | -811,1                 |
| Callovien             | -755                  | -759           | -801       | -852,1                 |
| Bathonien             | -795                  | -795           | -842       | -892,1                 |
| Bajocien              | -885                  | -904           | -943       | -998,6                 |
| Lias supérieur        | -958                  | -948           | -1012      | 1077,1                 |
| Lias moyen            | -992                  | -974           | -1052      | -1119,1                |
| Lias inférieur        | -1034                 | 1014           | -1097      | -1169,1                |
| Trias                 | -1070                 | -1052          | 1212,5     | -1299,6                |
| Socle Paléozoïque     | -1148                 | -1115          | -1238      | -1334,1                |

Figure 4 : localisation des forages profonds définissant le contexte géologique régional



## **3.2 CADRE GEOLOGIQUE STRUCTURAL REGIONAL**

La Figure 5 illustre le cadre structural régional autour du projet. La légende géologique de cette figure est consignée en annexe 1.

La craie a un pendage général vers le Sud-Ouest, mais à une échelle plus réduite, on constate que la craie est affectée par de petites structures anticlinales et synclinales d'axe Nord-Ouest / Sud-Est datant vraisemblablement du Crétacé supérieur et en relation avec l'accident du Pays de Bray.

La notice géologique de la carte de Saint-Just-en-Chaussée indique à ce propos la présence de microfaunes d'âge Santonien remaniée dans la craie phosphatée d'Hardivillers (Campanien inférieur). Cette craie phosphatée a sédimenté au sein d'un paléorelief.

Le projet se trouve au niveau d'un axe synclinal entre les deux axes anticlinaux de Domeliers-Thieux (au Sud-Est) et Paillart-Ferrières (au Nord-Ouest) figurant sur la carte géologique de Saint-Just-en-Chaussée.

Le synclinal est souligné par la présence de craie du Campanien inférieur, localement phosphatée aux alentours d'Hardivillers et de Villers-Vicomte.

L'affleurement du Turonien dans la vallée de la Noye au niveau de Breteuil révèle également une flexure d'axe Nord-est / Sud-ouest qui recoupe les axes structuraux majeurs précédemment décrits.

Aucune structure cassante de type faille n'est mise en évidence dans la région du projet.

Figure 5 : cadre structural régional en plan autour du projet

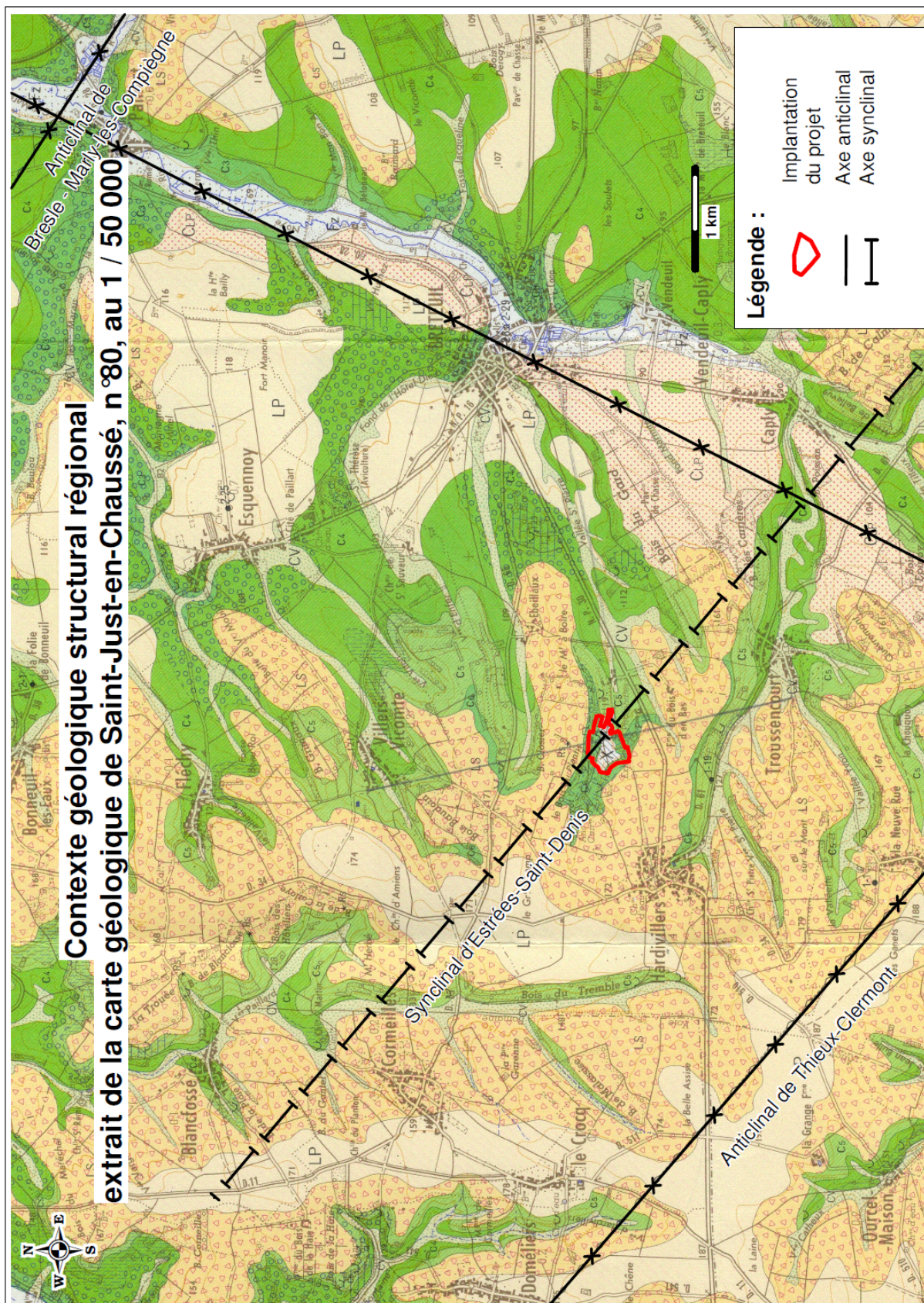
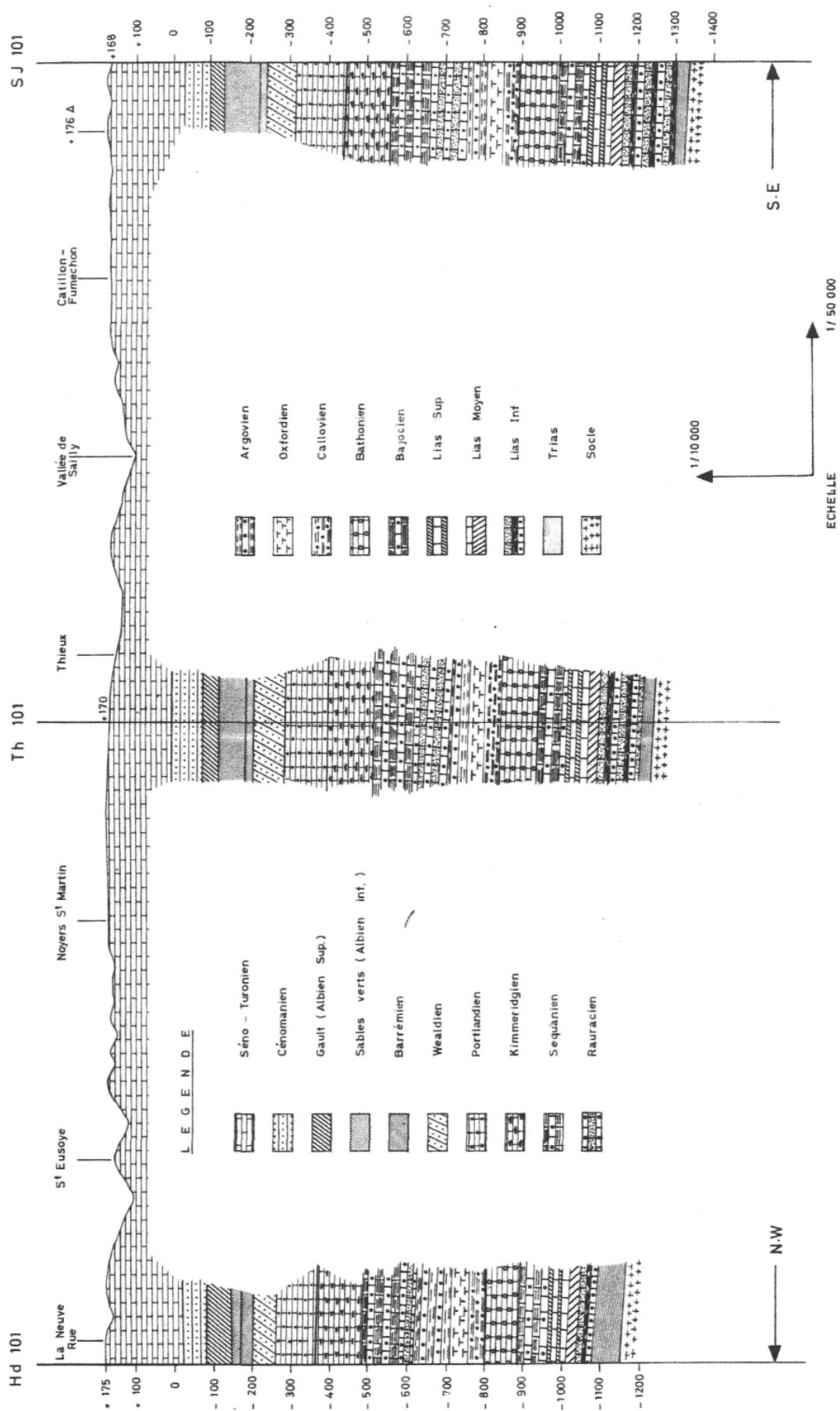




Figure 6 : cadre structural régional en coupe autour du projet



## 3.3 LES RISQUES NATURELS

### 3.3.1 Sismicité - Eruption

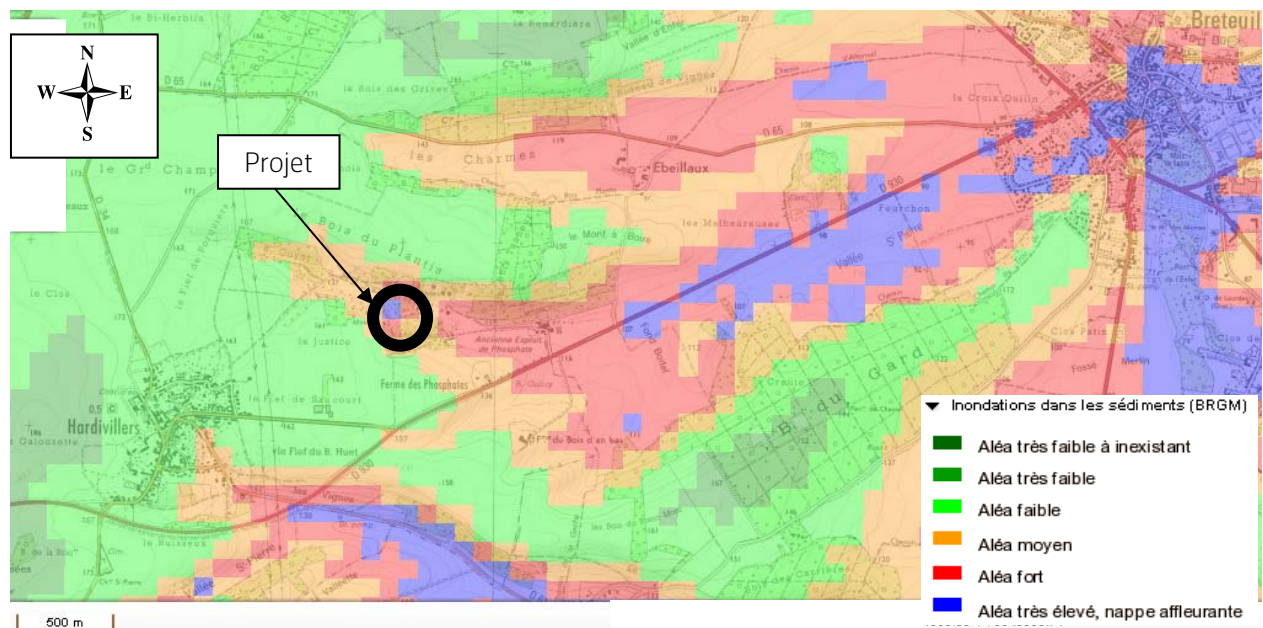
Le BRGM ne recense d'un point de vue sismicité, aucune intensité épacentrale ni de mouvement de terrain liée à un paléoséisme ou une déformation récente.

D'un point de vue éruption, le projet ne présente pas d'aléa volcanique significatif.

### 3.3.2 Inondations

Le BRGM recense le projet globalement comme une zone à aléa faible, avec un aléa plus élevé dans le fond de l'ancienne carrière.

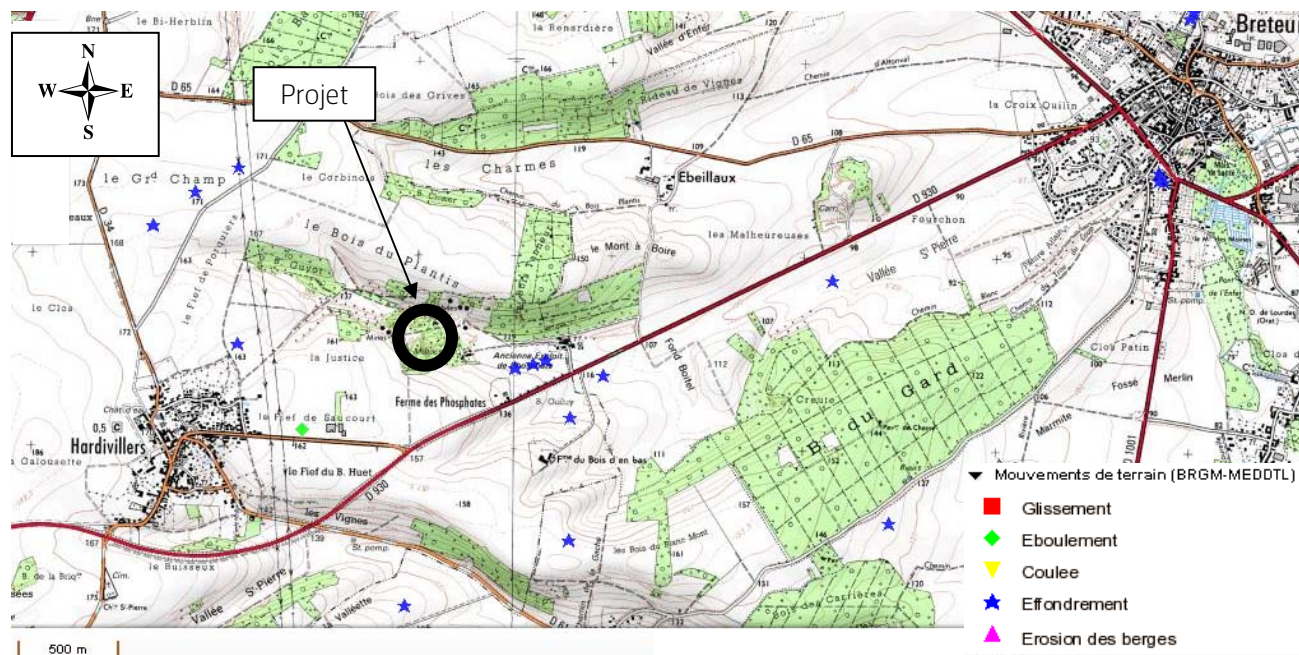
Figure 7 : aléa inondations aux abords du projet



### 3.3.3 Glissements

Le BRGM dénombre plusieurs mouvements de terrain aux alentours du projet, presque essentiellement des effondrements.

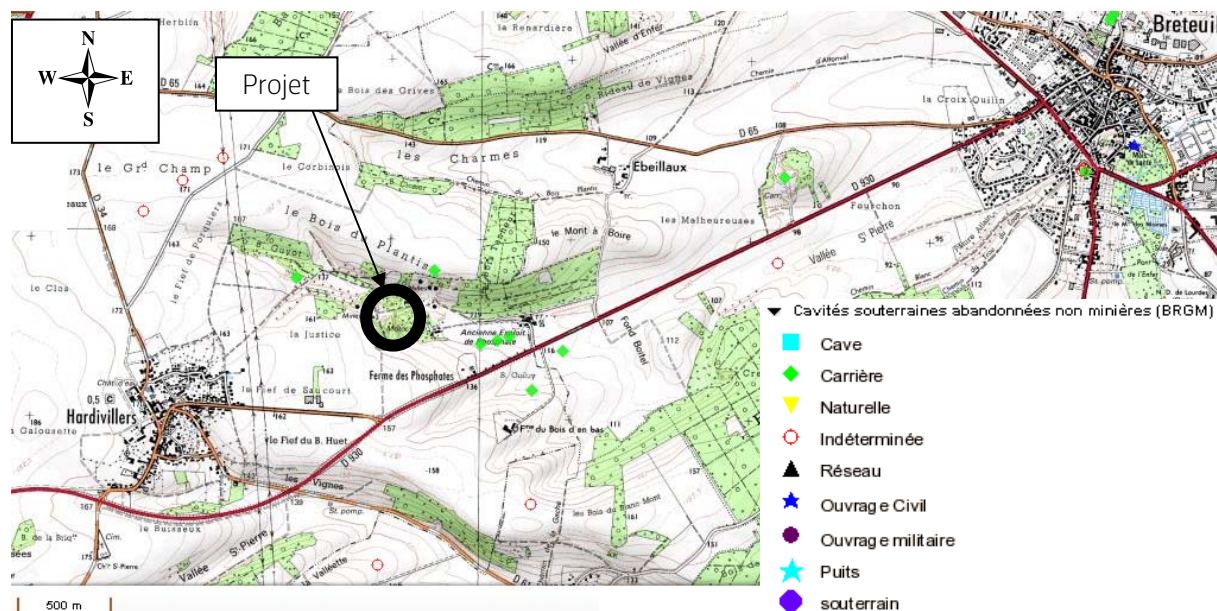
Figure 8 : inventaire des mouvements de terrains aux abords du projet



### 3.3.4 Cavités naturelles

Le BRGM inventorie plusieurs cavités aux alentours du projet, essentiellement des carrières. Ces exploitations interrompues concernaient le minéral de phosphate.

Figure 9 : inventaire des cavités naturelles aux abords du projet

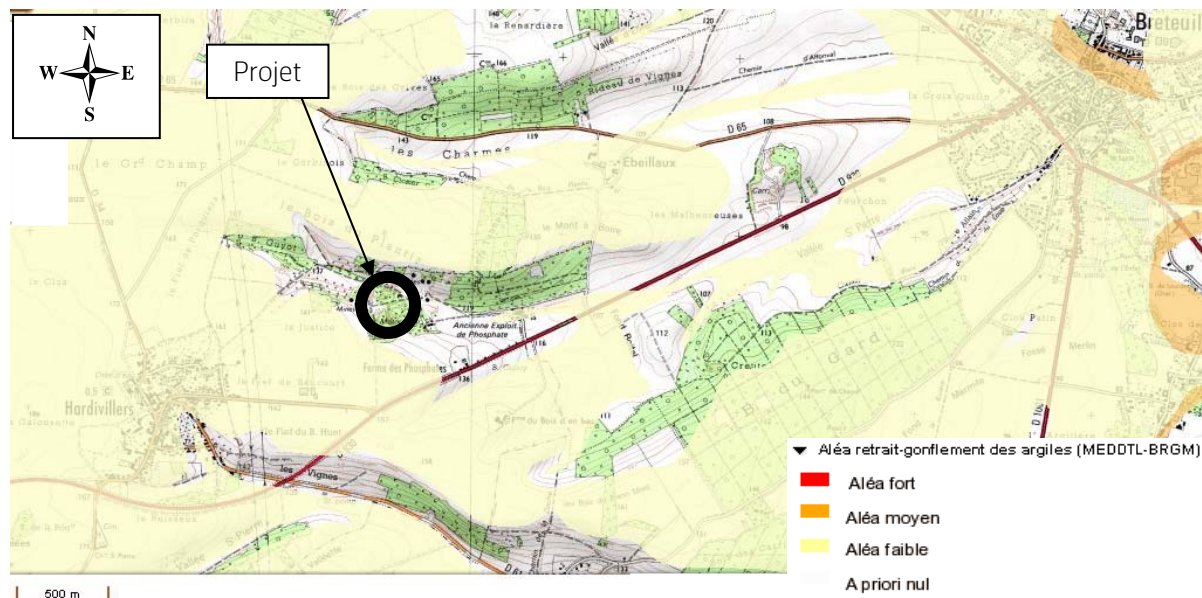


Aucune cavité naturelle n'est recensée dans le secteur du projet.

### 3.3.5 Aléa gonflement

Le BRGM classe le site du projet avec un aléa a priori nul vis-à-vis du retrait et gonflement des argiles.

Figure 10 : aléa retrait gonflement des argiles aux abords du projet



## 3.4 CADRE GEOLOGIQUE LOCAL

### 3.4.1 Lithostratigraphie locale

Le Tableau 3 ci-après synthétise les données lithostratigraphiques locales.

Tableau 3 : cadre lithostratigraphique dans le secteur du projet

| Ere / Division | Etage          |                | Symbole               | Nature de l'unité                         | Epaisseur                               |                                |
|----------------|----------------|----------------|-----------------------|---|---|--------------------------------|
| Quaternaire    | -              |                | LS                    | Limons argileux à silex                   | de 2 à 9 m                              |                                |
| Crétacé        | Campanien inf. | Sénonien       | C <sub>6</sub>        | Craie phosphatée ou craie blanche à silex | de 0 à 16 m                             | jusqu'à 116 m à Welle-Pérennes |
|                |                |                |                       | Craie blanche à silex                     | environ 20 m                            |                                |
|                |                |                | Santonien             | C <sub>5</sub>                            | Craie sans silex, localement phosphatée |                                |
|                | Coniacien      | C <sub>4</sub> | Craie blanche à silex | environ 45 m                              |   |                                |
|                | Turonien       |                | C <sub>3</sub>        | Craie blanche                             | environ 90 m                            |                                |

La Figure 11 illustre les couches géologiques rencontrées à l'affleurement dans la région du projet à partir de la carte géologique de Saint-Just-en-Chaussée au 1/50000. L'Annexe 1 présente un extrait de la légende de cette carte géologique. On décrit leur nature ci-après.

Les limons argileux à silex sont des formations résiduelles liées à la dissolution de la craie.

Tous ces ouvrages montrent une épaisseur considérable de la formation Sénonienne, composée par les étages géologiques du Coniacien, du Santonien et du Campanien. Ces 3 étages présentent des faciès crayeux, avec ou sans silex.

Le Campanien inférieur affleure au droit du projet, où son faciès phosphaté a été exploité par le passé.

La craie phosphaté, grise à brunâtre, est riche en granules millimétriques phosphatés pris dans une matrice crayeuse plus claire ; elle est dépourvue de silex. La craie phosphatée présente une structure en lentille ce qui en fait un faciès très localisé.

L'épaisseur au centre de la lentille est estimée de 8 à 16 m.

Au dessus repose une craie blanche à silex, fortement diaclasée et fracturée (fractures verticales orientées N330° ; certaines de ces diaclases sont visibles sur les flancs de la carrière).

Le passage à la craie blanche est souligné par un niveau assez continu de poches de dissolution parfois remplies de sable ocre.

A Hardivillers, la partie supérieure du Santonien et la base du Campanien sont remaniées, et on note la présence d'un hard ground (surface durcie et rubéfiée, liée à un arrêt de la sédimentation) entre les deux formations. La craie est de couleur crème à fins granules phosphatés bruns, sans silex.

Son épaisseur peut être estimée de 30 à 35 m.

Les craies du Coniacien sont riches en silex, souvent de grande taille. La limite inférieure avec le Turonien est relativement imprécise du point de vue micropaléontologique et lithologique. L'épaisseur de la formation est d'environ 45 m.

Le lithofaciès du Turonien supérieur est assez constant : craies bioclastiques dures, grises à jaunâtres, le plus souvent noduleuses "à durillons", renfermant de nombreux silex.

Son épaisseur est d'environ 9 m aux abords du projet.



Sous les calcaires du Turonien, les forages profonds ont rencontrés les formations carbonatées du Cénomanién, puis la série sédimentaire classique du bassin de Paris jusqu'au socle Paléozoïque à près de 1300 m de profondeur.

La carte géologique fait figurer une couche de remblais au droit même du projet (désignée aussi par l'ancienne carrière Linet de craie phosphatée). Ces remblais sont de nature crayeuse.

L'Annexe 2 consigne la localisation et la lithologie des piézomètres du projet.

La lithologie des terrains observés à l'aplomb des investigations géotechniques sont montrées dans le rapport RINCENT BTP (13.3.1510/1, de novembre 2013).

La nature des terrains rencontrés sur ces ouvrages confirme la lithostratigraphie locale au niveau du projet.

### **3.4.2 Géologie structurale locale**

La base de la formation phosphatée présente une surface durcie rubéfiée et perforée en forme de cuvette. La lentille phosphatée est située au creux d'une dépression orientée NW-SE, correspondant à l'orientation des grandes structures de la Picardie, se fermant à la limite Nord-ouest du gisement tandis qu'elle s'ouvre largement au Sud-est.

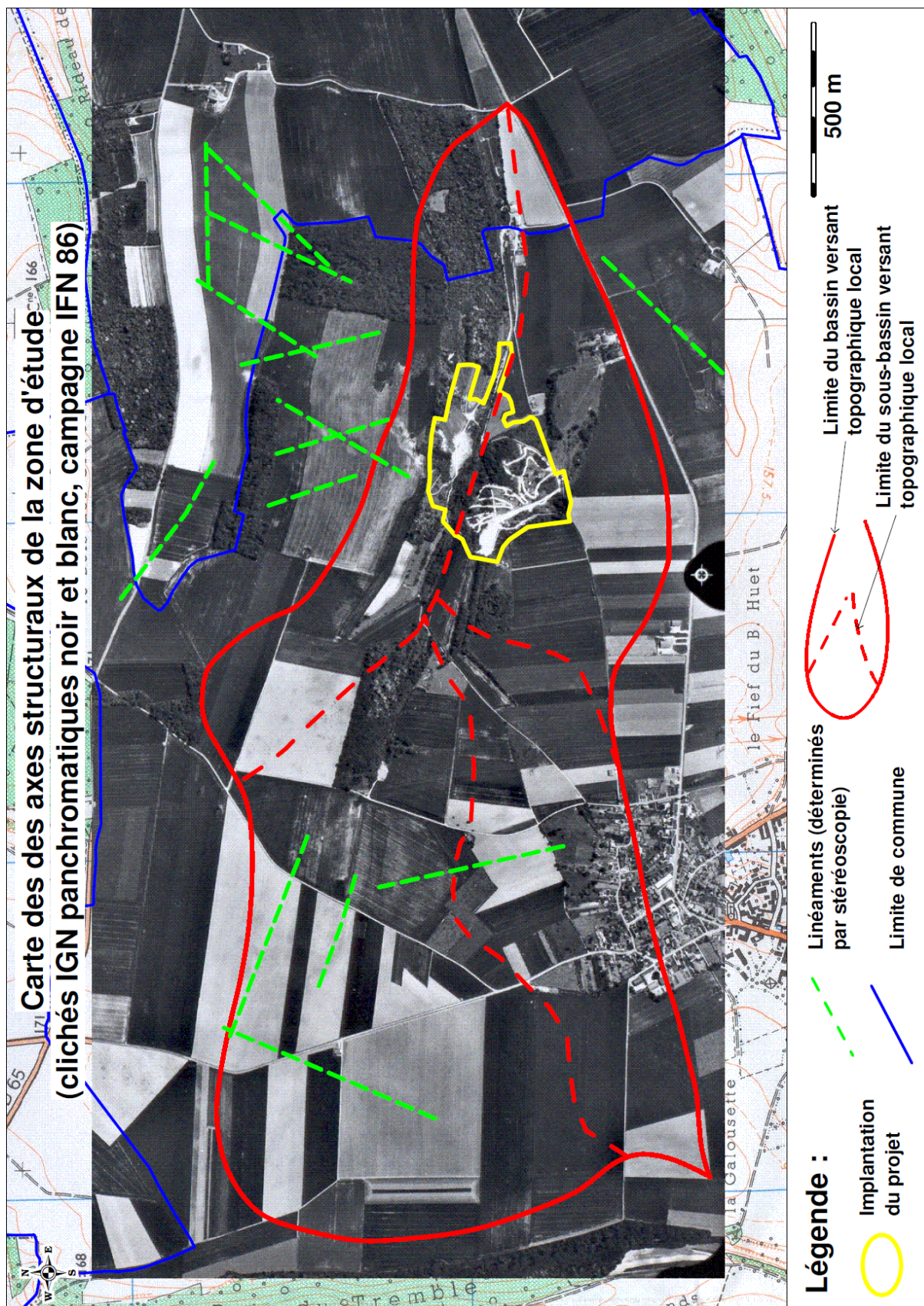
La forme en cuvette du gisement suggère que le paléorelief a joué le rôle de piège pour la craie phosphatée qui s'est déposé sur cette surface durcie (hard ground), correspondant à un arrêt de la sédimentation (probablement dû à la présence de courants marins) au Santonien moyen. La présence d'une brèche à la base du gisement indique que la reprise de la sédimentation a été accompagnée d'une action érosive sur les structures avoisinantes.

L'IGN a fourni les clichés des photographies aériennes en version panchromatique noir et blanc.

Parmi les missions aériennes qui couvrent le périmètre d'étude, une campagne (n° IFN 86) a été effectuée en Infrarouge, celles de 1986 (avec une échelle au 1/17000<sup>ème</sup>).

On a réalisé une photo-interprétation à l'aide d'un stéréoscope en reportant les structures (notamment les linéaments) sur chaque cliché qu'on a calé sur un extrait de plan topographique de l'IGN (Figure 12).

Figure 12 : photo-interprétation stéréoscopique aux abords du projet





Cette analyse a pour but d'identifier les discontinuités structurales préexistantes pouvant conditionner le réseau des écoulements souterrains.

On a relevé :

- 9 linéaments au nord de la vallée sèche (hors de son bassin versant) occupée par le projet,
- 4 sur l'amont lointain au projet (proche de la ligne d'interfluve),
- 1 au sud-est du projet hors du bassin versant de la vallée.

Les deux principales familles de linéaments relevées sont N30-40° et N150-160°.

Ces linéaments pourraient être révélateurs de discontinuités structurales. Toutefois, il faut relativiser cette interprétation car l'action anthropique joue un rôle très important dans les modifications du paysage (aspect du parcellaire, taille et orientation des parcelles, remembrement, distribution des forêts, infrastructures routières, aménagements de cours d'eau, etc.). Cette action constitue une gêne pour l'interprétation des phénomènes de nature géologique, en se superposant à ces éléments ou en les masquant.

Aucun faisceau de discontinuités franches n'est présent et ne laisse envisager de discontinuité structurale à l'aplomb du projet.

Le projet se situe sur une vallée sèche soit sur une discontinuité morphologique, avec à l'amont immédiat, aucun faisceau d'anomalies photo-interprétatives susceptibles de traduire une ou plusieurs structures cassantes où pourraient circuler des eaux souterraines.

Les données hydrogéologiques ci-après (§4) tendent à confirmer cette absence de structure cassante, synonyme de circulation d'eau, en milieu crayeux.

La Figure 13 et la Figure 14 présentent des coupes géologiques et structurales passant par le projet.

Des contextes géologiques, structuraux et hydrogéologiques régionaux et locaux, et de l'absence d'indice francs (cf. ci-avant), il n'a donc pas été jugé propice de réaliser d'investigation géophysique.

Figure 13 : coupe géologique et hydrogéologique N-S passant par le projet

## Coupe géologique et hydrogéologique Nord-Sud de Troussencourt à Villers-Vicomte

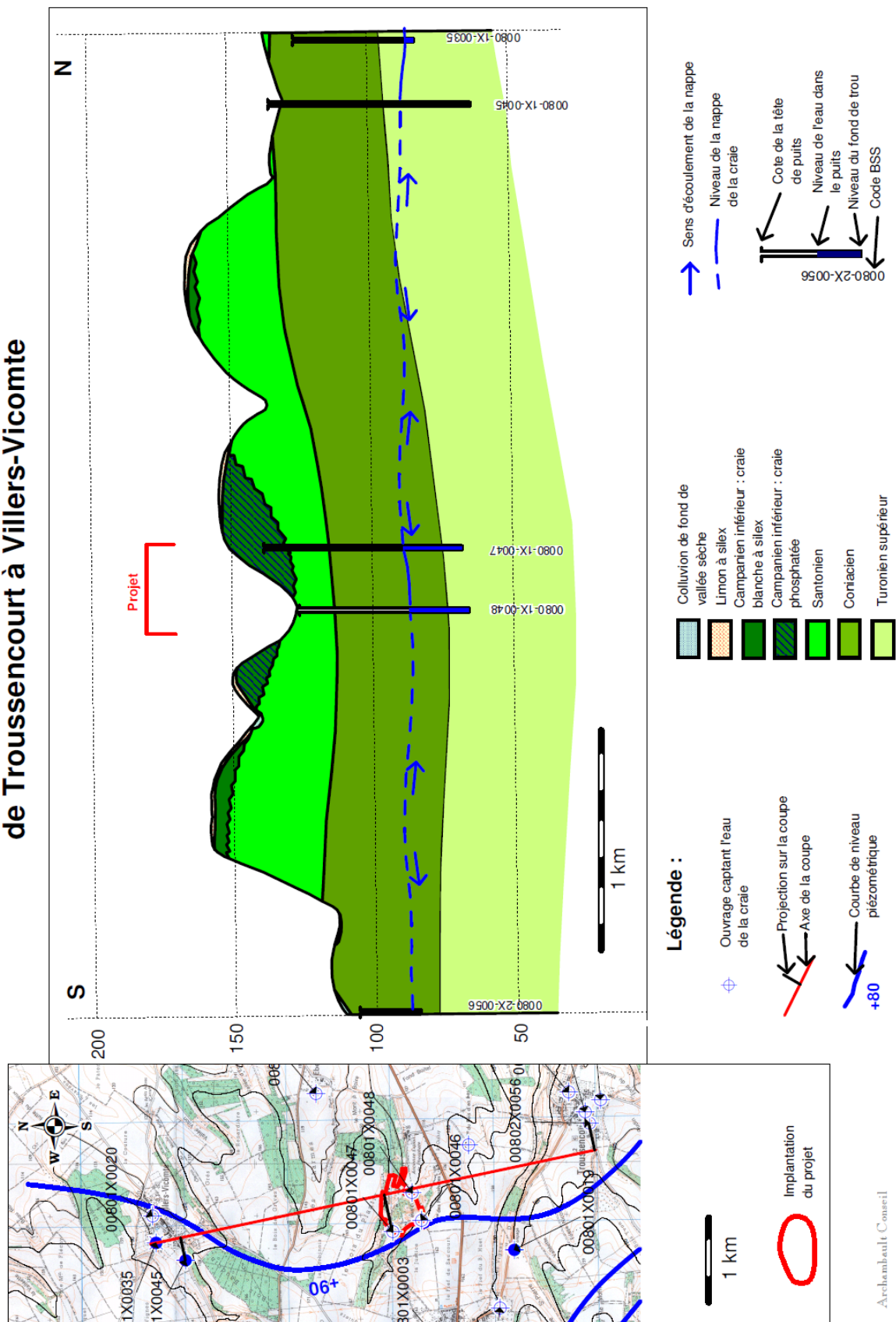
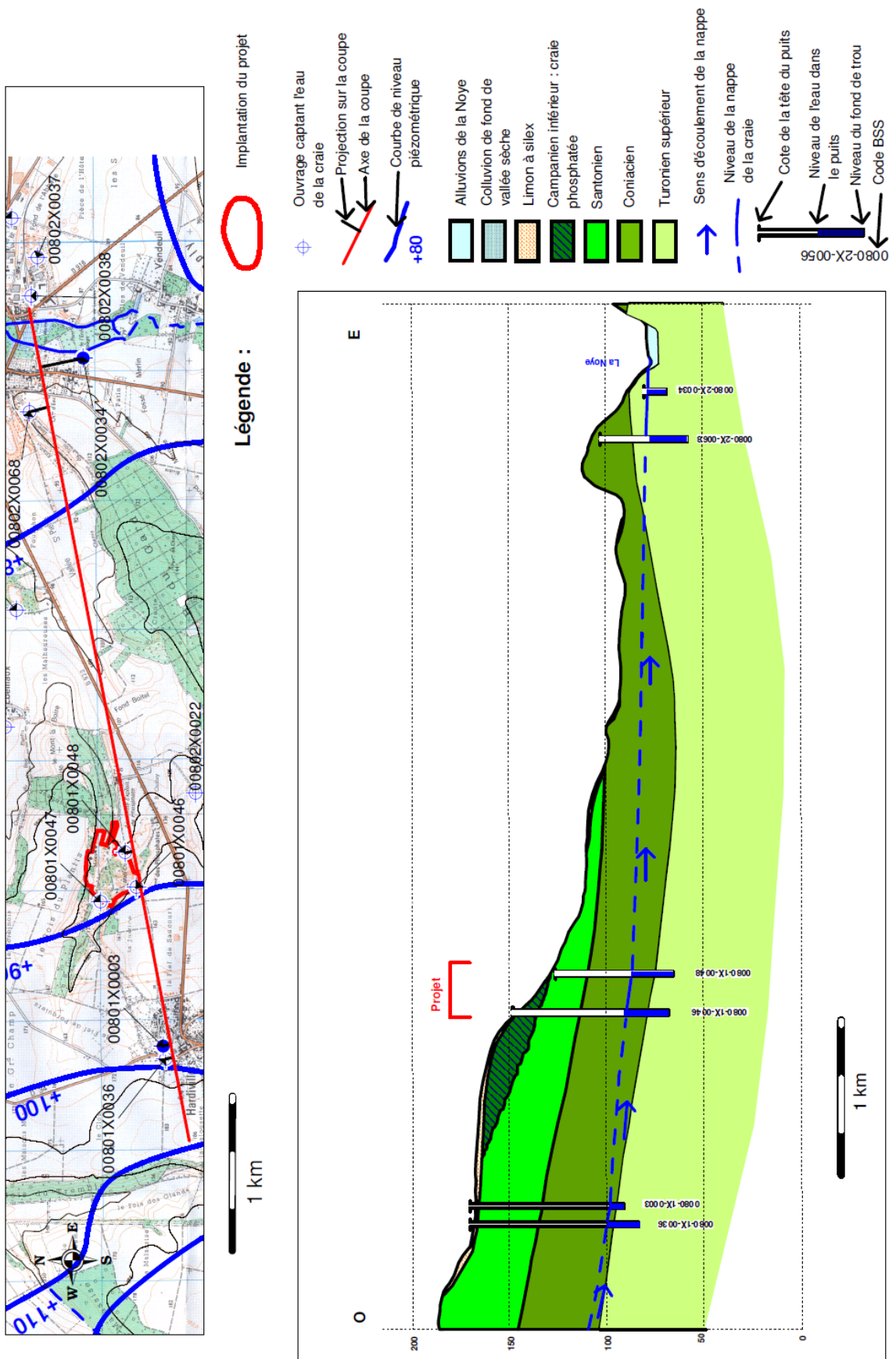


Figure 14 : coupe géologique et hydrogéologique E-W passant par le projet

Coupe géologique et hydrogéologique Est-Ouest de Hardivillers à Breteuil



## **4 CADRE HYDROGEOLOGIQUE**

### **4.1 CADRE HYDROGEOLOGIQUE REGIONAL**

#### **4.1.1 Les aquifères en présence**

La carte géologique de Saint-Just-en-Chaussée au 1/50000 (édition de 1978), la carte hydrogéologique de l'Oise au 1/100 000 (1979) et sa notice (septembre 1987), et les dossiers techniques des ouvrages recensés à la Banque de données du Sous-Sol ont fourni les données ci-après.

La première nappe est celle de la craie qui s'écoule au sein des formations du Campanien, du Santonien et du Coniacien, regroupées sous l'appellation d'aquifère du Sénonien. Cet aquifère constitue un réservoir d'eau d'importance régionale.

On note la présence en profondeur de la nappe captive des Sables de l'Albien qui se situe à grandes profondeurs : de -83mNGF à -151mNGF au droit du forage 0080-1X-0001 de Maisoncelle-Tuilerie localisé à 3,3 km au Sud-sud-ouest du projet (Figure 4).

Cette nappe est protégée naturellement par la couche imperméable constituée par les Argiles de Gault et, administrativement par une zone de répartition des eaux (ZRE) intégrée au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin de la Seine et des cours d'eau Normands.

Le contexte hydrogéologique au droit du projet est tel que l'on s'intéresse par la suite essentiellement à la nappe de la craie. En effet, elle constitue le premier écoulement souterrain sous le site du projet.

#### **4.1.2 Caractéristiques de la nappe de la craie**

##### **4.1.2.1 Géométrie**

Le mur de l'aquifère crayeux est un horizon semi-perméable formé par les craies marneuses du Turonien moyen (appelées Dièves).

Cette nappe de la craie est limitée dans sa partie basale du fait de la compaction des assises du réservoir et, de l'absence des effets de la météorisation sur le réseau fissural.

En pratique, la puissance de la nappe où la circulation des eaux permet une exploitation convenable par forage, donc où la perméabilité est élevée, se limite à la tranche supérieure du réservoir (une à plusieurs dizaines de mètres selon l'importance de la fissuration et de la météorisation), en outre, la craie d'âge Sénonien.

#### 4.1.2.2 Alimentation

Sur le secteur, la pluie efficace, constituée par la portion des eaux météoriques non reprise par évaporation ou par les végétaux, assure l'essentiel de l'alimentation de cette nappe de la craie. Ces eaux météoriques tombent sur les affleurements de la craie et s'infiltrent pour partie plus ou moins vite selon les couches de terrain superficielles (composés de matériaux d'altération de la craie ou détritiques d'âge Quaternaire ou de terrains d'âge Tertiaire).

#### 4.1.2.3 Perméabilité de la craie

La notice de l'atlas hydrogéologique de l'Oise de 1987 précise :

"La roche étant à la fois poreuse et fissurée, elle possède précisément deux types de perméabilités : une perméabilité d'interstices (ou "en petit") et une perméabilité de fissures (ou "en grand").

Le premier type de perméabilité liée à la porosité interstitielle du réservoir demeure très faible et ce, malgré une porosité totale importante de la roche ( $\leq 30\%$ ). C'est en fait sa fissuration qui confère à la craie sa vraie perméabilité, mais, alors que la précédente est relativement homogène dans l'espace, celle-ci se trouve répartie d'une manière très hétérogène au sein de l'aquifère."

"En effet, la fissuration de la craie, au départ d'origine tectonique amplifiée ensuite par des phénomènes physico-chimiques (dissolution) s'est essentiellement développée à la fois dans les couches les plus proches du sol et dans celles situées à l'aplomb des vallées actuelles mais uniquement dans les zones où la craie est affleurante ou subaffleurante, c'est-à-dire là où elle ne possède pas de couverture imperméable (argile tertiaire par exemple)."

Ceci explique qu'en profondeur et dans les zones sous recouvrement voire hors des axes de vallée, la perméabilité de la roche crayeuse diminue, cette dernière ayant conservé sa compacité originelle.



La crête piézométrique de direction Nord-Sud, en amont du projet, se situe approximativement à 1km à l'Ouest du bourg d'Hardivillers.

La courbe d'égalité d'altitude de l'eau, soit l'isopièze, à +90mNGF intercepte le projet.

Les courbes isopièzes en amont du projet (de +90 à +120mNGF) sont nettement plus resserrées qu'en aval (de +90mNGF à +80mNGF). Ce resserrement de ces isopièzes s'explique par la difficulté des eaux souterraines à s'écouler dans la formation crayeuse et donc traduit une relativement faible perméabilité. Cet état piézométrique est différent en aval du projet.

#### 4.1.2.5 Les axes de drainage de la nappe d'eau

La Noye constitue l'axe de drainage principal des eaux de la nappe de la craie dans le secteur du projet. Au fond de la vallée de la Noye, la nappe de la craie affleure ou subaffleure.

La nappe se vidange dans la rivière ou donne naissance à des sources comme à Breteuil, où une de ces sources délivre environ 100 l/s, et alimente des zones de marais implantées sur le quart Sud-est du bourg de Breteuil.

#### 4.1.2.6 Evolution piézométrique

Les deux piézomètres de référence, du réseau de surveillance des nappes d'eau souterraine de l'Agence de l'Eau Seine- Normandie, les plus proches du projet, et sollicitant la nappe d'eau de la craie, sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 4 : caractéristiques des piézomètres de référence de la nappe de la craie**

| N° BSS       | Commune            | Distance au projet | Altitude du sol | Profondeur du point d'eau | Début de chronique | Fin de chronique |
|--------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| 0079-4X-0021 | Crèvecœur-le-Grand | 12 km à l'Ouest    | +172mNGF        | 125m                      | 15/09/1970         | 21/10/2013       |
| 0080-5X-0002 | Noiremont          | 8 km au Sud        | +152mNGF        | 40m                       | 15/01/1965         | 20/10/2013       |

La Figure 16 montre leur implantation par rapport au projet et au réseau de surveillance des nappes d'eau de l'Oise.

Figure 16 : localisation des piézomètres de référence



Ces piézomètres montrent sensiblement les mêmes fluctuations de la nappe de la craie et les mêmes tendances, représentatives de l'évolution des cycles hydroclimatiques marquants de ces dernières décades.

L'amplitude interannuelle de ces variations piézométriques est de l'ordre d'une dizaine de mètres, et une recharge annuelle d'à peu près un à trois mètres.

On notera que depuis la succession de cycles hydroclimatiques très excédentaires de 1999 à 2004, la nappe a évolué vers des niveaux bas avec des recharges plus faibles proches de celles du milieu des années soixante dix.

La Figure 17 et la Figure 18 illustrent l'évolution de la surface de la nappe de la craie à l'aplomb de ces piézomètres de référence depuis plus de quarante ans.



Figure 17 : évolution de la nappe de la craie au piézomètre de Crèvecœur-le-Grand

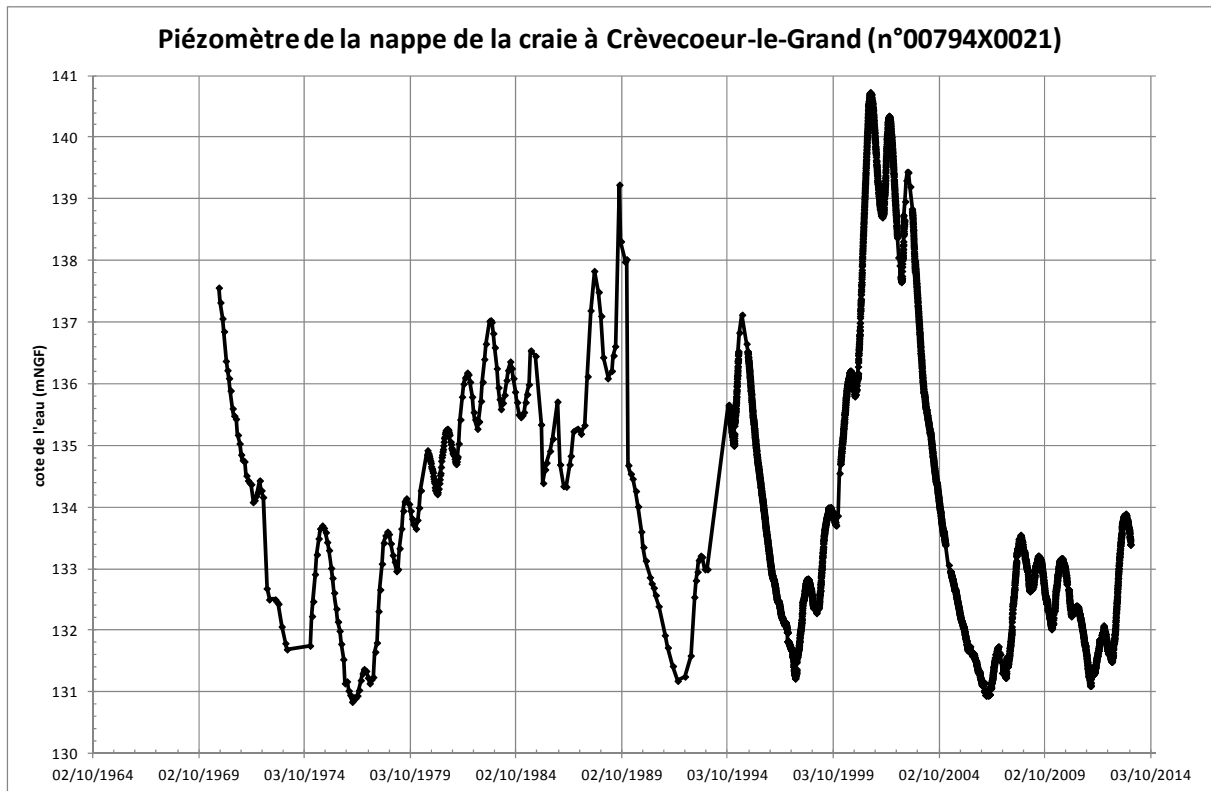
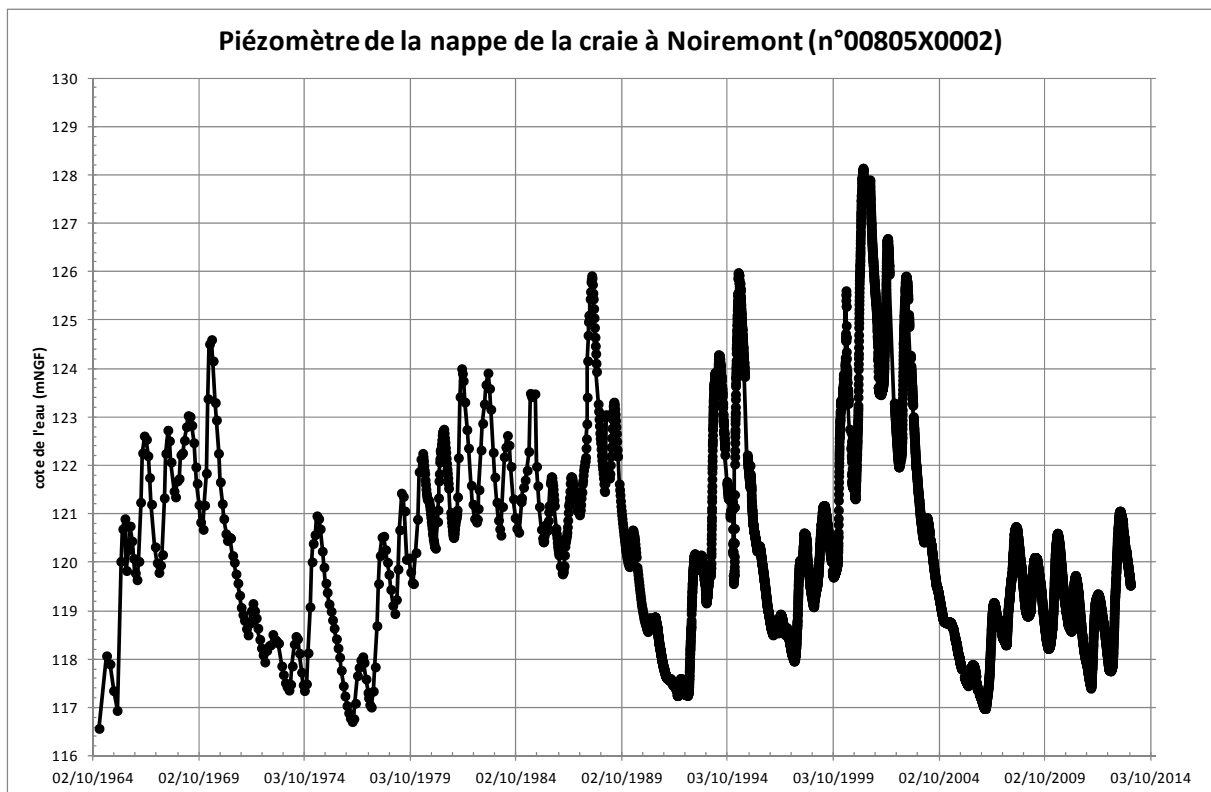


Figure 18 : évolution de la nappe de la craie au piézomètre de Noiremont



### 4.1.3 Les usages de l'eau

Le Tableau 5 synthétise les différents usages de l'eau souterraine dans le secteur du projet.

**Tableau 5 : inventaire des points d'eau**

| Usages   | N° BSS        | Communes                           | Observations de la BSS                                     |
|--|---------------|------------------------------------|--|
| Alimentation en eau industrielle (AEI)           | 00802X0038    | Breteuil                           | Ancien puits SNCF  |
|  | 00802X0037    | Breteuil                           | Coopérative de déshydratation                              |
|  | 00802X0039    | Breteuil                           | S.A. INOFRORGES  |
|  | 00802X0046    | Breteuil                           | Manufacture de produits chimiques                          |
|  | 00802X0048    | Breteuil                           | Puits de la carrière                                       |
|  | 00802X0078    | Vendeuil Caply                     | Eau industrielle   |
| Alimentation en eau agricole (AEA)               | 00802X0016    | Esquennoy                          | Exploitant agricole  |
|  | 00802X0021    | Breteuil                           | Exploitant agricole  |
|  | 00801X0051    | Villers Vicomte                    | Arrosage centre équestre                                   |
|  | 00802X0089    | Breteuil                           | Exploitant agricole  |
|  | 00802X0047    | Breteuil                           | Eau destinée à l'entretien du cimetière                    |
| Alimentation en eau domestique (AED)             | 00802X0068    | Breteuil                           | Particulier  |
|  | 00802X0043    | Breteuil                           | Particulier  |
|  | 00802X0035    | Vendeuil Caply                     | Particulier  |
|  | 00802X0032    | Vendeuil Caply                     | Particulier  |
|  | 00802X0022    | Hardivillers                       | Particulier  |
|  | 00802X0041    | Breteuil                           | Particulier  |
|  | 00801X0018    | Cormeilles                         | Puits d'infiltration                                       |
| Alimentation en eau potable (AEP)                | 00801X0019    | Hardivillers                       | Utilisé, débit autorisé est de 8 m <sup>3</sup> /h (DUP)   |
|  | 00801X0045    | Villers Vicomte                    | Utilisé  |
|  | 00801X0035    | Villers Vicomte                    | Utilisé, débit autorisé est de 4 m <sup>3</sup> /h (DUP)   |
|  | 00802X0034    | Vendeuil Caply                     | Utilisé, débit autorisé est de 130 m <sup>3</sup> /h (DUP) |
|  | 00801X0003    | Hardivillers                       | Ancien puits communal                                      |
|  | 00801X0036    | Hardivillers                       | Ancien puits communal                                      |
|  | 00801X0037    | Hardivillers                       | Ancien puits communal                                      |
|  | 00801X0020    | Villers Vicomte                    | Ancien puits communal                                      |
|  | 00802X0056    | Troussencourt                      | Ancien puits communal                                      |
|  | 00802X0024    | Troussencourt                      | Ancien puits communal                                      |
|  | 00802X0033    | Vendeuil Caply                     | Ancien puits communal                                      |
|  | 00801X0006    | Cormeilles                         | Ancien puits communal                                      |
|  | 00801X0022    | Le Crocq                           | Utilisé  |
| 00802X0057                                       | Troussencourt | Ancien puits communal              |  |
| Alimentation de pompe à chaleur (PAC)            | 00802X0081    | Vendeuil Caply                     | Pompe à chaleur (captage-réinjection)                      |
|  | 00802X0082    | Vendeuil Caply                     |  |
|  | 00802X0083    | Breteuil                           | Pompe à chaleur (captage-réinjection)                      |
|  | 00802X0084    | Breteuil                           |  |
|  | 00802X0086    | Breteuil                           | Pompe à chaleur (captage-réinjection)                      |
|  | 00802X0085    | Breteuil                           |  |
| 00802X0070                                       | Breteuil      | Eau destinée à une pompe à chaleur |  |
| Surveillance de la qualité des eaux souterraines | 00802X0079    | Breteuil                           | Piézomètre   |
|  | 00801X0046    | Hardivillers                       | Piézomètre Gurdebeke                                       |
|  | 00801X0047    | Hardivillers                       | Piézomètre Gurdebeke                                       |
|  | 00801X0048    | Hardivillers                       | Piézomètre Gurdebeke                                       |
|  | 00802X0080    | Hardivillers                       | Piézomètre Gurdebeke                                       |
|  | 00802X0087    | Hardivillers                       | Piézomètre Gurdebeke                                       |
| Source   | 00802X0044    | Breteuil                           | Source   |
|  | 00802X0050    | Breteuil                           | Source   |
|  | 00802X0015    | Breteuil                           | Source   |
|  | 00802X0036    | Vendeuil Caply                     | Source   |
|  | 00802X0018    | Vendeuil Caply                     | Source   |
|  | 00802X0062    | Vendeuil Caply                     | Source   |

Le secteur du projet présente une relativement faible densité de points d'eau, compte tenu de son caractère rural et, de la difficulté d'accès à la ressource en eau, hors des vallées à cours d'eau pérenne. Le Tableau 5 décompose le parc de points d'eau en différents usages. Les points d'eau sont implantés sur la Figure 19.

Parmi les ouvrages de ce parc, cinq piézomètres font partie du projet, et un autre surveille la qualité des eaux souterraines d'une ancienne carrière sur la commune de Breteuil, en aval hydraulique du projet, entre le bourg de la commune de Breteuil et le projet.

On souligne le très faible débit autorisé sur les deux captages d'eau potable localisés au nord et au sud du projet.

Les petits débits exhaérés et les caractéristiques hydrodynamiques plutôt médiocres de la nappe sur l'amont du bassin versant hydrogéologique laissent supposer la faible incidence de ces prélèvements sur la configuration de la surface de cette nappe de la craie qui est très puissante.

Sur l'ensemble des ouvrages, seuls des ouvrages utilisés pour la géothermie basse énergie et à usage domestique de Breteuil, se situent dans l'axe d'écoulement des eaux circulant sous le site du projet, avant de rejoindre le niveau de drainage constitué par la vallée de la Noye. Seraient également présents un puits à usage industriel et un piézomètre de surveillance de la qualité des eaux souterraines au niveau de la carrière de Breteuil.

Les périmètres de protection des captages en eau potable d'Hardivillers et de Villers-Vicomte sont signifiés par rapport au projet sur la Figure 20, et plus précisément définis sur la Figure 21 et sur la Figure 22.

Ils sont respectivement situés à 1 km au sud et 2 km au nord, soient perpendiculairement au projet par rapport au sens des écoulements de la nappe de la craie mais également en amont hydraulique du projet (cf. les coupes géologiques et hydrogéologiques de la Figure 13 et de la Figure 14).

Les captages situés sur les plateaux présentent des débits spécifiques faibles, de l'ordre de 1 m<sup>3</sup>/h/m de rabattement.

Dans les vallées humides, les valeurs de cette caractéristique sont diverses, comprises entre 10 et 130 m<sup>3</sup>/h/m de rabattement, mais nettement plus élevées que celle des plateaux.

Le degré de fissuration du substratum crayeux et donc la perméabilité, intervient directement dans le potentiel de ressource en eau de cette nappe.

Figure 19 : localisation des points d'eau par rapport au projet

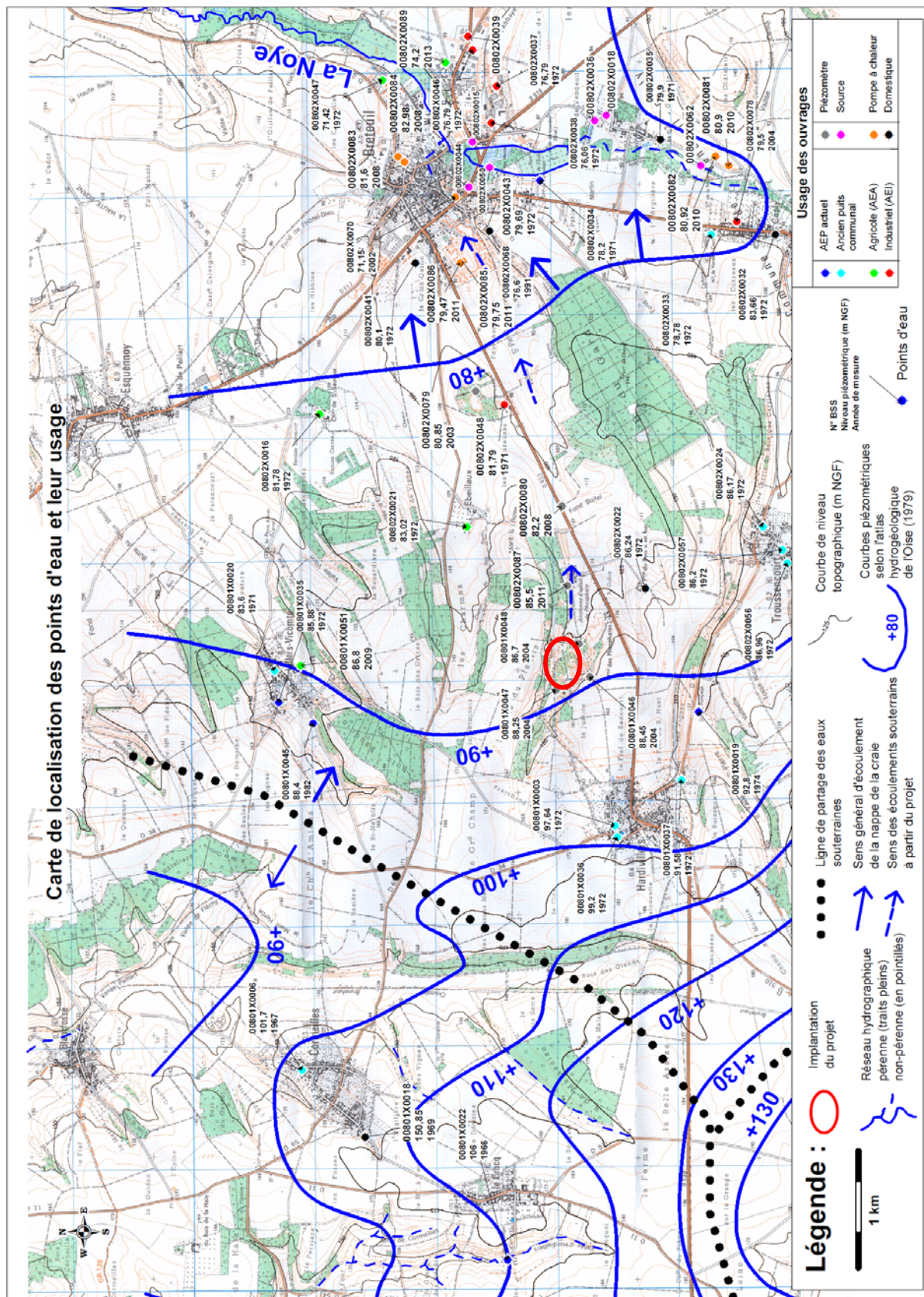
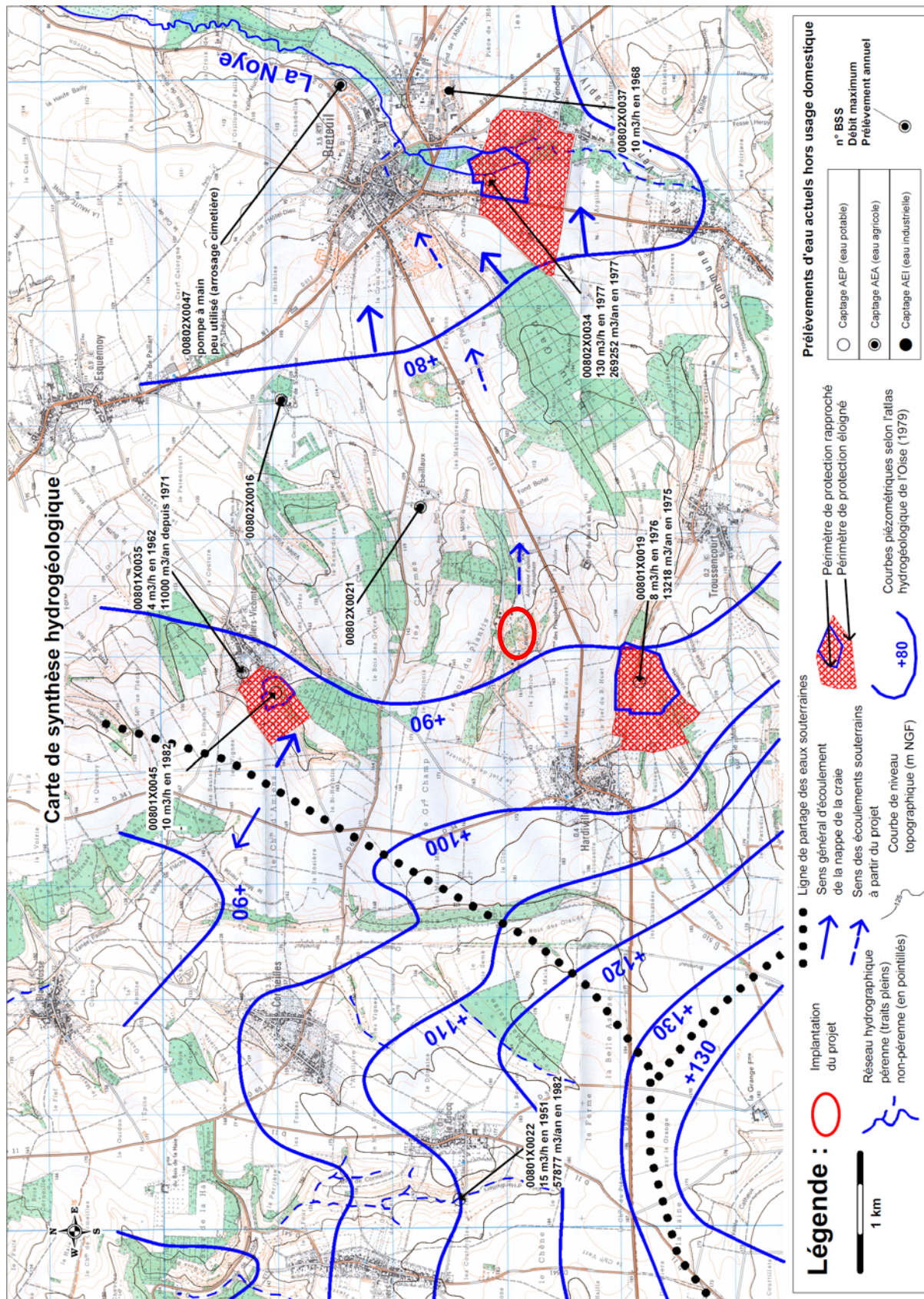


Figure 20 : les périmètres de protection des captages AEP par rapport au projet



### 4.1.3.1 Expertises hydrogéologiques liées aux captages AEP

#### ***4.1.3.1.1 Les captages AEP d'Hardivillers et de Villers-Vicomte***

Les captages d'alimentation en eau potable (AEP), les plus proches du projet, sont celui de Villiers-Vicomte implanté au nord du projet et, celui d'Hardivillers localisé au sud.

Ces deux captages présentent un niveau d'eau de la nappe de la craie, sans pompage d'exploitation (donc en régime statique), qui est supérieur à l'altitude de +90 m NGF. Hors le niveau d'eau mesuré sur les piézomètres de contrôle réalisés sur le site du projet montre un niveau de la nappe de la craie inférieur à +90 m NGF. Le projet se situe donc en aval hydraulique de ces deux captages.

De plus, ils sont localisés sur d'autres bassins versants hydrogéologiques que celui du projet. La preuve en est, c'est que les périmètres de protection définis par l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique, sensés être instaurés pour prévenir les risques de pollution accidentelles ou chroniques, s'étendent vers l'Ouest, soit vers la crête piézométrique limitant un autre bassin hydrogéologique.

La Figure 24 et la Figure 26 définissent ces périmètres de protection sur un extrait de carte topographique au 1/25000. Le trait violet délimite le périmètre de protection rapprochée (PPR) et le trait bleu le périmètre de protection éloignée (PPE).

Le PPR vise à conserver la qualité de l'environnement du captage par rapport à ses impacts sur la qualité de l'eau et à l'améliorer si nécessaire. Il est destiné à lutter contre les pollutions accidentelles et ponctuelles.

L'expertise hydrogéologique du captage de Villers-Vicomte date du 12/02/1985 et celle du captage d'Hardivillers du 21/03/1988.

Figure 21 : périmètres de protection du captage AEP de Villers-Vicomte

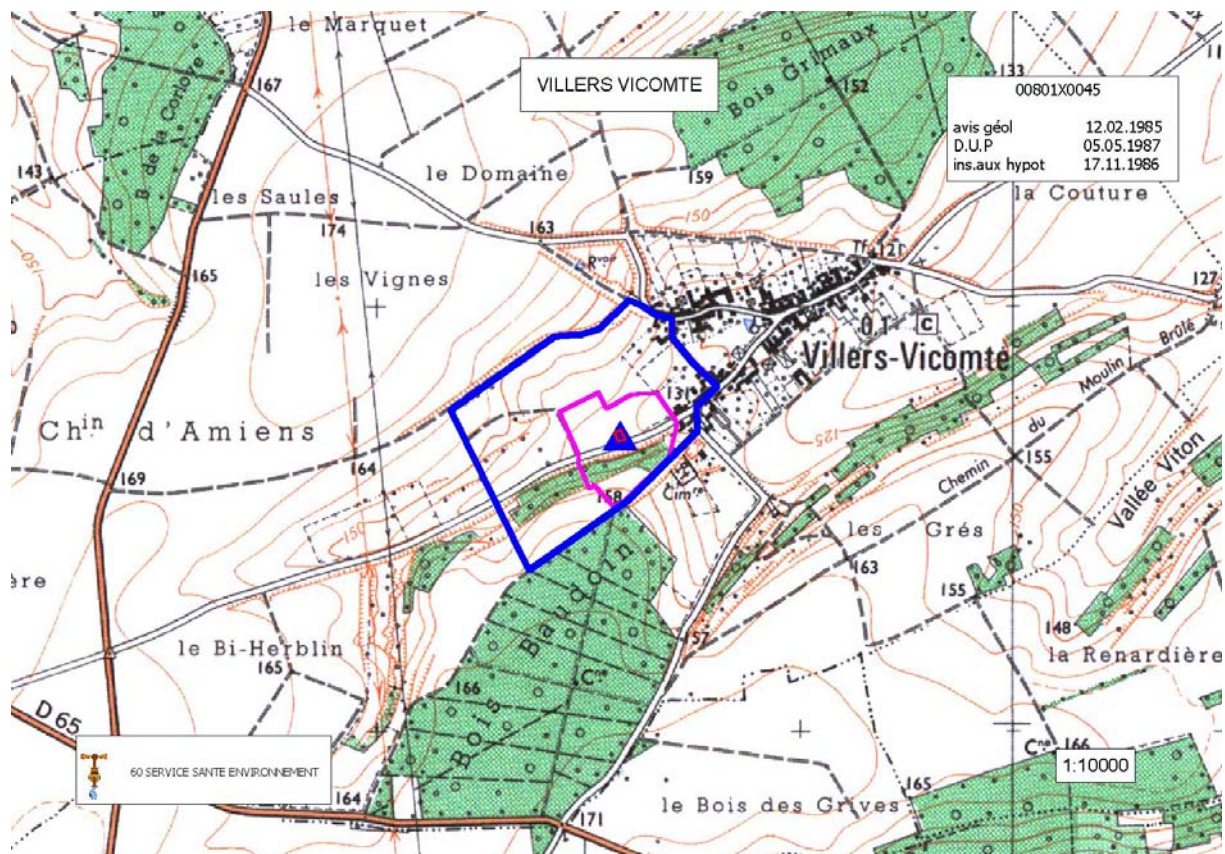
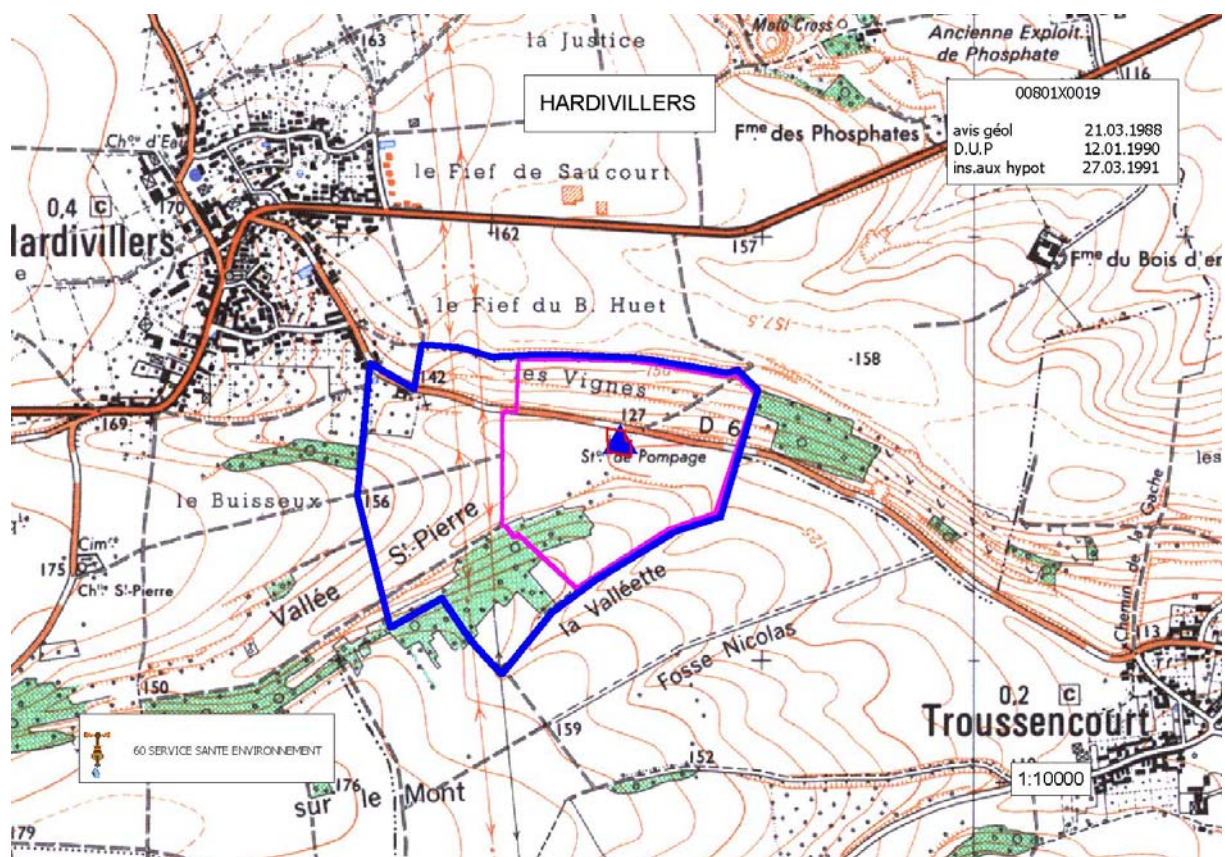


Figure 22 : périmètres de protection du captage AEP de Hardivillers



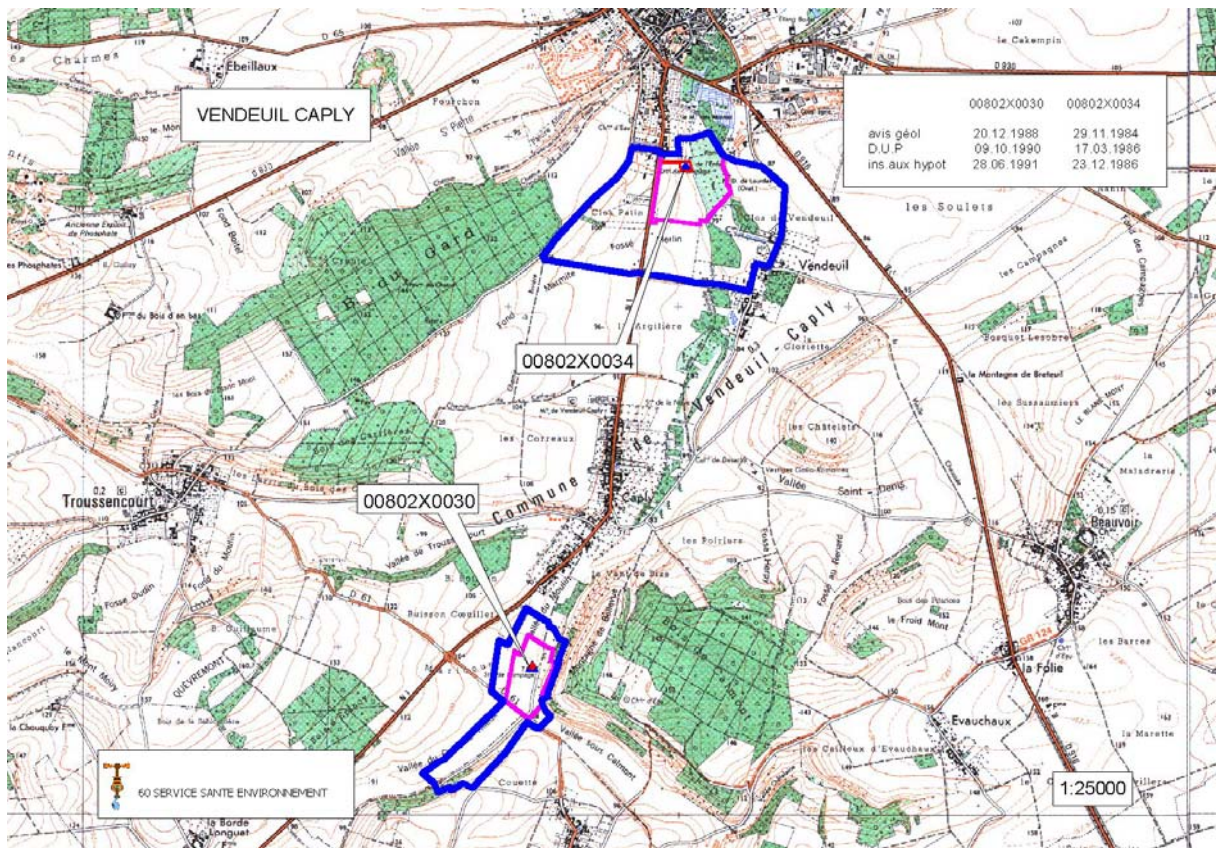
### 4.1.3.1.2 Le captage AEP de Breteuil

Le captage AEP de Breteuil (n°BSS0080-2X-0034), implanté sur le territoire de la commune de Vendeuil-Caply, dispose d'un avis d'hydrogéologue agréé en date du 29/11/1984 définissant les périmètres de protection désignés ci-avant.

Ce captage alimentant en eau potable la commune de Breteuil, plus bas topographiquement que le projet, se situe sur un autre bassin versant hydrogéologique que celui du projet.

On en a pour preuve, la délimitation des périmètres de protection établis par l'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique.

Figure 23 : périmètres de protection du captage AEP de Breteuil



En effet, ces derniers sont orientés vers le sud-sud-ouest, soit vers l'amont de son bassin hydrogéologique qui est orienté vers le sud soit le bourg de Vendeuil-Caply, où un ensemble de sources d'eau de la nappe de la craie sourd.

Sur cette figure 21 sont également illustrés le PPR et le PPE du captage de Vendeuil-Caply (n°BSS 0080-2X-0030) déterminés lors de l'expertise hydrogéologique du 20/12/1988, qui sont également orientés vers le Sud-sud-ouest.



#### ***4.1.3.1.3 Expertise hydrogéologique supplémentaire pour le captage de Breteuil***

L'hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique a été désigné le 05/12/2008 par le Préfet de l'Oise (via l'Agence Régionale de Santé de l'Oise) pour donner son avis sur les risques de contamination des eaux destinées à la consommation humaine, notamment le captage de Vendeuil-Caply alimentant la ville de Breteuil.

Cet expert a fait appel à une modélisation hydrodynamique et hydrodispersive des écoulements transitant sous le CSDNF jusqu'à la Noye afin d'évaluer la fourchette de temps d'atteinte du captage de Breteuil qui constituerait une éventuelle cible, et appréhender les panaches de pollution dans le temps à partir de défaillances simulées du projet.

L'expert conclue dans son avis du 09/03/2009, par :

« Les résultats de la modélisation hydrodynamique et hydrodispersive effectuées confirment mon avis préliminaire, à savoir que le captage de Breteuil, même exploité à son débit maximal, ne pourrait être atteint quelle que soit l'importance de la pollution provenant de l'ISDNM».

... « Afin de permettre un contrôle renforcé de la qualité des eaux souterraines, je préconise la réalisation d'un nouveau piézomètre de contrôle de la qualité des eaux souterraines implanté entre l'ISDNM et le piézomètre Pz4 à une distance d'une centaine de mètres. »

Ce piézomètre (Pz5) a été exécuté en octobre 2011 et vient renforcer le réseau de contrôle de la qualité des eaux du CSDNF, constitué maintenant de 5 piézomètres.

#### **4.1.4 Qualité des eaux souterraines**

Aussi bien en régime libre qu'en régime captif, les eaux de la craie présentent un faciès bicarbonaté calcique.

Leur dureté est forte, de l'ordre de 30°F pour un pH légèrement basique (6,9 à 7,8). Leur minéralisation est moyenne (conductivité d'environ 650  $\mu$ S/cm et résidu sec compris entre 300 et 600 mg/l). Cette minéralisation peut s'élever à l'approche des recouvrements d'âge tertiaire.

L'atlas hydrogéologique de l'Oise fait état de la répartition des ions majeurs rencontrés :

"Hormis le calcium et les bicarbonates, les ions majeurs rencontrés sont les chlorures (15 mg/l), les sulfates (1 mg/l), les nitrates (25 mg/l), le magnésium (5 mg/l), le sodium (7 mg/l) et le potassium (3 mg/l)".

Ces valeurs correspondent aux normales des valeurs mesurées sur les eaux de la nappe libre de la craie.

Pour celles situées en régime captif, ces normales diffèrent, notamment pour les sulfates, le magnésium et le potassium qui ont tendance à augmenter. De plus, d'autres éléments peuvent prendre une part importante dans la qualité des eaux, comme le fer et le manganèse (dans un contexte réducteur) et, le fluor (par échange de base avec les argiles).

Le faciès bicarbonaté calcique des eaux en régime libre peut subir une modification anthropique par les rejets nitrates (d'origine agricole et/ou urbains).

## **4.2 CADRE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL**

### **4.2.1 Nappe d'eau**

La première nappe d'eau souterraine qui serait susceptible d'être marquée par le projet en cas de défaillance est la nappe de la craie du Sénonien.

### **4.2.2 Piézométrie et son évolution**

#### 4.2.2.1 Evolution du niveau de la nappe d'eau de la craie

Les cinq piézomètres du projet ont été équipés en 2013 d'une sonde enregistreuse, au pas de temps de 24 heures, du niveau de la nappe d'eau de la craie. Le projet dispose ainsi pour l'instant d'une chronique locale allant du 27 mars au 8 octobre 2013.

On constate que la surface de la nappe de la craie poursuit une vidange du réservoir depuis la recharge hivernale du cycle hydroclimatique 2012-2013.

De la comparaison des piézomètres de référence (Noiremont et Crèvecœur le Grand) de la nappe de la craie les plus proches du projet avec ceux réalisés dans le cadre du projet, on constate :

- une décrue de la nappe d'eau souterraine mais qui apparaît un peu plus tardivement, et non synchrone entre eux (la décrue sur Noiremont arrive plus tôt que celle de Crèvecœur le Grand) ;
- une amplitude de décrue à l'aplomb du projet comprise entre celle des deux piézomètres de référence.

Figure 24 : évolution de la nappe de la craie sur les piézomètres du projet

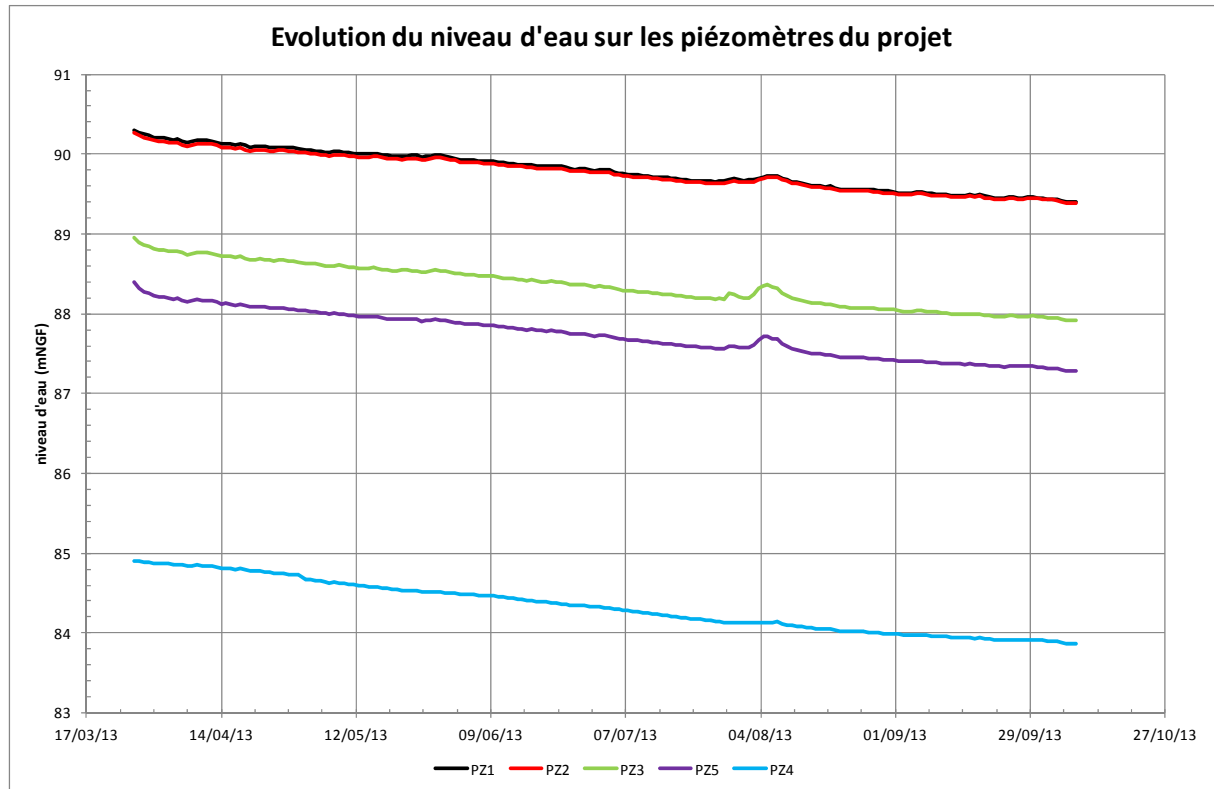
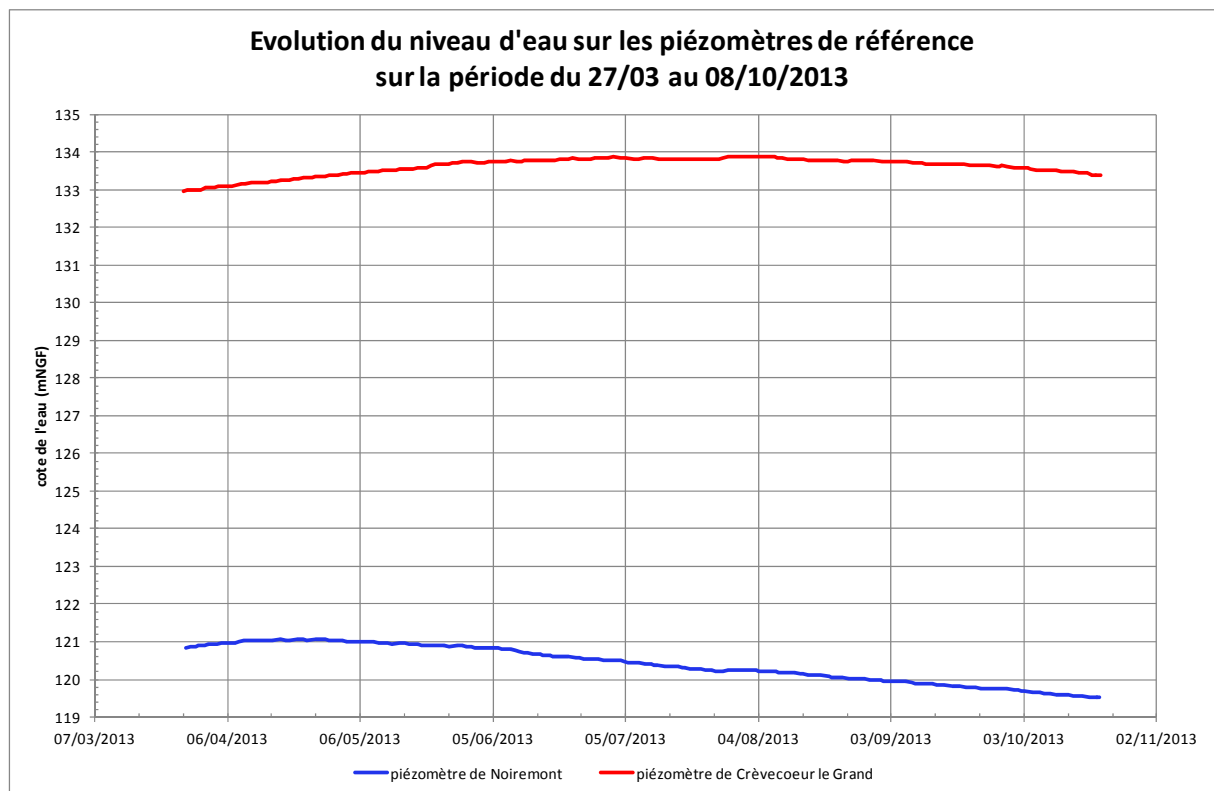


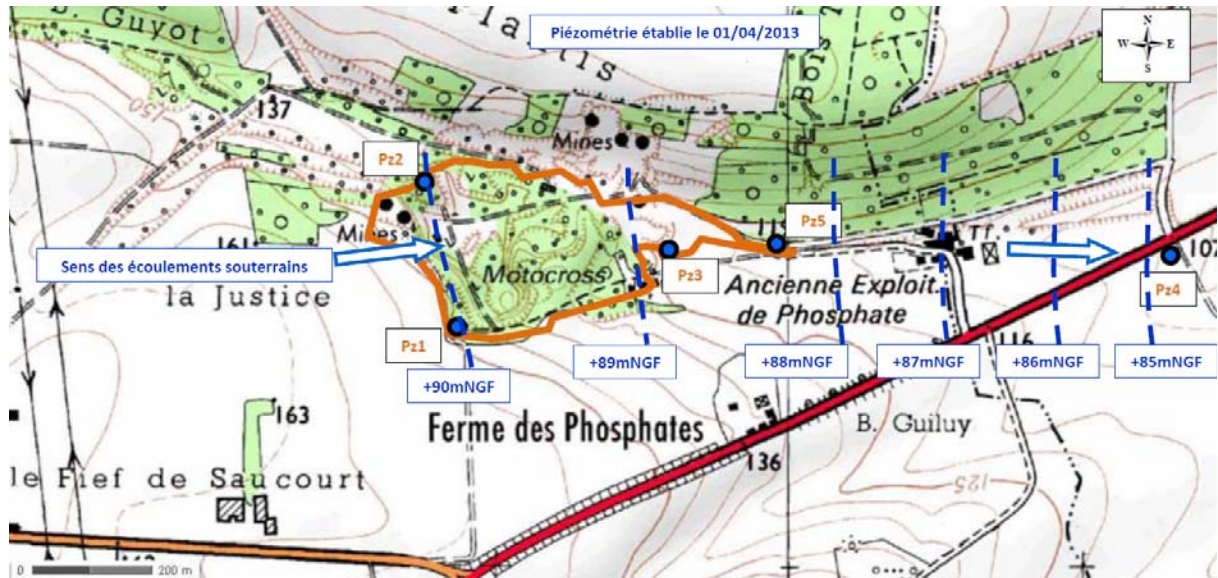
Figure 25 : comparaison de l'évolution de la nappe entre les piézomètres de référence



#### 4.2.2.2 Esquisse piézométrique aux abords du projet

A partir de la chronique des niveaux d'eau enregistrés à l'aplomb de chaque piézomètre du projet, on a construit l'esquisse piézométrique autour du projet (Figure 26).

Figure 26 : esquisse piézométrique d'avril 2013 autour du projet



Cette esquisse d'avril 2013 confirme le tracé général des isopièzes +90 et +85mNGF dans le secteur du projet, établi sur la carte piézométrique de l'atlas hydrogéologique de l'Oise de 1987 et du rapport BRGM sur les données géologiques et hydrogéologiques au 31/12/1973 sur le territoire de la feuille topographique de St-Just-en-Chaussée au 1/50000.

#### 4.2.2.3 Evaluation du niveau des plus hautes eaux

On a évalué le niveau des plus hautes eaux à l'aplomb du projet pour appréhender l'épaisseur de la tranche de craie non saturée sous le projet lors des périodes des plus hautes eaux.

Cette évaluation s'établit à partir :

- du niveau statique (=NS) de la nappe mesuré entre le 13 et le 20/12/2004 au droit des piézomètres du projet, dans un contexte d'étiage sévère,
- de la chronique de niveau statique observée sur les deux piézomètres de surveillance de l'Agence de l'Eau Seine Normandie (NS<sub>C</sub> et NS<sub>N</sub> respectivement situés à Crèvecœur le Grand et à Noiremont),

- du niveau d'eau mesuré en 1982 (dans un contexte de nappe très nettement supérieur à la moyenne) sur l'ouvrage n°0080-1X-0045 implanté à deux kilomètres au nord du projet (captage AEP de Villers-Vicomte), à une altitude sensiblement identique aux piézomètres amont du projet.

Le tableau ci-après résume les résultats de cette évaluation.

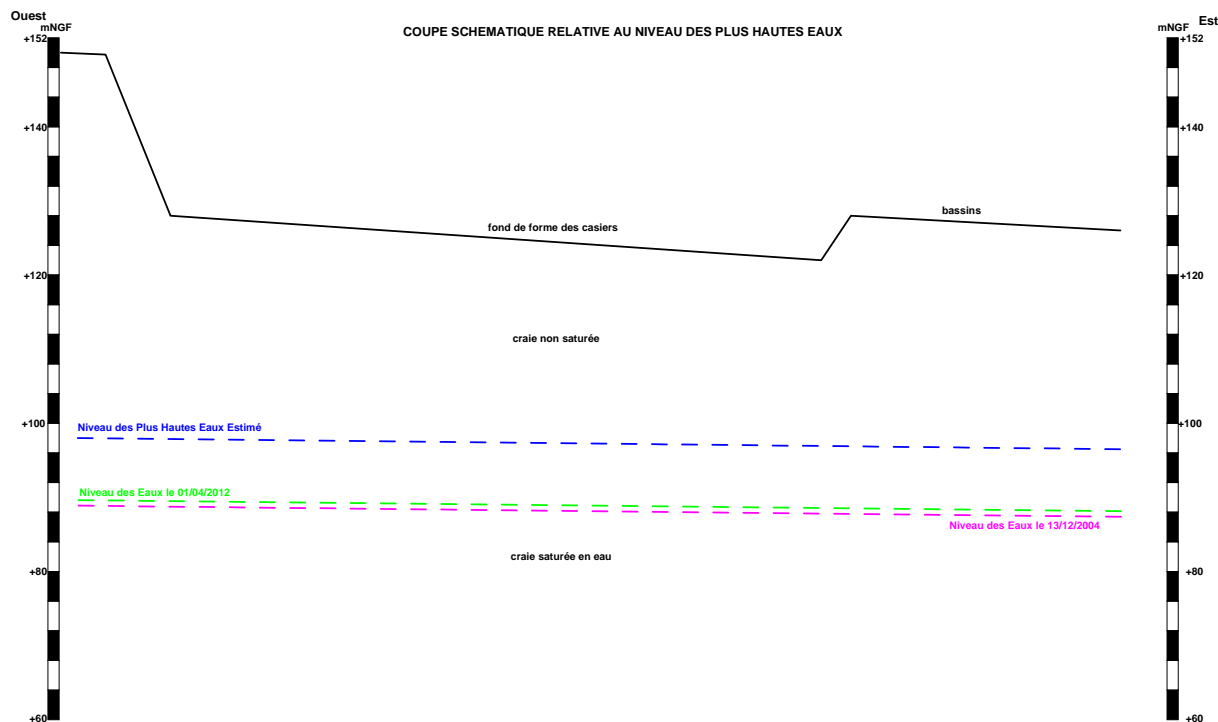
**Tableau 6 : synthèse des données retenues pour évaluer les plus hautes eaux de la nappe de la craie au droit du projet**

| Cote sol  | +148 m NGF | +138 m NGF | +126 m NGF | +135 m NGF   |
|---|------------|------------|------------|--------------|
| Ouvrages  | Pz1        | Pz2        | Pz3        | 0080-1X-0045 |
| Date de mesure du NS  | 13/12/2004 | 16/12/2004 | 20/12/2004 | ?/?/1982     |
| NS (m NGF)  | +88,45     | +88,25     | +86,70     | +88,40       |
| NS <sub>C</sub> à la même date au piézomètre de référence (PR <sub>C</sub> ) de Crèveœur (m NGF)                      | +133,55    | +133,55    | +133,60    | +135,03      |
| NS <sub>N</sub> à la même date au piézomètre de référence (PR <sub>N</sub> ) Noiremont (m NGF)                        | +118,82    | +118,80    | +118,79    | +120,83      |
| Différence ( $\Delta_C$ ) en m entre le NS <sub>C</sub> et le niveau maximal connu au PR <sub>C</sub> : +140,72 m NGF | 7,17       | 7,17       | 7,12       | 5,69         |
| Différence ( $\Delta_N$ ) en m entre le NS <sub>N</sub> et le niveau maximal connu PR <sub>N</sub> : +128,14 m NGF    | 9,32       | 9,34       | 9,35       | 7,31         |
| Résultat de l'évaluation du NS / PR <sub>N</sub> : NS + $\Delta_C$ (m NGF)  | +95,62     | +95,42     | +93,82     | +94,09       |
| Résultat de l'évaluation du NS / PR <sub>C</sub> : NS + $\Delta_N$ (m NGF)  | +97,77     | +97,59     | +96,05     | +95,71       |

Les résultats de cette évaluation mettent en évidence l'existence d'une tranche très importante de craie non saturée sous le projet même dans le cas d'un contexte de très hautes eaux de la nappe de la craie.

La  $\Delta_N$  représente le Niveau des Plus Hautes Eaux de la nappe de la craie par rapport au fond de forme du projet.

Figure 27 : coupe schématique relative au Niveau des Plus Hautes Eaux



### 4.2.3 Perméabilités des terrains

RINCENT BTP a réalisé des essais de perméabilités sur le site du projet afin de caractériser la perméabilité du substratum à différentes profondeurs et selon différentes normes, ainsi que la formation imperméable rapportée.

La Figure 28 illustre l'implantation des tests hydrauliques sur le projet.

Figure 28 : implantation des tests hydrauliques sur le projet



#### 4.2.3.1 Terrains crayeux en place

Six essais d'eau par percolation (norme NFX30418) ont testé entre le 26 et 28/09/2011 (Figure 28), le substratum crayeux de l'alvéole n°1 du casier n°1 (GAUFOR, PV11.416 du 30/09/2011).

Le Tableau 7 fournit les résultats de ces tests hydrauliques.

Tableau 7 : résultats des tests du 26-28/09/2011 sur le substratum crayeux

| N° Essai | Nature          | Profondeur | Perméabilité K 20°C (m/s) | Observations |
|----------|-----------------|------------|---------------------------|--------------|
| E1       | Craie compactée | 75 cm      | 1.0 10 <sup>-7</sup>      | CONFORME     |
| E2       |                 | En flanc   | 9.0 10 <sup>-8</sup>      | CONFORME     |
| E3       |                 | 50 cm      | 1.0 10 <sup>-7</sup>      | CONFORME     |
| E4       |                 | 50 cm      | 9.4 10 <sup>-8</sup>      | CONFORME     |
| E5       |                 | Surface    | 9.8 10 <sup>-8</sup>      | CONFORME     |
| E6       |                 | En flanc   | 9.1 10 <sup>-8</sup>      | CONFORME     |

RINCENT BTP a réalisé en octobre 2013 six nouveaux essais de perméabilité (SD1 à SD6) sur le substratum crayeux selon la norme NFX30418 (mesure d'infiltration au double anneau).

Ces essais caractérisent ce substratum crayeux globalement entre la surface du fond de forme et le fond à -5m.

**Tableau 8 : synthèse des perméabilités sur le substratum crayeux d'octobre 2013**

| <b>ESSAI DE PERMEABILITE en fosse DOUBLE ANNEAU (NF X 30-418)</b> |      |          |                 |        |          |                          |                           |
|---|------|----------|-----------------|--------|----------|--------------------------|---------------------------|
| Sondage proche  | Réf. | Cote NGF | K (NF X 30-418) |        | K (m/s)  | Estim. Fond de forme NGF | Estim. Fond de forme -5 m |
|   |      |          | (m/TN)          | NGF    |          |                          |                           |
| SD1   | K1   | 125.82   | 2               | 123.82 | 1.2 E-06 | 125                      | 120                       |
| SD2   | K2   | 125.48   | 2               | 123.48 | 1.4 E-06 | 124.5                    | 119.5                     |
| SD3   | K3   | 125.16   | 3               | 122.16 | 1.6 E-06 | 122.2                    | 117.2                     |
| SD4   | K4   | 124.01   | 1.5             | 122.51 | 1.1 E-06 | 124                      | 119                       |
| SD6   | K6   | 126.08   | 1.5             | 124.58 | 1.1 E-06 | 125                      | 120                       |

Les valeurs de perméabilité demeurent relativement homogènes avec un intervalle compris entre  $1,1.10^{-6}$  m/s et  $1,6.10^{-6}$  m/s.

RINCENT BTP a également exécuté huit essais de perméabilité en profondeur en octobre 2013 selon la norme NFX30423, soit à l'aplomb de sondages destructifs.

Ces investigations visent à tester le substratum crayeux en place autour d'une tranche de terrain de 5m par rapport au fond de forme des casiers.

Parmi ces tests hydrauliques, 15 se situent entre le fond de forme de chaque casier et les -5m par rapport au fond de forme, 1 test a été réalisé à quelques décimètres au-dessus, et 8 tests se sont déroulés entre -5m et -8m par rapport au fond de forme.

Les résultats montrent une perméabilité de la craie en place relativement homogène avec une moyenne arithmétique de  $1,4.10^{-5}$  m/s, et une perméabilité de  $7,5.10^{-6}$  m/s avec un niveau de confiance de 95%.



Tableau 9 : synthèse des essais de perméabilité sous le fond de forme de la craie d'octobre 2013

| SONDAGES DESTRUCTIFS enregistrés (120 mm) |          |           |                 |   |      |         |                          |                           |       |
|---|----------|-----------|-----------------|---|------|---------|--------------------------|---------------------------|-------|
| Réf.                                      | Cote NGF | Prof. (m) | K (NF X 30-423) |   |      | K (m/s) | Estim. Fond de forme NGF | Estim. Fond de forme -5 m |       |
|   |          |           | (m/TN)          |   | NGF  |         |                          |                           |       |
| SD1                                       | 125.82   | 10        | 1.5             | à | 2.5  | 123.82  | 2.8 E-06                 | 125                       | 120   |
|   |          |           | 4.5             | à | 5.5  | 120.82  | 9.7 E-06                 |                           |       |
|   |          |           | 6.5             | à | 7.5  | 118.82  | 2.5 E-06                 |                           |       |
| SD2                                       | 125.49   | 10        | 1.5             | à | 2.5  | 123.49  | 1.9 E-07                 | 124.5                     | 119.5 |
|   |          |           | 4.5             | à | 5.5  | 120.49  | 6.4 E-06                 |                           |       |
|   |          |           | 7.5             | à | 8.5  | 117.49  | 2.2E-07                  |                           |       |
| SD3                                       | 125.16   | 11        | 2.5             | à | 3.5  | 122.16  | 7.2 E-06                 | 122.2                     | 117.2 |
|   |          |           | 5.5             | à | 6.5  | 119.16  | 2.0 E-05                 |                           |       |
|   |          |           | 8.5             | à | 9.5  | 116.16  | 5.9 E-06                 |                           |       |
| SD4                                       | 124.01   | 10        | 1.5             | à | 2.5  | 122.01  | 1.4 E-05                 | 124                       | 119   |
|   |          |           | 4.5             | à | 5.5  | 119.01  | 2.3 E-06                 |                           |       |
|   |          |           | 7.5             | à | 8.5  | 116.01  | 3.3 E-07                 |                           |       |
| SD5                                       | 127.33   | 15        | 6               | à | 7    | 120.83  | 2.3 E-05                 | 120.5                     | 115.5 |
|   |          |           | 9.5             | à | 10.5 | 117.33  | 3.1 E-05                 |                           |       |
|   |          |           | 12.5            | à | 13.5 | 114.33  | 6.3 E-06                 |                           |       |
| SD6                                       | 126.08   | 10        | 1.5             | à | 2.5  | 124.08  | 7.9 E-06                 | 125                       | 120   |
|   |          |           | 4.5             | à | 5.5  | 121.08  | 5.4 E-05                 |                           |       |
|   |          |           | 7.5             | à | 8.5  | 118.08  | 6.2 E-06                 |                           |       |
| SD7                                       | 130.8    | 15        | 6.5             | à | 7.5  | 123.8   | 6.5 E-05                 | 123.5                     | 118.5 |
|   |          |           | 9.5             | à | 10.5 | 120.8   | 2.5 E-06                 |                           |       |
|   |          |           | 12.5            | à | 13.5 | 117.8   | 1.2 E-06                 |                           |       |
| SD8                                       | 137.58   | 20        | 11.5            | à | 12.5 | 125.58  | 1.4 E-05                 | 126                       | 121   |
|   |          |           | 14              | à | 15   | 123.08  | 4.5 E-05                 |                           |       |
|   |          |           | 16.5            | à | 17.5 | 120.58  | 9.4 E-06                 |                           |       |

RINCENT BTP a effectué en octobre 2013 neuf tests de perméabilité en flanc à trois profondeurs différentes selon la norme NFX30423 sur la craie, jusqu'à proximité du fond de forme.

Tableau 10 : synthèse des essais de perméabilité en flanc sur la craie d'octobre 2013

| SONDAGES CAROTTES (114 mm) |          |           |            |        |                 |   |      |         |                          |       |
|----------------------------|----------|-----------|------------|--------|-----------------|---|------|---------|--------------------------|-------|
| Réf.                       | Cote NGF | Prof. (m) | Ech Intact |        | K (NF X 30-423) |   |      | K (m/s) | Estim. Fond de forme NGF |       |
|                            |          |           | (m/TN)     | NGF    | (m/TN)          |   | NGF  |         |                          |       |
| SC1 (2011)                 | 152.08   | 30        | 10         | 142.08 | 6.5             | à | 7.5  | 145.08  | 1.0E-06                  | 126   |
|                            |          |           | 18.5       | 133.58 | 13.5            | à | 14.5 | 138.08  | 3.1E-07                  |       |
|                            |          |           |            |        | 20.5            | à | 21.5 | 131.08  | 3.3E-07                  |       |
|                            |          |           | 27.5       | 124.58 | 26.5            | à | 27.5 | 125.08  |                          |       |
| SC2 (2013)                 | 127.58   | 10        | 3          | 124.58 | 1               | à | 2.5  | 125.83  | 4.5E-06                  | 120   |
|                            |          |           | 6          | 121.58 | 3               | à | 4.5  | 123.83  | 1.6E-05                  |       |
|                            |          |           | 9          | 118.58 | 5               | à | 6.5  | 121.83  | 1.7E-05                  |       |
| SC3 (2013)                 | 133.49   | 15        | 3          | 130.49 | 2.25            | à | 3.75 | 130.49  | 2.5E-05                  | 122.5 |
|                            |          |           | 8          | 125.49 | 5               | à | 6.5  | 127.74  | 6.7E-07                  |       |
|                            |          |           | 13         | 120.49 | 8               | à | 9.5  | 124.74  | 7.7E-06                  |       |

Ces investigations mettent en évidence une perméabilité moyenne de  $8,0 \cdot 10^{-6}$  m/s, et un intervalle compris entre  $2,5 \cdot 10^{-5}$  m/s et  $3,1 \cdot 10^{-7}$  m/s.

ARCHAMBAULT Conseil a réalisé trois « essais d'eau en grand » du substratum crayeux via la méthode de la fosse parallélépipédique pour définir la vitesse d'absorption puis approcher la perméabilité.

Le Tableau 11 synthétise ces résultats d'essai d'eau en grand sur l'assise crayeuse.

**Tableau 11 : résumé des essais d'eau par fosse parallélépipédique sur l'assise crayeuse**

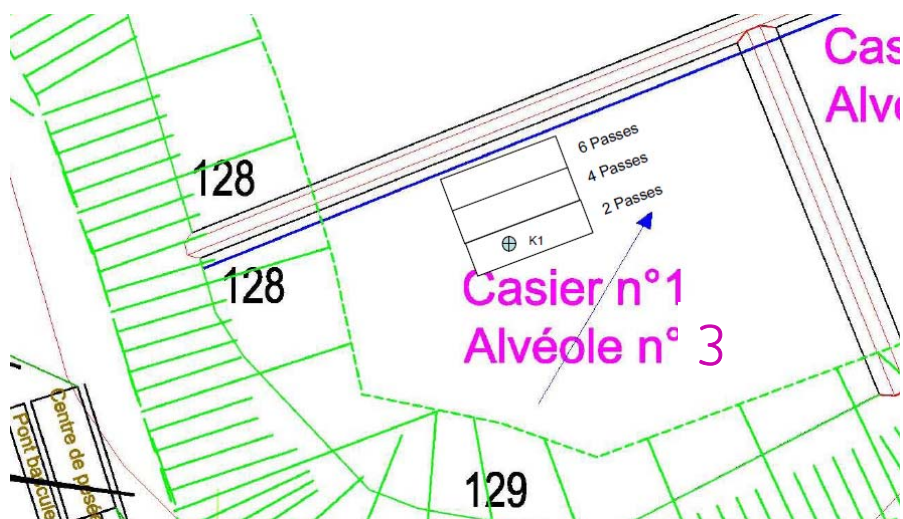
| Fosse                               | F1                  | F2                  | F3 *                | Moyenne             |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Capacité d'absorption (m/s)         | $8,0 \cdot 10^{-6}$ | $9,3 \cdot 10^{-6}$ | $8,5 \cdot 10^{-6}$ | $8,6 \cdot 10^{-6}$ |
| Approche de la perméabilité K (m/s) | $2,3 \cdot 10^{-6}$ | $5,0 \cdot 10^{-6}$ | $3,3 \cdot 10^{-6}$ | $3,5 \cdot 10^{-6}$ |

On constate qu'avec la perméabilité moyenne en grand de  $3,5 \cdot 10^{-6}$  m/s (et un intervalle de valeurs compris entre  $2,3 \cdot 10^{-6}$  m/s et  $5,0 \cdot 10^{-6}$  m/s), on retrouve sensiblement le même ordre de grandeur des perméabilités obtenues selon différentes manières sur ce projet.

#### 4.2.3.2 Terrains argileux rapportés

Une planche d'essai a été réalisée du 29 au 30/08/2011 selon la norme NF X 30-420, sur l'alvéole n°3 du casier n°1, pour valider les conditions de mise en œuvre de l'argile de Lihons en BSP avec les moyens en matériel de terrassement de GURDEBEKE S.A.

**Figure 29 : implantation du test sur la planche d'essai sur l'alvéole n°3 du casier n°1**



L'essai a fourni une perméabilité de  $1,7 \cdot 10^{-10}$  m/s.

Puis, du 11 au 13/10/2011, onze essais de perméabilité ont été exécutés, selon la norme NF X 30-420, sur de l'argile compactée en flanc, en fond, en surface, et en digue sur l'alvéole n°1 du casier n°1 (Figure 28).

Le tableau suivant consigne les résultats de ces tests hydrauliques.

**Tableau 12 : résultats des tests du 13-11/10/2011 sur l'argile compactée**

| N° Essai | Nature              | Profondeur       | Perméabilité<br>K 20°C (m/s) | Observations |
|----------|---------------------|------------------|------------------------------|--------------|
| K1       | Argile<br>compactée | Fond en surface  | $1.9 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K2       |                     | En digue à 50 cm | $1.6 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K3       |                     | Fond en surface  | $1.2 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K4       |                     | En flanc         | $2.0 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K5       |                     | Fond à 40 cm     | $2.1 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K6       |                     | Fond à 70 cm     | $2.0 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K7       |                     | En flanc         | $1.4 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K8       |                     | En fond à 40 cm  | $1.2 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K9       |                     | En fond à 70 cm  | $1.0 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K10      |                     | En digue à 50 cm | $1.2 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |
| K11      |                     | Fond à 50 cm     | $1.6 \cdot 10^{-10}$         | CONFORME     |

Les perméabilités obtenues sont inférieures à la valeur réglementaire de  $1 \cdot 10^{-9}$  m/s, avec un intervalle compris entre  $1,0 \cdot 10^{-10}$  m/s et  $2,1 \cdot 10^{-10}$  m/s.

#### 4.2.3.3 Craie compactée

RINCENT BTP a exécuté des contrôles de perméabilité de la craie compactée du 30 juin au 11 juillet 2011 sur la craie compactée de l'alvéole n°3 du casier n°1 (Figure 28).

Tableau 13 : résultats des tests du 30/06 au 11/07/2011 sur craie compactée

|                              |                      |                      |                      |                      |                      |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Réf. Essai</b>            | 1                    | 2                    | 3                    | 4                    | 5                    |
| <b>Profondeur (m/TN)</b>     | 0                    | 0                    | 0                    | -0,50                | -0,50                |
| <b>Nature sol</b>            | Craie compactée      |                      |                      |                      |                      |
| <b>K<sub>20°</sub> (m/s)</b> | 8,4 10 <sup>-8</sup> | 9,6 10 <sup>-8</sup> | 9,2 10 <sup>-8</sup> | 7,6 10 <sup>-8</sup> | 9,2 10 <sup>-8</sup> |

|                              |                      |                      |                      |                      |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Réf. Essai</b>            | 6                    | 7                    | 8                    | 9                    |
| <b>Profondeur (m/TN)</b>     | -0,50                | -0,75                | -0,75                | -0,75                |
| <b>Nature sol</b>            | Craie compactée      |                      |                      |                      |
| <b>K<sub>20°</sub> (m/s)</b> | 1,0 10 <sup>-7</sup> | 7,0 10 <sup>-8</sup> | 8,8 10 <sup>-8</sup> | 9,5 10 <sup>-8</sup> |

Les valeurs de perméabilité sont relativement uniformes avec un intervalle de valeurs compris entre 0,7.10<sup>-7</sup> m/s et 1,0.10<sup>-7</sup> m/s.

Deux essais d'eau ont été effectués le 29/08/2011 sur la craie compactée en flanc (Figure 28) de l'alvéole n°3 du casier n°1 (GAUFOR, PV11.416 du 31/08/2011).

Le Tableau 14 résume les résultats de ces tests hydrauliques.

Tableau 14 : résultats des tests du 29/08/2011 sur la craie compactée en flanc

| <b>N° Essai</b> | <b>Nature</b>   | <b>Profondeur</b> | <b>Perméabilité K 20°C (m/s)</b> | <b>Observations</b> |
|-----------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|---------------------|
| DA 1            | Craie compactée | 50 cm             | 6.1 10 <sup>-9</sup>             | CONFORME            |
| DA 2            |                 | 50 cm             | 7.7 10 <sup>-9</sup>             | CONFORME            |

Ces deux essais de perméabilité sur la craie compactée en flanc montrent des valeurs très faibles.

#### 4.2.3.4 Conclusion partielle

Le Tableau 15 synthétise les résultats de tous les tests d'eau réalisés sur le projet.

**Tableau 15 : synthèse des perméabilités obtenues selon les tests sur le projet**

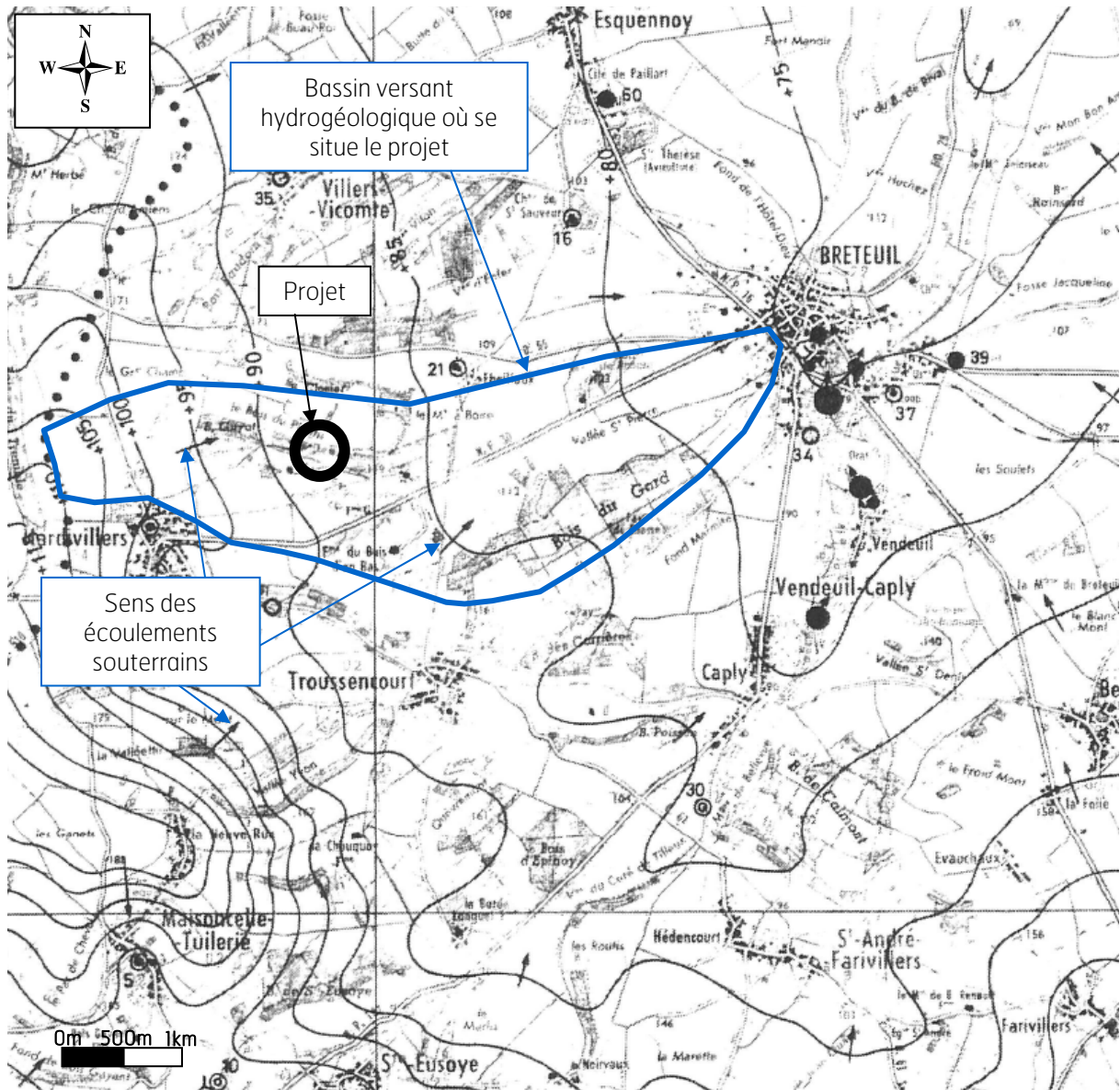
| Nature du test                    | Désignation ouvrage | Matériau         | Situation                          | Perméabilité (m/s) * |  |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|------------------------------------|----------------------|--|
|                                   |                     |                  |                                    | Moyenne arithmétique | Maximum Minimum                              |
| Double anneau (NFX30418)          | E1 à E6             | Craie            | En fond et flanc de l'alvéole n°1  | $9,5 \cdot 10^{-8}$  | $1,0 \cdot 10^{-7}$<br>$9,1 \cdot 10^{-8}$   |
| Double anneau (NFX30418)          | SD1 à SD6           | Craie            | Sur fond de forme                  | $1,3 \cdot 10^{-6}$  | $1,6 \cdot 10^{-6}$<br>$1,1 \cdot 10^{-6}$   |
| Sur sondage destructif (NFX30423) | SD1 à SD8           | Craie            | Sur fond de forme à -5m            | $1,3 \cdot 10^{-5}$  | $6,5 \cdot 10^{-5}$<br>$1,9 \cdot 10^{-7}$   |
| Sur sondage carotté (NFX30423)    | SC1 à SC3           | Craie            | Sur les flancs                     | $8,0 \cdot 10^{-6}$  | $2,5 \cdot 10^{-5}$<br>$3,1 \cdot 10^{-7}$   |
| Sur fosse parallépipédique        | F1 à F3             | Craie            | Secteur des bassins d'infiltration | $3,5 \cdot 10^{-6}$  | $5,0 \cdot 10^{-6}$<br>$2,3 \cdot 10^{-6}$   |
| Planche d'essai (NFX30420)        | K1                  | Argile rapportée | Alvéole n°3                        | $1,7 \cdot 10^{-10}$ | $1,7 \cdot 10^{-10}$<br>$1,7 \cdot 10^{-10}$ |
| Planche d'essai (NFX30420)        | K1 à K11            | Argile rapportée | En fond et flanc de l'alvéole n°1  | $1,6 \cdot 10^{-10}$ | $2,1 \cdot 10^{-10}$<br>$1,0 \cdot 10^{-10}$ |
| Double anneau (NFX30418)          | K1 à K9             | Craie compactée  | En fond de l'alvéole n°3           | $8,8 \cdot 10^{-8}$  | $1,0 \cdot 10^{-7}$<br>$7,0 \cdot 10^{-8}$   |
| Double anneau (NFX30418)          | DA1 et DA2          | Craie compactée  | Sur les flancs de l'alvéole n°3    | $6,9 \cdot 10^{-9}$  | $7,7 \cdot 10^{-9}$<br>$6,1 \cdot 10^{-9}$   |

\* : perméabilité verticale pour NFX30418 et perméabilité horizontale pour NFX30423

#### 4.2.4 Direction des écoulements souterrains

La Figure 30 est extraite du rapport 75-SGN-090-PNO de mars 1975 du BRGM. A partir des isopièzes établies, on a construit le bassin versant hydrogéologique qui englobe la vallée Saint-Pierre, et où se situe le projet.

Figure 30 : esquisse du bassin versant hydrogéologique où se situe le projet



Les eaux souterraines s'écoulent globalement d'Ouest en Est, soit de l'Autoroute A16 vers le bourg de Breteuil, où serpente la rivière la Noye.

Le projet se situe sur les écoulements souterrains du vallon Nord (côté Bois du Plantis) de la vallée Saint-Pierre qui rejoignent, en aval du projet, ceux en provenance du vallon Sud (côté Bois du Gard).

## 4.2.5 Qualité des eaux souterraines

La nappe de la craie à l'aplomb du projet est à l'état libre.

Le tableau ci-après synthétise les résultats d'analyses de qualité des eaux obtenus sur les piézomètres du réseau de surveillance du projet en 2012 et 2013.

On rappelle que les teneurs en éléments chimiques dans les eaux souterraines sont acquises par :

- les apports des pluies, en général en concentration faible,
- l'activité biologique et biogéochimique dans la zone non saturée,
- l'altération des roches encaissantes, déterminante pour la plupart des éléments inorganiques,
- la pollution anthropique, soit diffuse, soit ponctuelle, soit accidentelle.

L'état initial a été réalisé sur la totalité des ouvrages du réseau, soit sur les 5 piézomètres en simultané, le 03/05/2012.

Le document 1 consigne les résultats des analyses effectuées sur les échantillons d'eau.

De ces résultats, on a établi le tableau synthétisant quelques paramètres pertinents (en outre certains de la balance ionique) permettant d'appréhender l'état des eaux souterraines du secteur.

**Tableau 16 : extrait de résultats de l'état initial de la qualité des eaux sur les piézomètres**

| Paramètres          | unité | Pz1   | Pz2   | Pz3   | Pz4   | Pz5   |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Conductivité à 25°C | μS/cm | 640   | 525   | 545   | 615   | 540   |
| Turbidité           | NTU   | 5,5   | 7,6   | 0,71  | 17,0  | 14,0  |
| Nitrates            | mg/l  | 4,6   | 5,3   | 5,5   | 7,6   | 5,6   |
| Sulfates            | mg/l  | 2,2   | 2,5   | 2,4   | 5,2   | 2,8   |
| Chlorures           | mg/l  | 20,7  | 9,5   | 9,1   | 22,5  | 9,6   |
| Calcium             | mg/l  | 115,0 | 99,0  | 98,0  | 114,0 | 104,0 |
| Magnésium           | mg/l  | 2,2   | 4,1   | 4,2   | 4,1   | 4,3   |
| Sodium              | mg/l  | 5,7   | 6,6   | 6,5   | 7,8   | 6,8   |
| Potassium           | mg/l  | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 | < 1,0 |

On constate que les ouvrages Pz1 et Pz4, se distinguent légèrement par rapport aux trois autres, peut-être en raison de leur éloignement du coteau Nord de la vallée.

Par ailleurs, on observe l'existence de traces de certains composés organohalogénés volatils (COV) uniquement sur le piézomètre Pz5.

**Tableau 17 : traces de COV décelées le 03/05/2012 uniquement sur le Pz5**

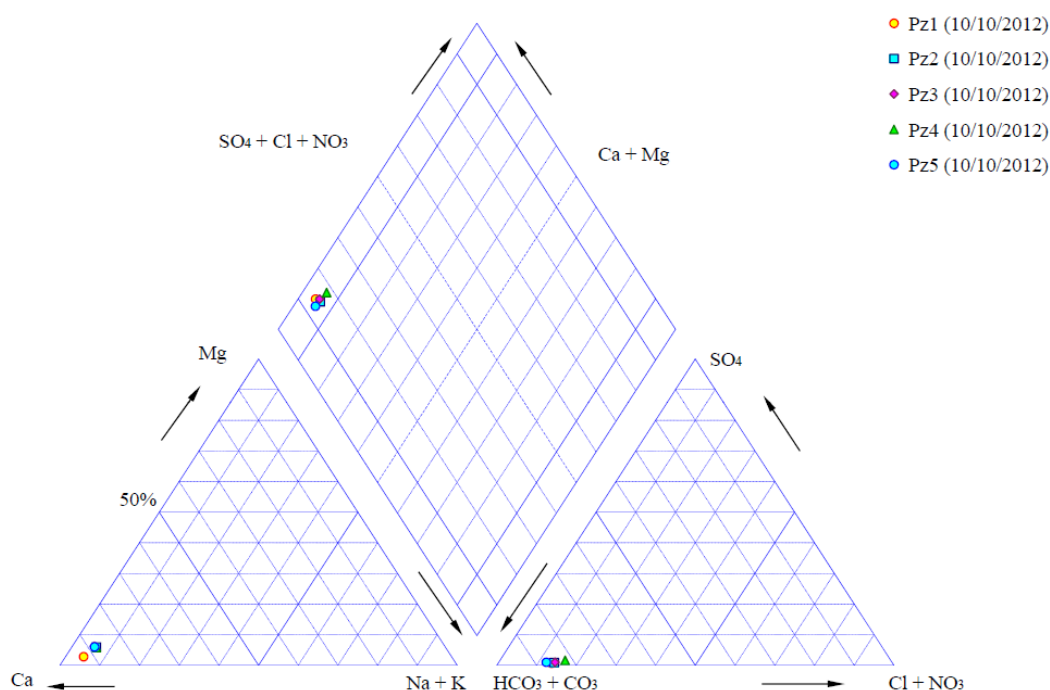
| Paramètres               | unité | 03/05/2012 |
|--------------------------|-------|------------|
| 1,1 dichloroéthène       | µg/l  | 6,0        |
| 1,2 dichloroéthène (cis) | µg/l  | 6,0        |
| chloroforme              | µg/l  | 1,7        |
| 1,1,1 trichloroéthane    | µg/l  | 8,6        |
| 1,1,2 trichloroéthène    | µg/l  | 2,0        |
| tétrachloroéthène        | µg/l  | 1,38       |

Depuis cet état initial, deux prélèvements d'échantillons d'eau souterraine ont été effectués par le Laboratoire jusqu'à ce jour : le 10/10/2012 et le 28/05/2013.

Les résultats de ces analyses sont consignés dans le Tableau 18 avec ceux de l'état initial.

La nappe de la craie sous-jacente au CSDNF présente un faciès bicarbonaté calcique (Figure 31) retrouvé régionalement au niveau de cet aquifère (en outre à l'aplomb des captages d'eau destinée à la consommation humaine).

**Figure 31 : diagramme de Piper des eaux des piézomètres du projet**



Le diagramme de Piper de la notice de l'atlas hydrogéologique de l'Oise de septembre 1987, caractérise notamment les eaux de forages en eau de l'Oise, et montrent le faciès bicarbonaté calcique des eaux de la nappe de la craie.



On va aborder successivement l'examen de ces résultats d'une façon spatiale puis d'une façon temporelle.

D'un point de vue spatial, on remarque que les ouvrages Pz1 et Pz4 se distinguent des autres de part leurs valeurs les plus élevées de la conductivité à 25°C, de la teneur en chlorures, de la teneur en calcium, du TAC, et du COT.

Malgré une turbidité non négligeable, seule le piézomètre Pz1 présente des teneurs en fer et en manganèse supérieure au seuil de quantification mais qui demeurent encore très faibles.

Le Pz5 est le seul ouvrage à montrer certaines teneurs en COHV supérieures au seuil de quantification.

On constate donc que les eaux s'écoulant sur les sous-bassins amont des piézomètres Pz1, Pz4 et Pz5 acquièrent une qualité distincte.

Les dernières teneurs en nitrates observées sur l'eau de chaque piézomètre auraient tendance à traduire un effet de toposéquence (augmentation de l'amont vers l'aval), classique dans le cadre d'une pollution diffuse telle que par les nitrates.

On pourrait interpréter les valeurs de conductivité les plus élevées et les plus fluctuantes observées sur Pz1 et Pz4 comme liées à un micro-réseau de drainage de la nappe d'eau souterraine selon l'axe Ouest-Est, mieux alimentés, alors que les autres piézomètres ne seraient que des secteurs d'alimentation de coteaux de cet axe.

D'un point de vue temporelle, on relève :

- l'absence en mai 2013 de la dureté non carbonatée qui était présente en octobre 2012 (due à des sulfates de calcium ou des sulfates de magnésium),
- des teneurs en nitrates de mai 2013 pour Pz1 et Pz4 plus élevées qu'en octobre 2012,
- une légère augmentation des traces de certains composés organohalogénés volatils (COHV) sur le piézomètre Pz5 (Tableau 19).

Tableau 18 : résultats synthétiques de qualité des eaux souterraines sur les piézomètres du projet

| Piézomètre   | PZ 1     |          |          | PZ 2     |          |          | PZ 3     |          |          | PZ 4     |          |          | PZ 5     |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|  | 05/2012  | 10/2012  | 05/2013  | 05/2012  | 10/2012  | 05/2013  | 05/2012  | 10/2012  | 05/2013  | 05/2012  | 10/2012  | 05/2013  | 05/2012  | 10/2012  | 05/2013  |
| pH (au Laboratoire)  | 8,75     | 7,2      | 7,3      | 8,15     | 7,4      | 7,4      | 7,9      | 7,8      | 7,35     | 7,35     | 7,3      | 7,35     | 7,35     | 7,65     | 7,35     |
| pH mesure à la température de l'eau                              | 11       | 12       | 19       | 12       | 13       | 19       | 11       | 13       | 19       | 11       | 12       | 20       | 11       | 12       | 20       |
| Aspect   | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore | Incolore |
| Teinte   | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    |
| Odeur  | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    | Néant    |
| Conductivité brute à 25°C  | 640      | 595      | 560      | 525      | 510      | 485      | 545      | 540      | 520      | 520      | 575      | 540      | 540      | 515      | 520      |
| Turbidité  | 5,5      | 6,7      | 29       | 7,6      | 11       | 46       | 0,71     | 1,1      | 42       | 17       | 3,5      | 1,7      | 14       | 6,9      | 42       |
| Titre hydrométrique (TH)   | 28,8     | 29       | 18,7     | 25,8     | 25,4     | 18,2     | 26,4     | 26,6     | 18,2     | 27,4     | 18,9     | 26,1     | 18,9     | 26       | 17,6     |
| Titre alcalimétrique complet (TAC=Carbone Organique Total (COT)) | 28,2     | 27,7     | 28,3     | 0        | 24       | 24       | 0        | 24,6     | 26,2     | 0        | 24,7     | 26,2     | 0        | 24,5     | 25,3     |
| Silicates  | 1,3      | 0,37     | 0,76     | 0,65     | 0,37     | 0,36     | 0,65     | 0,47     | 0,52     | 1,94     | 1,31     | 1,02     | 1,51     | 0,86     | 0,58     |
| Calcium par chromat. ionique                                     | 11,1     | 10,6     | 11,1     | 11       | 11       | 11       | 10,7     | 10,7     | 10,7     | 10,9     | 11,5     | 10,3     | 10,3     | 10,5     | 10,5     |
| Magnésium par chromat. ionique                                   | 115      | 119      | 117      | 99       | 99       | 99       | 98       | 98       | 106      | 114      | 105      | 109      | 104      | 99       | 109      |
| Sodium par chromat. ionique                                      | 2,2      | 2,2      | 2,2      | 4,1      | 4,1      | 3,9      | 4,2      | 4,2      | 4,3      | 4,3      | 4,2      | 4        | 4,3      | 4,1      | 3,5      |
| Potassium par chromat. ionique                                   | 5,7      | 5,7      | 6,6      | 6,6      | 6,8      | 6,8      | 6,5      | 6,4      | 6        | 7,8      | 7,8      | 7,6      | 6,8      | 6,5      | 6,1      |
| Ammonium par CFA   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,005  | < 0,005  | < 0,005  | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   |
| Fer total  | < 50     | < 50     | < 229    | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     | < 50     |
| Manganèse  | < 0,03   | < 0,03   | < 0,09   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,02   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,02   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,02   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,02   |
| Chlorures par chromat. ionique                                   | 20,7     | 19,3     | 11       | 9,5      | 15       | 9        | 9,1      | 15,9     | 8,6      | 22,5     | 17,9     | 16,2     | 9,6      | 10       | 9,2      |
| Nitrates par CFA   | 6,2      | < 0,02   | < 0,02   | < 1      | < 0,02   | < 0,02   | < 5,5    | < 0,02   | < 0,02   | < 0,02   | < 7,6    | < 0,02   | < 5,6    | < 0,02   | < 0,02   |
| Nitrates par CFA   | 4,6      | 20,1     | 18,1     | 5,3      | 22,7     | 21,3     | 5,5      | 23       | 21,5     | 7,6      | 29,8     | 35,3     | 5,6      | 24,2     | 23,9     |
| Sulfates par chromat. ionique                                    | 2,2      | 2,1      | 2,2      | 2,5      | 2,5      | 2,4      | 2,4      | 2,8      | 3,7      | 5,2      | 4,7      | 6,8      | 2,8      | 2,7      | 3,2      |
| Hydrogencarbonates   | 344      | 338      | 345      | 290      | 293      | 293      | 306      | 300      | 320      | 317      | 301      | 322      | 315      | 299      | 309      |
| Carbonate  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Orthophosphates/Phosphore  | < 0,3    | < 0,3    | < 0,1    | < 0,3    | < 0,3    | < 0,1    | < 0,3    | < 0,3    | < 0,1    | < 0,3    | < 0,3    | < 0,1    | < 0,3    | < 0,3    | < 0,1    |
| Fuoresces dissous  | 0,197    | 0,169    | 0,602    | 0,173    | 0,163    | 0,19     | 0,185    | 0,175    | 0,184    | 0,192    | 0,173    | 0,185    | 0,189    | 0,169    | 0,199    |
| Bore   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   |
| Arsenic  | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   |
| Selenium   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   | < 0,05   |
| Antimoine  | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    |
| Cadmium  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Nickel   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   | < 0,03   |
| Indices hydrocarbure par GC/FID                                  | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,03   | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    | < 0,1    |
| Indices cyanures   | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     | < 10     |
| Indices phénols  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  | < 0,025  |
| DB05 sans dilution   | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      |
| DB05   | < 30     | < 30     | < 2      | < 30     | < 30     | < 2      | < 30     | < 30     | < 30     | < 30     | < 30     | < 2      | < 30     | < 30     | < 2      |
| 1,1 Dichloroéthène   | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Dichlorométhane  | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      |
| 1,2 Dichloroéthène (trans)                                       | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      |
| 1,2 Dichloroéthène (cis)   | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      | < 5      |
| 1,1 Dichloroéthane   | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Chloroforme  | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| 1,1,1 Trichloroéthène  | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| 1,1,1 Trichloroéthane  | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Tétrachlore de carbone   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   | < 0,25   |
| 1,2 Dichloroéthane   | < 2,5    | < 2,5    | < 2,5    | < 2,2    | < 2,5    | < 2,5    | < 2,2    | < 2,5    | < 2,5    | < 2,5    | < 2,5    | < 2,5    | < 2,5    | < 2,5    | < 2,5    |
| 1,1,2 Trichloroéthène  | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Dichlorobromométhane   | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| 1,1,2 Trichloroéthane  | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Tétrachloroéthène  | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Dibromochlorométhane   | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Bromoforme   | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Somme COV  | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      | < 1      |
| Fluoranthène   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzobifluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzokifluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Benzofluoranthène  | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   | < 0,01   |
| Somme des 6 HAP  | < 15     | < 15     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

**Tableau 19 : traces de COV décelés sur le Pz5 en fonction du temps**

| Paramètres               | unité | 03/05/2012 | 10/10/2012 | 28/05/2013 |
|--------------------------|-------|------------|------------|------------|
| 1,1 dichloroéthène       | µg/l  | 6,0        | 5,4        | 11,3       |
| 1,2 dichloroéthène (cis) | µg/l  | 6,0        | 7,9        | 8,7        |
| chloroforme              | µg/l  | 1,7        | 2,4        | 1,3        |
| 1,1,1 trichloroéthane    | µg/l  | 8,6        | 8,1        | 10,1       |
| 1,1,2 trichloroéthène    | µg/l  | 2,0        | 2,3        | 2,4        |
| tétrachoroéthène         | µg/l  | 1,38       | 1,3        | 1,66       |

Ces observations confirment la singularité des ouvrages Pz1, Pz2 et Pz5.

Il faut aussi remarquer que ces traces de COHV ne se retrouvent pas sur les Pz3 et Pz4 qui encadrent le Pz5 et qui sont en aval du CSDNF, ni sur ceux de l'amont hydraulique du CSDNF (soit sur Pz1 et sur Pz2).

## 5 CADRE HYDROLOGIQUE

### 5.1 CADRE HYDROLOGIQUE REGIONAL

#### 5.1.1 Généralités

Le projet se trouve sur l'amont du bassin versant hydrographique de la Noye, à 4 km de cette rivière, qui se jette dans l'Avre au niveau de Boves (Somme), peu en amont d'Amiens (Somme).

La Noye constitue l'axe de drainage principal de la nappe de la craie, et s'écoule du Sud vers le Nord. Le réseau hydrographique régional reste peu développé et la Noye ne compte qu'un seul affluent, la Rouvrois, qui la rejoint à Paillard (60), en aval de Breteuil.

La nature crayeuse du substratum, favorise l'infiltration vers la nappe de la craie d'une partie de la pluie efficace, sur les plateaux et dans les faibles pentes. Un grand nombre de vallées sèches constituent l'aval immédiat de ces plateaux, ou parfois elles abritent un ruisseau temporaire.

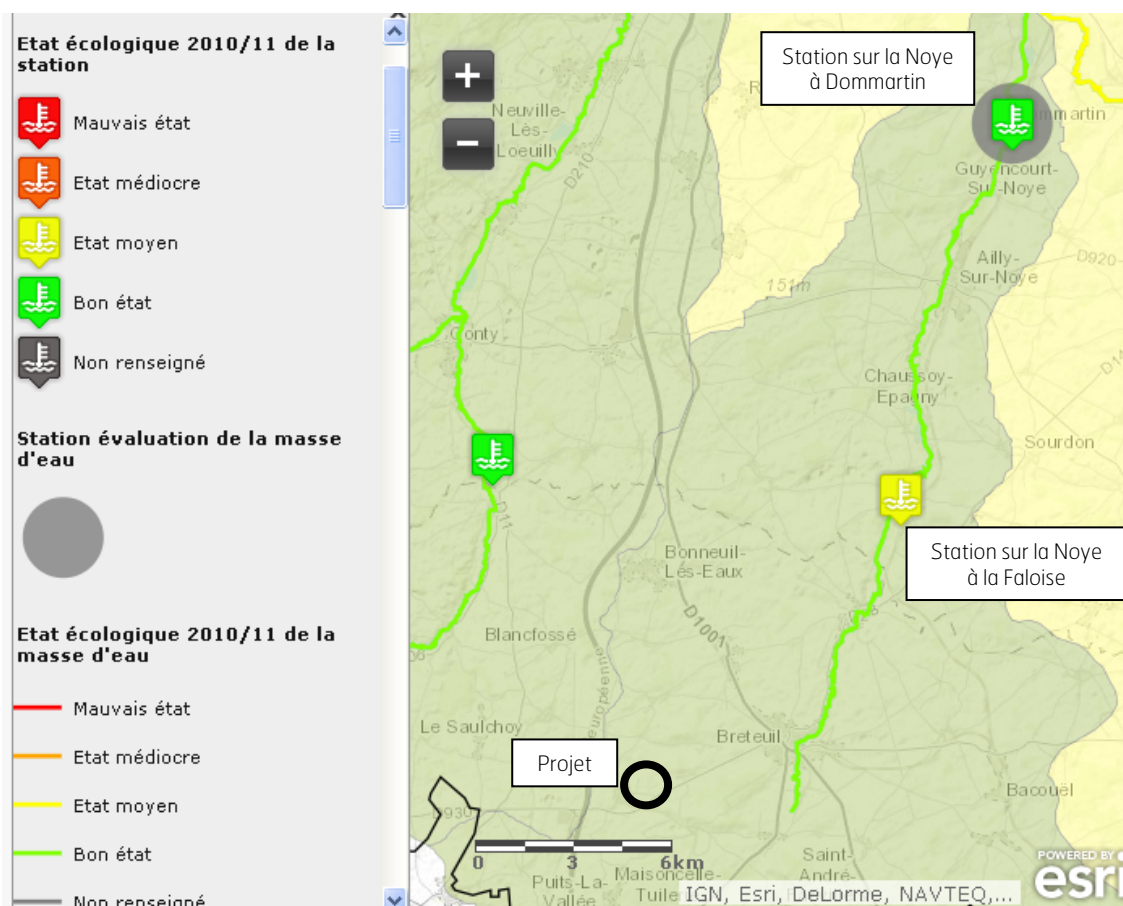
Les sources de fond de vallée humide, peuvent avoir un débit assez élevé comme celle de Breteuil qui s'écoule avec un débit de l'ordre de 100 l/s et, entretient les marais qui s'étendent au Sud et à l'Est du bourg.

## 5.1.2 Qualité des eaux de surface

La station de "Faloise" mesure la qualité de la Noye implantée dans le département de la Somme (référéncé sous le n°137100). Cette station de suivi qualitatif, se trouve à 15 km au Nord-est du projet et à environ 9 km en aval du bourg de Breteuil.

Le débit moyen interannuel est d'environ 0,9 m<sup>3</sup>/s, et le débit d'étiage de 0,5 m<sup>3</sup>/s.

Figure 32 : localisation des stations de mesure de qualité de la Noye



En 2011, l'état de la Noye était classé à la station de la Faloise en bon état, à partir des états écologique, biologique et physicochimique. On note concernant la classe d'état chimique de cette masse qu'elle se situait en mauvais état.

La fiche récapitulative de cette station est illustrée sur la Figure 33.

Le site de l'Agence de l'Eau Artois - Picardie ([www.eau-artois-picardie](http://www.eau-artois-picardie)) présente la fiche de classe de qualité de La Noye et les objectifs de qualité (bonne qualité en 2015) de la masse d'eau de surface concernée (FRAR 38).

Figure 33 : fiche récapitulative de la qualité de la Noye à la station de La Faloise



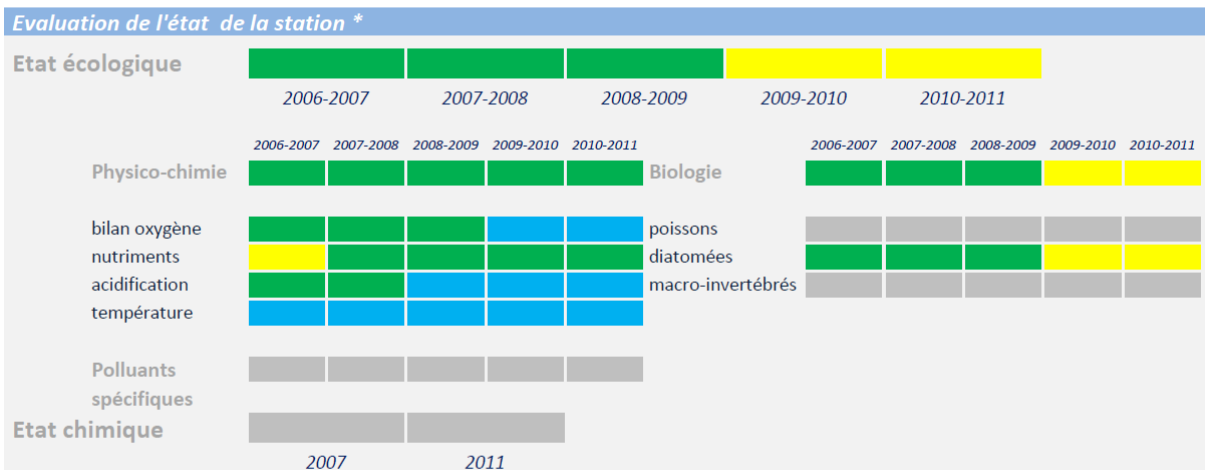
Dernière mise à jour:  
13/05/2013

**LA NOYE À LA FALOISE (80) - 01137100**

*station de suivi de la qualité des cours d'eau*

*La Directive Cadre sur l'Eau impose d'atteindre le bon état des "masses d'eau". Une masse d'eau "cours d'eau" est une portion de cours d'eau homogène. Le bassin Artois-Picardie a été découpé en 66 masses d'eau "cours d'eau". Sur chaque masse d'eau, des stations de mesure de la qualité permettent d'évaluer la qualité.*

| Description de la station de mesure   |  |
|---|--|
| <b>Informations générales</b><br>Finalité station : HAUT BASSIN DE LA NOYE<br><br>Station d'évaluation de la masse d'eau? Non<br>Réseau : RHAP<br>Code hydrographique : E6400750<br>Catégorie piscicole: Salmonicole<br><br><b>Estimation du débit du cours d'eau</b><br>Débit moyen interannuel : 0.9 m3/s<br>Estimé sur la période :<br>Mode d'estimation : Valeur estimée d'une station hydrométrique et du rapport des superficies des bassins versants | <b>Localisation administrative</b><br>Commune : LA FALOISE<br>Code INSEE : 80299<br><br>Département : SOMME<br>SAGE principal : SAGE SOMME AVAL ET COURS D'EAU COTIERS<br><br><b>Localisation géographique</b><br>Coordonnée X : 652554<br>Coordonnée Y : 6955676,8<br>Projection : Lambert 93 |



| Masse d'eau de surface à laquelle appartient la station                                       |   |  |
|---|---|--|
| Nom : NOYE - FRAR38   | Type masse d'eau : Cours d'eau<br>Masse d'eau naturelle   |  |
|   | Station d'évaluation: LA NOYE À DOMMARTIN (80) - 01137000 |  |
| <b>Objectif : Bon état 2015</b><br><br>Bon état chimique 2015<br><br>Bon état écologique 2015 |   |  |

**Classes d'état (éco, bio, physico-chimie)**

|  |                |
|--|----------------|
|  | Très bon état  |
|  | Bon état       |
|  | Etat moyen     |
|  | Etat médiocre  |
|  | Mauvais état   |
|  | Non disponible |

**Classes d'état (chimique et polluants)**

|  |                |
|--|----------------|
|  | Bon état       |
|  | Mauvais état   |
|  | Non disponible |

[Accès à la fiche masse d'eau](#)

\* D'après l'arrêté du 25 janvier 2010

Cette évaluation a été réalisée par le groupe DCE-Eaux de surface du bassin Artois-Picardie: Agence de l'Eau Artois-Picardie, Dreal Nord Pas-de-Calais, DREAL Picardie, ONEMA.

### 5.1.3 Zones humides

Les différentes sources énoncées ci-après sont des émergences de la nappe de la craie en amont et en aval du captage d'eau potable de la Ville de Breteuil, qui contribuent à l'alimentation de la Noye et donc du marais de Breteuil.

La source dite « de la Noye » (référéncée à la Banque des données du Sous-Sol sous le n°0080-2X-0062) se situe entre les bourgs de Vendeuil et de Caply. Son débit était de 50 et 62 l/s respectivement le 14/12/1971 et le 29/03/1972, alors que le 20/10/1966 son débit était trop faible pour être mesurée.

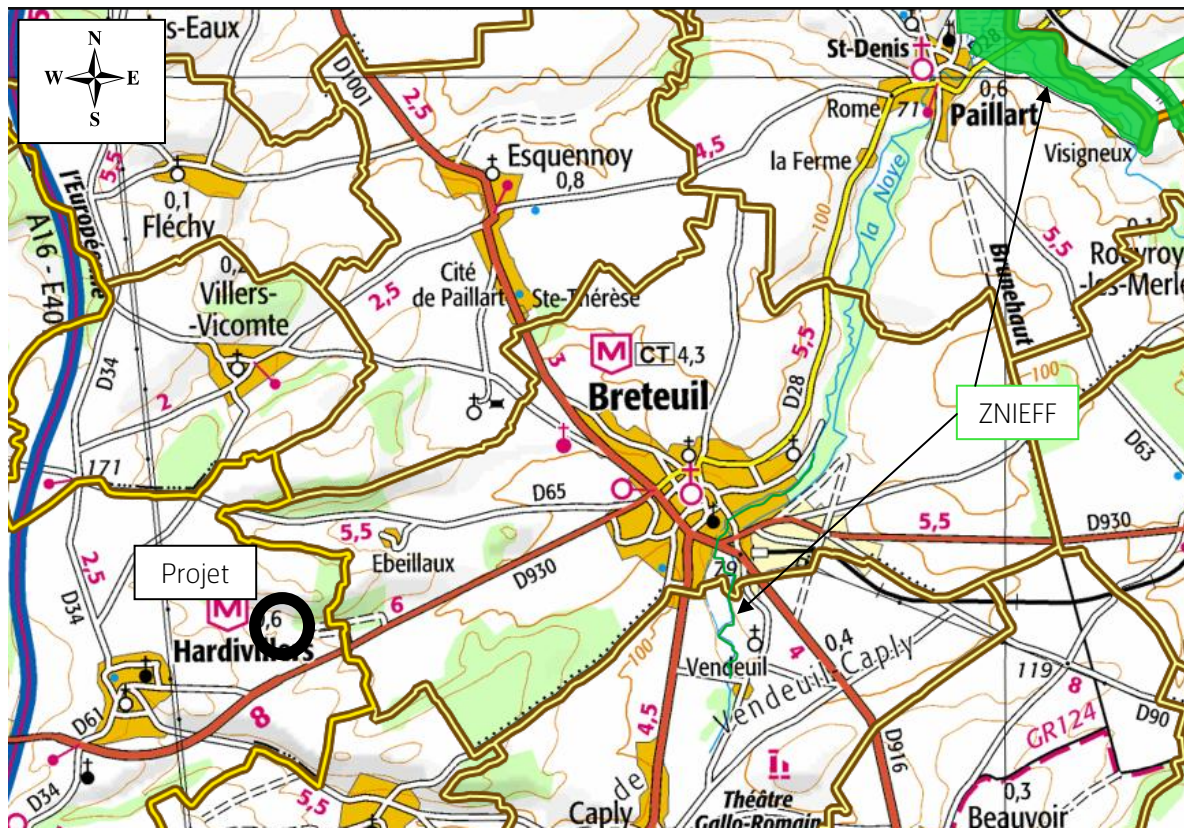
D'autres sources émergent le long de la Noye en amont hydraulique de Breteuil :

- deux au niveau du bourg de Vendeuil, référéncées sous les n°0080-2X-18 et n°0080-2X-0036, qui produisent un débit du même ordre de grandeur que celui observé à la source de la Noye,
- trois autres sources en amont immédiat de Breteuil, référéncées sous les n°0080-2X-0044 dite « Source Parc de l'Oasis » (source ayant présentée des pollutions en outre des rejets d'hydrocarbures le 28/03/1972 – présence d'un garage voisin à l'époque), n°0080-2X-0050 dite « Source de la Cressonnière du Moulin des Moines » (griffons multiples et forage artésien en mars 1972), et n°0080-2X-0015 dite « Source du Carrefour » (située en aval du lavoir).

Le lit mineur de la Noye est remarquable sur deux tronçons distincts : du pont de Vendeuil à la station d'épuration de Breteuil (tronçon 1) et du pont de la D193 à La Faloise jusqu'à la confluence entre la Noye et le ruisseau de l'Echaut en amont de Cottenchy (tronçon 2).

La Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type 1, désignée par « cours de la Noye et marais associés » (n°80SAM117) occupent ces deux espaces d'une surface de 573 ha.

Figure 34 : localisation de la ZNIEFF par rapport au projet



La fiche de cette ZNIEFF peut être consultée sur le site de la DREAL (<http://www.picardie.developpement-durable.gouv.fr>).

Le recueil d'opérations en zones humides dans le bassin Artois-Picardie établi en 2009 fait état d'une opération d'acquisition foncière (A10) par la mairie de Breteuil pour une parcelle de 1,23 ha implantée le long de la Noye sur la commune de Breteuil, dans le but d'une gestion durable et d'une valorisation écologique du site. La localisation de cette opération est présentée en Figure 36.

Il est à noter que le dit « marais de Breteuil » n'est pas considéré comme un site classé et inscrit. Ce site ne fait pas partie des 23 sites classés ou inscrits dans le département de l'Oise au titre des articles L.341-1 et L.341-22 du Code de l'Environnement, qui permettent « de préserver des espaces du territoire français qui présentent un intérêt général du point de vue scientifique, pittoresque et artistique, historique ou légendaire ». Ce type de site est une servitude d'utilité publique qui doit être reporté au plan local d'urbanisme.

La vallée dite Saint-Pierre où se situe le projet montre à son extrémité aval, soit à 4 km à l'Est, une zone de prairies qui se termine par des aménagements urbains attenants au bourg de Breteuil.

Figure 35 : localisation de la ZNIEFF « cours de la Noye et marais associés »

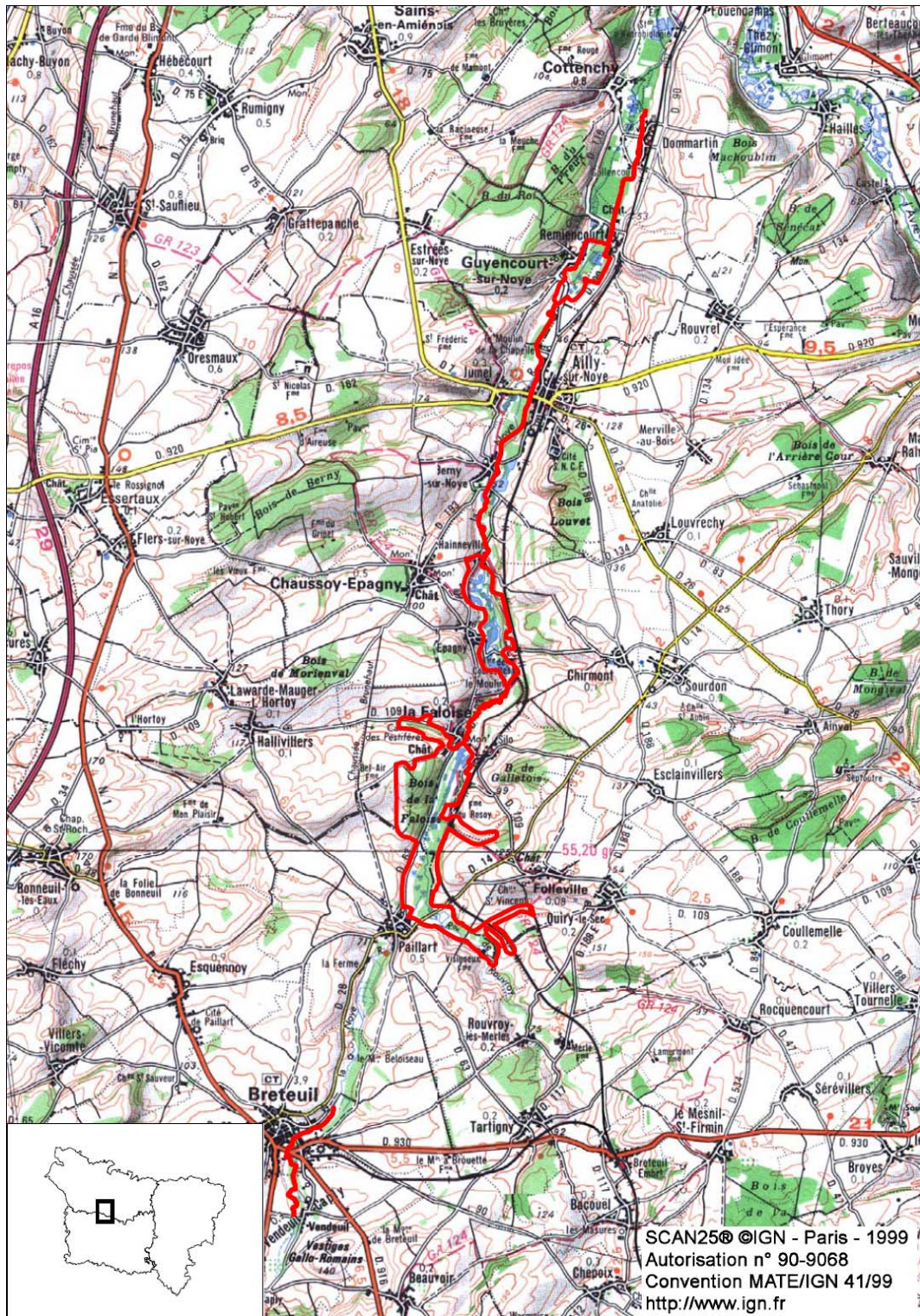
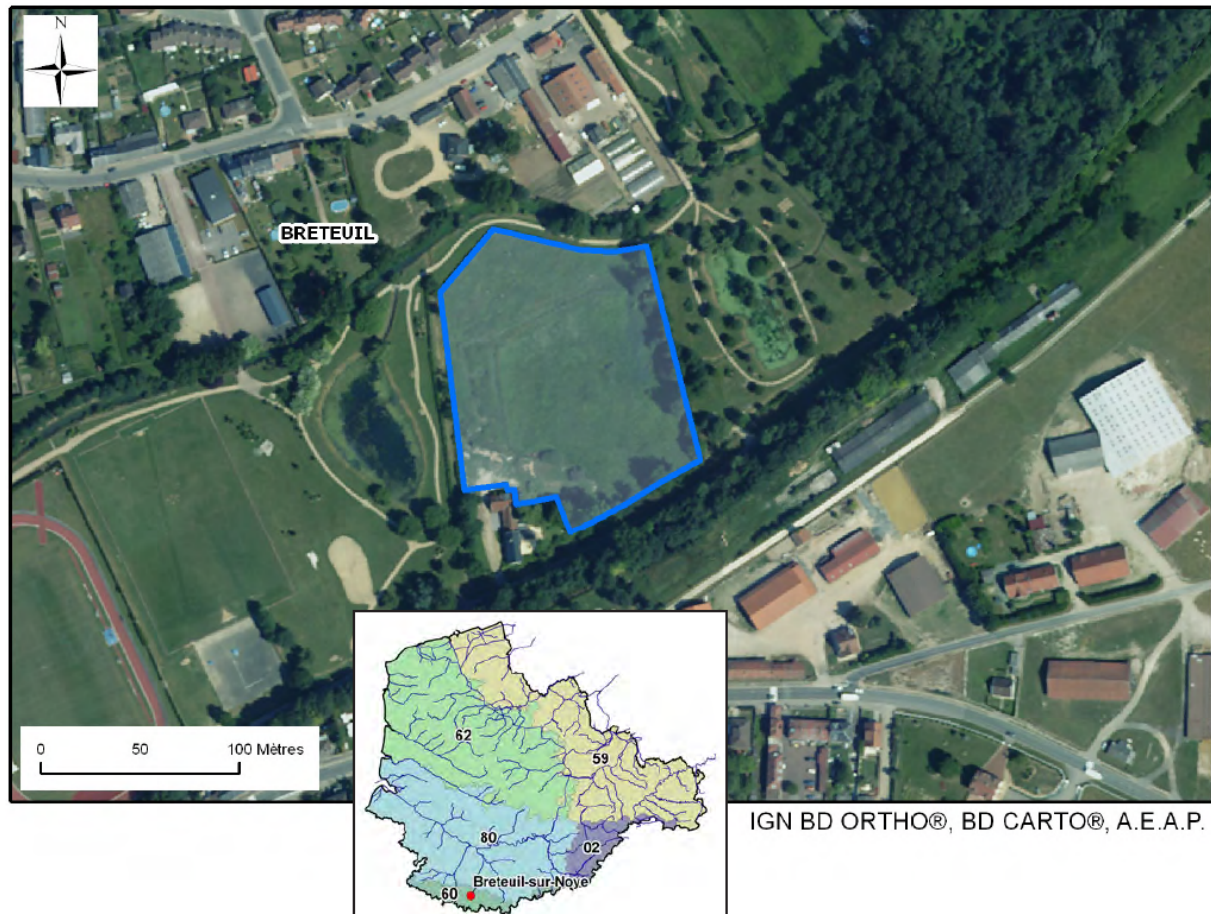




Figure 36 : localisation de l'acquisition de la zone humide de Breteuil



## 5.2 CADRE HYDROLOGIQUE LOCAL

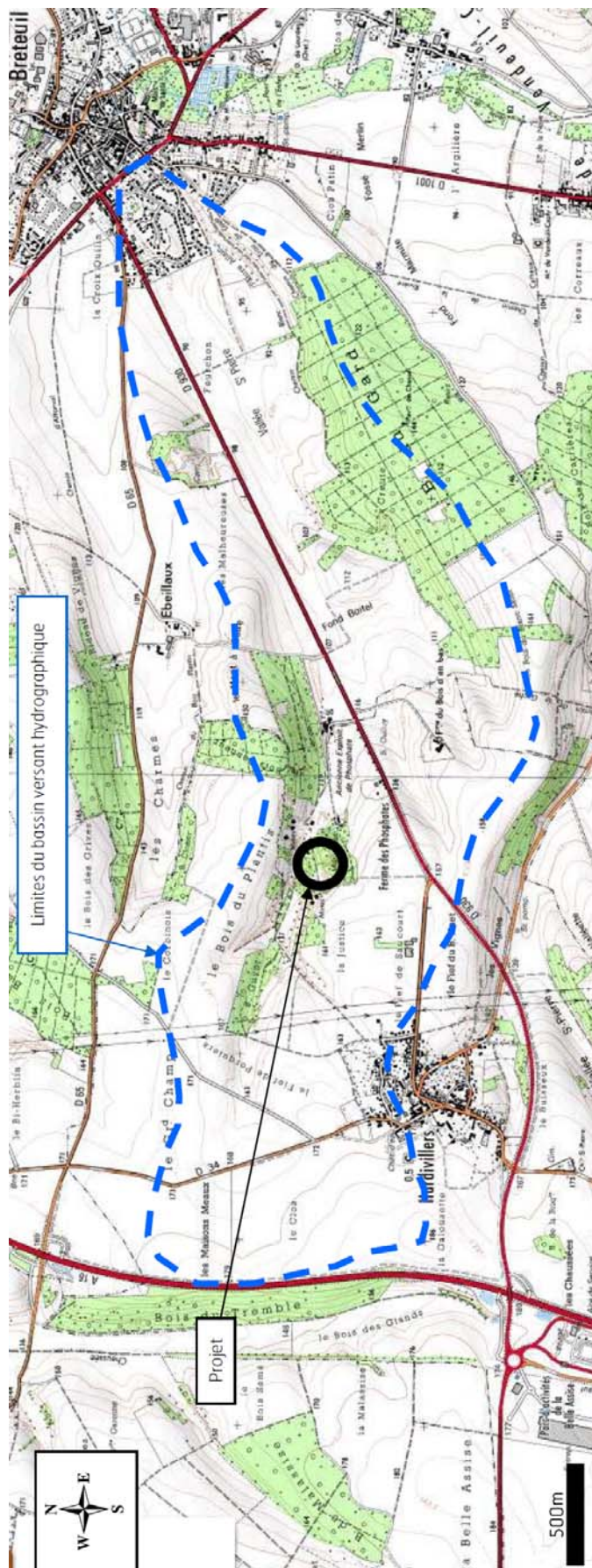
### 5.2.1 Hydrographie aux abords du projet

Le projet se situe dans le bassin versant hydrographique de la vallée désignée sous le nom de Vallée Saint-Pierre. Cette vallée ne présente aucun cours d'eau pérenne ou temporaire.

Les écoulements de surface rejoignent le réseau urbain Ouest du bourg de Breteuil, puis le cours d'eau de la Noye au-delà des croisements des axes routiers D916 et D930 avec la D1001.

La Figure 37 illustre l'étendue de ce bassin versant hydrographique dans lequel le projet se situe.

Figure 37 : bassin versant hydrographique où se situe le projet



## 5.2.2 Bilan hydrique

### 5.2.2.1 Caractéristiques climatiques générales

Le projet se situe dans une zone climatique qui se caractérise par des températures modérées, des écarts thermiques faibles et des précipitations distribuées sur un grand nombre de jours. Ceci est dû à une tendance océanique marquée du climat.

Les informations ci-après sont extraites des données fournies par la station météorologique de Beauvais-Tille (données METEOFRANCE), située à 20 km au Sud du projet sur une période de 30 ans.

Le cumul des précipitations moyen annuel est de 673 mm/an. Les précipitations sont étalées sur toute l'année et varient de 45 mm en février à 70 mm en décembre. On note également que des épisodes orageux estivaux ponctuels sont susceptibles de se produire (64 mm durant la seule journée du 2 juillet 1953, valeur record enregistrée par la station de Beauvais-Tille de 1944 à 2005). La hauteur moyenne mensuelle des précipitations est de 56 mm.

L'évapotranspiration potentielle (ETP Penman) est maximale de mai à août (supérieure à 100 mm) et minimale de novembre à février (inférieure à 20 mm). Sur l'année en moyenne l'évapotranspiration totale atteint 736 mm. Cette valeur est supérieure aux précipitations annuelles moyennes. Le déficit annuel moyen est de 63 mm.

L'évapotranspiration potentielle établie à partir de la formule de Thornthwaite (ETP-Thornthwaite) fournit des valeurs différentes de l'ETP-Penman et qui ont tendance à minimaliser l'excédent.

Dans un esprit sécuritaire, nous retiendrons l'ETP Penman pour le bilan hydrique du projet.

### 5.2.2.2 Approche de bilan

Le bilan hydrique annuel est établi à partir d'un pas de temps mensuel sur les données de METEOFRANCE et de plusieurs paramètres :

- l'ETP (évapotranspiration potentielle) : s'établit en fonction du pouvoir évaporant de l'air et sans limitation de disponibilité d'eau donc c'est une grandeur essentiellement climatique,
- l'ETR : (évapotranspiration réelle) : c'est l'évapotranspiration qui se manifeste de fait en conditions naturelles, dans un site donné, compte tenu de la demande climatique de l'air et de la disponibilité en eau du sol,
- la RU (réserve utile) : elle dépend du type de sol (teneur en argile, limon, sable) et de la profondeur d'enracinement, c'est une caractéristique permanente de la parcelle étudiée.

Plus la réserve d'eau stockable dans le sol et utilisable par la végétation est importante, plus la lame d'eau écoulée diminue au profit de l'évapotranspiration réelle.

Pour ce bilan hydrique moyen, on a retenu, et dans un souci de sécurité, on a évalué l'excédent pour une RU de l'ordre de 100 mm.

Les précipitations efficaces (ou excédent) sont les précipitations qui, lorsque la réserve hydrique superficielle est remplie, peuvent ruisseler ou participer au rechargement de la nappe par infiltration.

Cette pluie efficace s'élève à 112,6 mm pour une RU minimaliste de 100 mm.

L'essentiel des précipitations efficaces se produit entre les mois de décembre et de mars pour une RU égale à 100 mm. De la même manière, les périodes de déficit hydrique (lorsque l'ETP est supérieure aux précipitations et que la RU est vide) interviennent au cours de la période estivale : entre juin et septembre pour une RU égale à 100 mm.

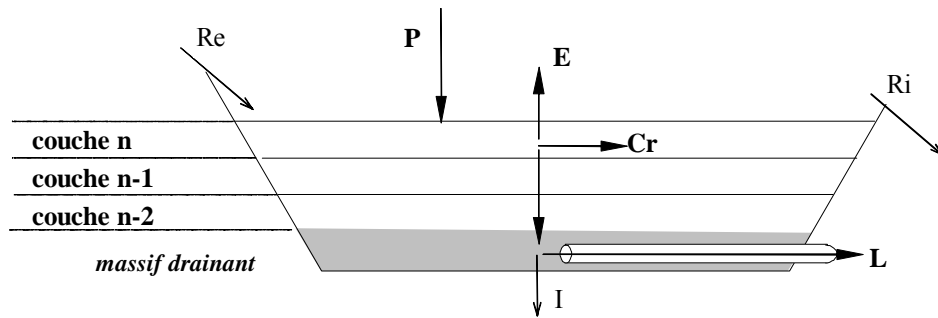
### 5.2.2.3 Evaluation de bilan pour le projet

Le bilan hydrique permet de comptabiliser les entrées et les sorties d'eaux sur une surface définie pendant une durée moyenne d'exploitation du CSDNF. L'objectif est d'estimer le volume moyen d'eau récupérée en fond de casier ou sur la couverture finale.

Ce bilan hydrique correspond à la somme des flux entrants diminués des flux sortants. Le schéma ci-après illustre ce principe. Les termes du bilan sont :

- pour les flux entrants : la pluie efficace (eau susceptible de s'infiltrer dans les déchets et/ou de ruisseler), les apports latéraux d'eau vers les casiers,
- pour les flux sortants : l'évaporation, l'évapotranspiration réelle par la couverture du site, la réserve utile de la couverture du site, l'eau absorbée par les déchets, le drainage opéré sur la géomembrane constituant les lixiviats (terme recherché).

Figure 38 : schéma explicatif du bilan hydrique



$$P + Re = E + Ri + Cr + L + I$$

P : précipitations tombant sur le casier  
Re : ruissellement issu de l'extérieur du casier

E : évapotranspiration  
Ri : ruissellement de l'intérieur vers l'extérieur du casier  
Cr : rétention : eau retenue par les déchets  
L : lixiviation drainée et évacuée  
I : infiltration dans le substratum du casier

Compte tenu des dispositions du projet, on considère :

Re = 0 : eaux de ruissellement extérieur collectées avant leur entrée dans le casier

Ri = 0 : aménagement du casier pour interdire toute fuite vers l'extérieur

I = 0 : casier étanchéifié par géomembrane imperméable

Le bilan s'écrit alors :  $P = E + Cr + L$

Les apports extérieurs sont également nuls en raison :

- de l'existence du réseau de collecte périphérique au projet qui concentre les eaux de ruissellement extérieures et, de l'absence totale de nappe d'eau souterraine (niveau statique de la première nappe à plus de 25 m de profondeur),
- de l'infiltration des eaux vers la nappe pour les eaux qui percolent sur les terrains en bordure du site.

Pour évaluer ces volumes de lixiviats on a tenu compte du fait que l'infiltration en fond de casier est nulle du fait de la présence d'une géomembrane de collecte des lixiviats, et en outre du volume moyen d'apport mensuel de déchets, de la superficie et du volume de chaque casier.

Selon les différentes périodes d'exploitation, on obtient les résultats ci-après.

Le bilan établi à chaque période d'exploitation (avant exploitation, en cours d'exploitation, et après exploitation) conduit à prévoir pour les lixiviats :

- un volume mensuel maximal de l'ordre de 673 m<sup>3</sup> (soit un débit journalier maximal d'environ 23 m<sup>3</sup>),
- un volume annuel total d'à peu près 5474 m<sup>3</sup> (soit un débit journalier moyen d'environ 15 m<sup>3</sup>).

**Tableau 20 : Volumes d'eau produits estimés en fonction de la période d'exploitation**

| Période                          | Nature des eaux       | Volume mensuel moyen sur la période de production de lixiviats (m <sup>3</sup> ) | Volume mensuel maximal (m <sup>3</sup> ) | Volume annuel total de lixiviats produit (m <sup>3</sup> ) |
|----------------------------------|-----------------------|--|--|--|
| Casier en attente d'exploitation | Eaux de ruissellement | 827  | 1 032                                    | 9 929  |
| Casier en cours d'exploitation   | Lixiviats             | 456  | 673                                      | 5 474  |
| Tous les casiers sont réaménagés | Eaux de drainage      | 1 524  | 2 235                                    | 4 573  |

Le bassin à lixiviats aura comme les dimensions approximatives suivantes, 15 m x 15 m sur 3 m de hauteur utile.

Les eaux de ruissellement avant exploitation pourront être dirigées vers le bassin d'infiltration des eaux de ruissellement extérieur ; ces dimensions (cf. §5.2.3.3.3) seront suffisantes pour accueillir et infiltrées ces eaux, Pour les eaux de drainage post-exploitation, ces eaux pourront également être orientées vers le bassin d'infiltration des lixiviats traités.

## 5.2.3 Les eaux pluviales hors du projet

### 5.2.3.1 Découpage des sous-bassins versants

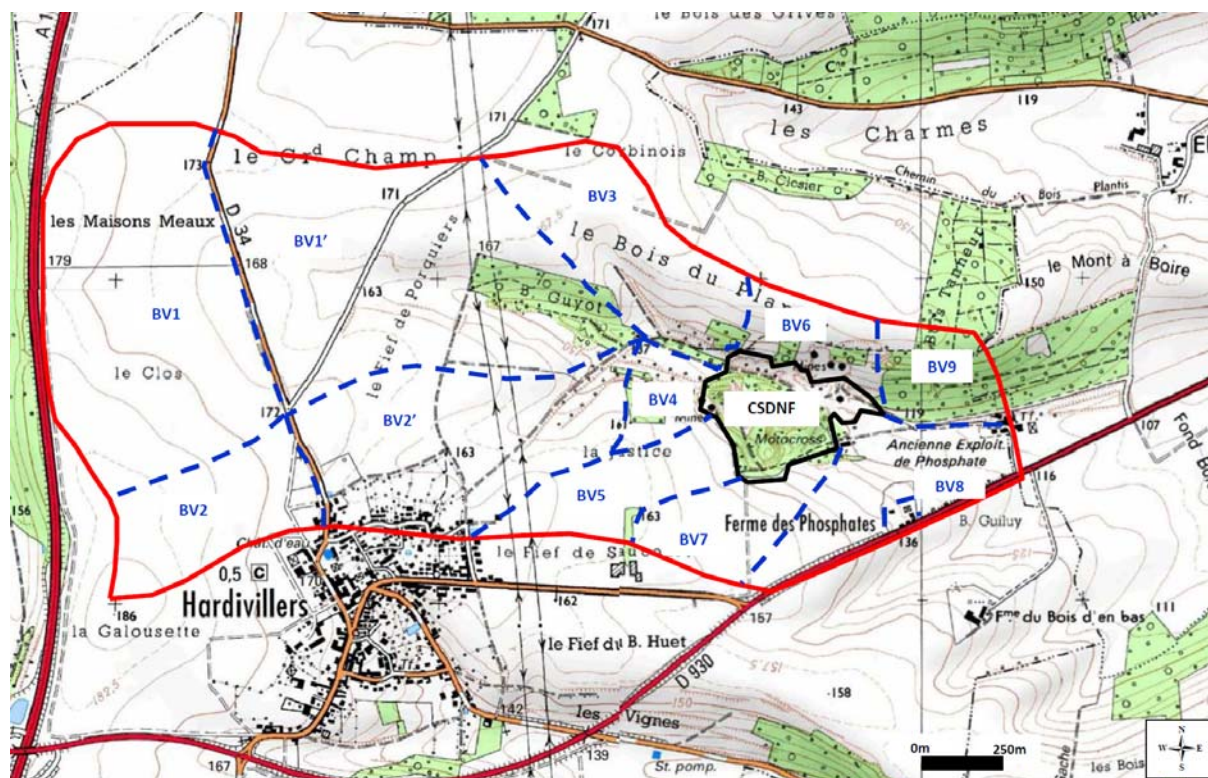
Le bassin versant hydrographique où se situe le projet a été découpé en sous-bassins versants.

Les sept sous-bassins versants qui délimitent l'amont du projet sont ainsi désignés :

- BV1 et BV2 ne sont pas limitrophes à l'ancienne carrière LINET, le ruissellement de ces bassins rejoint celui de BV3 et BV4,
- BV5 a comme exutoire BV4, (ainsi que les installations de collecte des eaux pluviales du bourg d'Hardivillers),
- BV6 et BV7 sont indépendants des autres sous-bassins versants.

La Figure 39 illustre ce découpage.

Figure 39 : découpage en sous-bassins versants du bassin hydrographique du projet



On note par BV8 et BV9, les deux sous-bassins versants qui s'étendent entre la ferme sise au lieu-dit « Ancienne exploitation de phosphates » et le projet (respectivement au Sud et au Nord de l'axe du vallon, représentée approximativement par la voie d'accès de la ferme au projet).

Aucun réseau ou embryon de réseau hydrographique n'est présent à l'aplomb des sous-bassins versants topographiques en amont du projet.

Les axes routiers principaux D34 (orienté Nord-Sud) et D930 (orienté (Ouest-Est) bénéficient de fossés de collecte des eaux pluviales.

Le bourg d'Hardivillers dispose d'un réseau de collecte et de stockage des eaux pluviales. Ces dernières sont majoritairement redirigées vers le bassin de stockage des eaux pluviales implanté au Sud et hors du bassin versant où se situe le projet.

### 5.2.3.2 Volumes et débits estimés

L'approche du comportement hydrologique de ce bassin versant nécessite la connaissance de chroniques de débit et de pluie dont l'usage est complémentaire. Toutefois, l'absence d'information hydrométrique sur le bassin étudié nous incite à se retourner vers les pluies pour estimer les quantiles de débit de crue.

L'étude statistique des évènements pluvieux permet d'en déduire la loi de variation d'un quantile (T donnée) de pluie en fonction de la durée (d), connue sous le nom de loi de Montana.

En effet, l'estimation des débits ruisselants est un exercice délicat pour plusieurs raisons :

- premièrement, les pluies d'orages sont des phénomènes localisés, rapides et violents, donc difficile à mesurer,
- deuxièmement, pour une même pluie le volume qui va ruisseler dépendra entre autres paramètres, des antécédents pluviométriques, de l'état de la nappe mais principalement dans le cas présent de l'état du sol (structure, végétation, pente...),
- enfin, les écoulements sont très sensibles à des éléments ponctuels (talus, ravines, chemins...).

Pour tenter d'apprécier les débits interceptés par les différents sous-bassins versants en amont du projet, on a employé une méthode empirique (la méthode rationnelle).

La méthode rationnelle (méthode pseudo-déterministe de prédétermination des débits instantanés maximaux) est donnée par la formulation :  $Q = K \times Cr \times Ip \times S$

où :

Q = débit instantané maximal ( $m^3/s$ ),

K = constante pour homogénéiser les unités (dans notre cas  $K = 1/3,6$ ),

Cr = Coefficient de ruissellement moyen du bassin versant,

Ip = intensité de la pluie de durée égale au temps de concentration (mm/h),

S = superficie du bassin versant ( $km^2$ ).

Cette méthode utilise un modèle simple de transformation de la pluie de projet (hauteur d'eau précipitée au cours d'un temps donné), supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal (débit de pointe) lorsque l'ensemble du bassin contribue à ce débit.

Ainsi pour pouvoir employer la méthode rationnelle, il est nécessaire de calculer préalablement plusieurs paramètres : l'intensité de la pluie (Ip) et le coefficient de ruissellement (Cr).



Pour l'évaluation de l'intensité on utilise la formule de Montana qui est de la forme :  $I_p = a \times t_c^{-b}$   
avec :

- $I_p$  = intensité de la pluie de durée égale au temps de concentration (mm/min),
- $t_c$  = temps de concentration (min),
- $a$  et  $b$  = coefficients de Montana définis pour une période moyenne de retour  $T$ .

Pour une période de retour ( $T$ ) de 10 ans et pour les temps de concentration (en retenant le temps le plus élevé entre la méthode de Socose et la moyenne entre le minimum et le maximum des trois formules empiriques de Turraza, de Kirplich et de Ventura) relatifs à chaque sous-bassin versant, on a évalué l'intensité de pluie correspondante ( $I_p$ ).

Par ailleurs, en fonction de la répartition de chaque type d'occupation de sol (bois, route, cultures) sur chaque sous-bassin versant, il a été établi le coefficient de ruissellement moyen ( $Cr$ ) pour chaque sous-bassin versant.

On a employé la méthode rationnelle pour calculer les débits maximaux instantanés de chacun des bassins versants. Le débit de pointe est obtenu par la relation :

$$Q_p = 1,3 \times Q$$

avec :

- $Q$  = débit instantané maximal ( $m^3/s$ ) calculé par la méthode rationnelle,
- $Q_p$  = le débit de pointe ( $m^3/s$ ).

Puis, avec cette même méthode rationnelle, on a calculé le volume ruisselé de chacun des bassins versants. Le volume intercepté par le projet est obtenu par la relation :

$$V_r = K' \times I_p \times S \times Cr$$

avec :

- $V_r$  = volume ruisselé ( $m^3$ ),
- $K'$  = constante pour homogénéiser les unités (dans notre cas  $K = 1000$ ),
- $I_p$  = intensité de la pluie de durée égale au temps de concentration (mm/h),
- $S$  = surface du bassin versant ( $km^2$ ),
- $Cr$  = coefficient de ruissellement moyen du sous-bassin versant.

On obtient ainsi pour chaque sous-bassin versant établi, les différentes valeurs des paramètres énoncés ci-dessus dans le , pour appréhender les débits et les volumes de fréquence décennal de chaque sous-bassin versant.

**Tableau 21 : estimation du débit et du volume décennal des sous-bassins versants**

| Sous-bassin | tc (mn) | S (km <sup>2</sup> ) | Ip (mm/h) | Cr (%) | Qp (m <sup>3</sup> /s) | Vr (m <sup>3</sup> ) |
|-------------|---------|----------------------|-----------|--------|------------------------|----------------------|
| BV1'        | 36      | 0,68                 | 42,7      | 7      | 0,78                   | 2153                 |
| BV2'        | 29      | 0,38                 | 48,5      | 6      | 0,40                   | 1105                 |
| BV3         | 26      | 0,28                 | 52,2      | 6      | 0,33                   | 916                  |
| BV4         | 13      | 0,05                 | 76,5      | 9      | 0,13                   | 351                  |
| BV5         | 20      | 0,14                 | 60,8      | 5      | 0,15                   | 418                  |
| BV6         | 17      | 0,09                 | 66,4      | 7      | 0,16                   | 435                  |
| BV7         | 19      | 0,12                 | 62,6      | 6      | 0,16                   | 454                  |
| BV8         | 22      | 0,17                 | 57,7      | 5      | 0,18                   | 504                  |
| BV9         | 18      | 0,11                 | 63,7      | 10     | 0,26                   | 709                  |

Le volume d'eau théorique potentiellement intercepté par le projet est de l'ordre 5830 m<sup>3</sup> pour une pluie de récurrence décennale (de durée proche du temps de concentration). Néanmoins, on a appliqué une réduction du volume à stocker compte tenu :

- de l'inertie de chaque sous-bassin (l'arrivée des eaux de ruissellement est progressive en fonction des caractéristiques géométriques de chaque sous-bassin versant amont au projet),
- d'une portion seulement du BV7 à intégrer au projet et non sa totalité,
- du volume de stockage des fossés périphériques, d'à peu près 800 m<sup>3</sup>,
- de la modification du coefficient de ruissellement, de 5% à 1% en tenant compte des observations émises sur l'amont du BV1 (ce volume décennal ruisselé s'établit autour de 3000 m<sup>3</sup>).

Nous obtenons ainsi un volume à stocker de l'ordre de 2200 m<sup>3</sup>.

On souligne qu'une partie des eaux de ruissellement de la RD930 était réinjectée dans le BV8 en amont du lieu-dit « Ferme des Phosphates » en raison de conditions topographiques propices (Figure 42). Ces dernières ont été en partie modifiées depuis fin juillet 2012 (§5.2.3.3 et §5.2.4) suite à l'épisode pluvieux intense observé pendant la nuit du 5 au 6 juillet 2012.

### 5.2.3.3 Evènement pluvieux exceptionnel

Au cours de la nuit du 5 au 6 juillet 2012, un orage s'est abattu sur Hardivillers.

La station pluviométrique la plus proche, Froissy (environ 5kms au Sud du projet), a enregistré les valeurs ci-après pour la première décade du mois de juillet 2012.

**Tableau 22 : pluviométrie à la station de Froissy – 1<sup>ère</sup> décade de juillet 2012**

|            |     |     |     |      |     |     |      |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| Jour       | 1   | 2   | 3   | 4    | 5   | 6   | 7    | 8   | 9   | 10  |
| Pluie (mm) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 11,3 | 8,1 | 5,0 | 13,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

METEOFRANCE relève le caractère très localisé des phénomènes orageux pendant cette période, et la probabilité que des hauteurs d'eau plus importantes que celles relevées par les capteurs METEOFRANCE aient pu être observées sur Hardivillers.

Toutefois, les particuliers résidant au n°2 et au n°3 de la Ferme des Phosphates à Hardivillers ont relevé sur leur pluviomètre personnel des hauteurs de précipitations de 55mm, dans la nuit du 5 au 6 juillet 2012.

Cette valeur de 55mm est très nettement supérieure à celles relevées à la station météorologique de Froissy et confirme le caractère très orageux et donc très locale de l'évènement pluvieux.

METEOFRANCE définit les périodes de retour de pluie à la station de Froissy dans le Tableau 23.

**Tableau 23 : période de retour des précipitations à la station de Froissy**

| Durée de retour | Hauteur estimée | Intervalle de confiance à 70 % |         |
|-----------------|-----------------|--------------------------------|---------|
| 5 ans           | 38.0 mm         | 36.5 mm                        | 39.6 mm |
| 10 ans          | 43.3 mm         | 41.3 mm                        | 45.2 mm |
| 20 ans          | 47.9 mm         | 45.3 mm                        | 50.4 mm |
| 30 ans          | 50.4 mm         | 47.4 mm                        | 53.4 mm |
| 50 ans          | 53.3 mm         | 49.6 mm                        | 57.0 mm |
| 100 ans         | 57.0 mm         | 52.3 mm                        | 61.8 mm |

D'après les relevés des particuliers à Hardivillers, cet évènement pluvieux correspondrait à une période de retour de 50 ans à 100 ans, à la vue de l'intervalle de confiance à 70% (pour cette fréquence : entre 49,6 mm et 57,0mm).

Les pluies qui se seraient abattues ces 5 et 6 juillet 2012 à Hardivillers représenteraient des pluies très exceptionnelles, et ce d'autant plus si l'on compare ces pluies avec les cinq plus importantes pluies mesurées à Froissy depuis près de 80 ans (Tableau 24).

Tableau 24 : valeurs maximales de pluies mesurées à Froissy sur la période 1933-2010

| Hauteur observée | Date       |
|------------------|------------|
| 59.7 mm          | 13/08/1935 |
| 59.4 mm          | 25/05/2009 |
| 55.3 mm          | 24/08/1987 |
| 48.2 mm          | 12/06/1951 |
| 48.2 mm          | 06/07/2001 |

Sur la base de cette observation, la pluie relevée par les particuliers à Hardivillers serait la troisième pluie la plus élevée mesurée à la station METEOFRANCE de Froissy sur la chronique de 80 années de mesures.

Cet évènement pluvieux intense a laissé des stigmates dans le paysage aux abords du projet (Figure 40 et Figure 41).

Une partie du ruissellement issue du BV7 a franchi la route d'accès du CSDNF. Une rigole longeant l'extérieur du CSDNF a creusé de l'amont vers l'aval pour s'arrêter à l'aplomb du bois implanté au Sud-est du CSDNF, et en particulier sur le grillage. L'amoncellement conséquent de sédiments et de cailloux sur ce grillage encore présent témoignent de l'importance de ce ruissellement.

Les champs de maïs plantés sur BV7 et BV8 n'ont pas limité les ruissellements, et les rigoles témoignent de cette violence des écoulements.

Par contre, l'absence de traces significatives à l'aval immédiat du bois localisé au Sud-est du CSDNF tend à mettre en évidence l'efficacité de cet écran végétal vis-à-vis du ruissellement en provenance du sous-bassin versant BV7.

Figure 40 : photographies des stigmates de l'orage du 5-6/07/2012

PHOTO 1



PHOTO 4



PHOTO 5

PHOTO 2

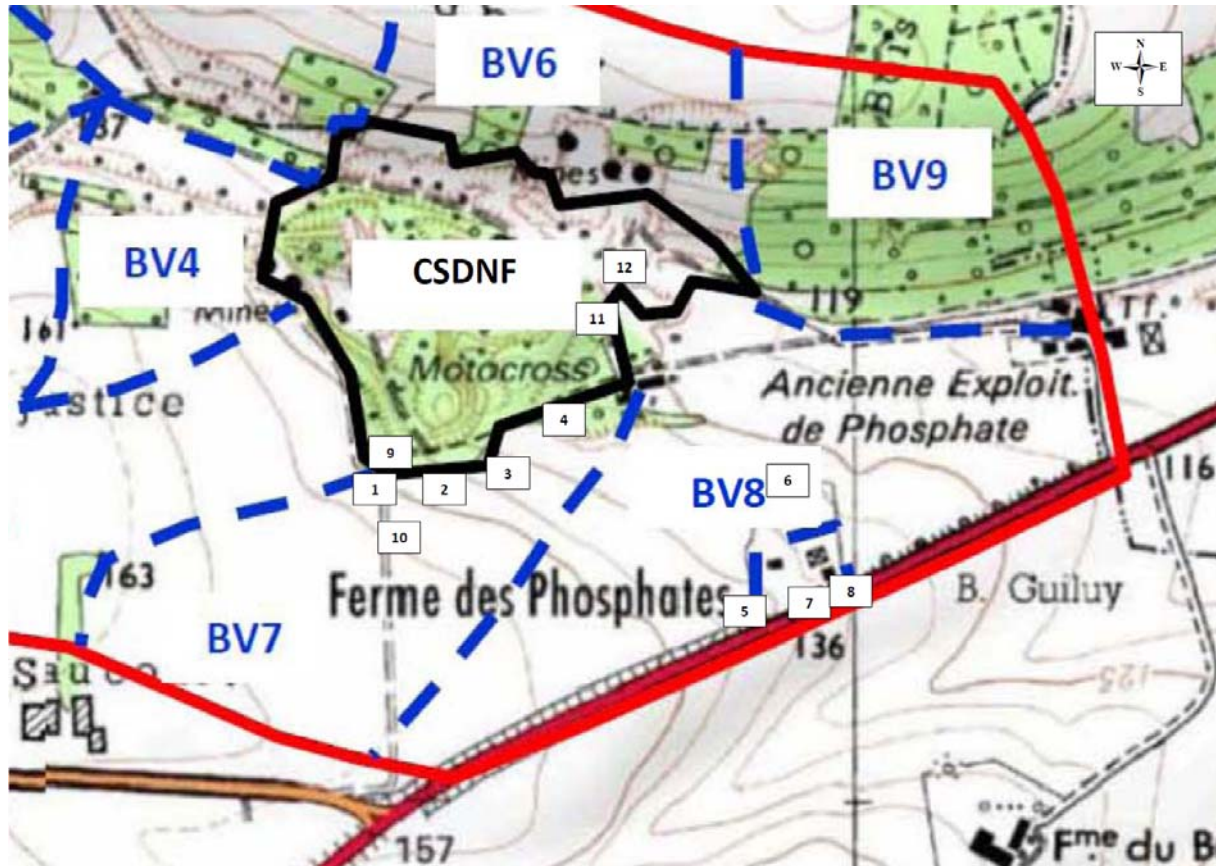


PHOTO 6

PHOTO 3



Figure 41 : localisation des photographies



Les photographies (Figure 42) prises par les habitants du lieu-dit « Ferme des phosphates » montrent les coulées boueuses sur la route D930 au cours de la nuit.

Figure 42 : photographies des coulées boueuses sur la D930 le 5-6/07/2012

PHOTO 7



PHOTO 8



## **5.2.4 Modification du paysage dans le bassin versant du projet**

Le bassin versant du projet a subi des modifications des éléments de la structure surfacique qui engendrent des changements dans son fonctionnement hydraulique.

Les photographies aériennes prises à deux périodes différentes appréhendent ces changements :

- en 2001,
- postérieure à 2005

On constate plusieurs singularités très nettes entre les deux clichés de la Figure 43 et de la Figure 44 mais localisés dans le même secteur du bassin versant, soit au Sud-est du CSDNF. Un zoom de ce secteur est présenté sur la Figure 45 et la Figure 46.

Sur le cliché de 2001, une bande boisée ayant la forme d'une virgule est localisée au Sud-est du CSDNF. Elle joint le CSDNF aux habitations du lieu-dit « Ferme des phosphates », qui longe la route D930.

De plus, une bande enherbée s'étend sur au moins une dizaine de mètres de largeur sur le bord Sud de cette bande boisée.

Par ailleurs, un jardin d'environ 3/4 d'hectare longé à l'Ouest par un chemin, font la jonction entre la ligne d'arbres et ces habitations de la « Ferme des Phosphates ».

Ces barrières naturelles, qu'étaient cette bande enherbée, cette haie boisée et ce jardin, ne jouent plus ce rôle d'obstacle et ou de ralentisseur aux eaux de ruissellement en provenance de l'amont des sous-bassins versants BV7 et BV8.

La disparition de l'écran végétal à la cassure de pente topographique, entre le CSDNF et le lieu-dit « Ferme des phosphates », a contribué fortement à favoriser la convergence des coulées boueuses des bassins BV7 et BV8 vers le lieu-dit habité « Ancienne exploitation de phosphates », lors de l'épisode orageux exceptionnel (de fréquence au moins cinquantennale) des 5-6 juillet 2012.

Figure 43 : photographie aérienne de 2001 des 3/4 aval du bassin versant

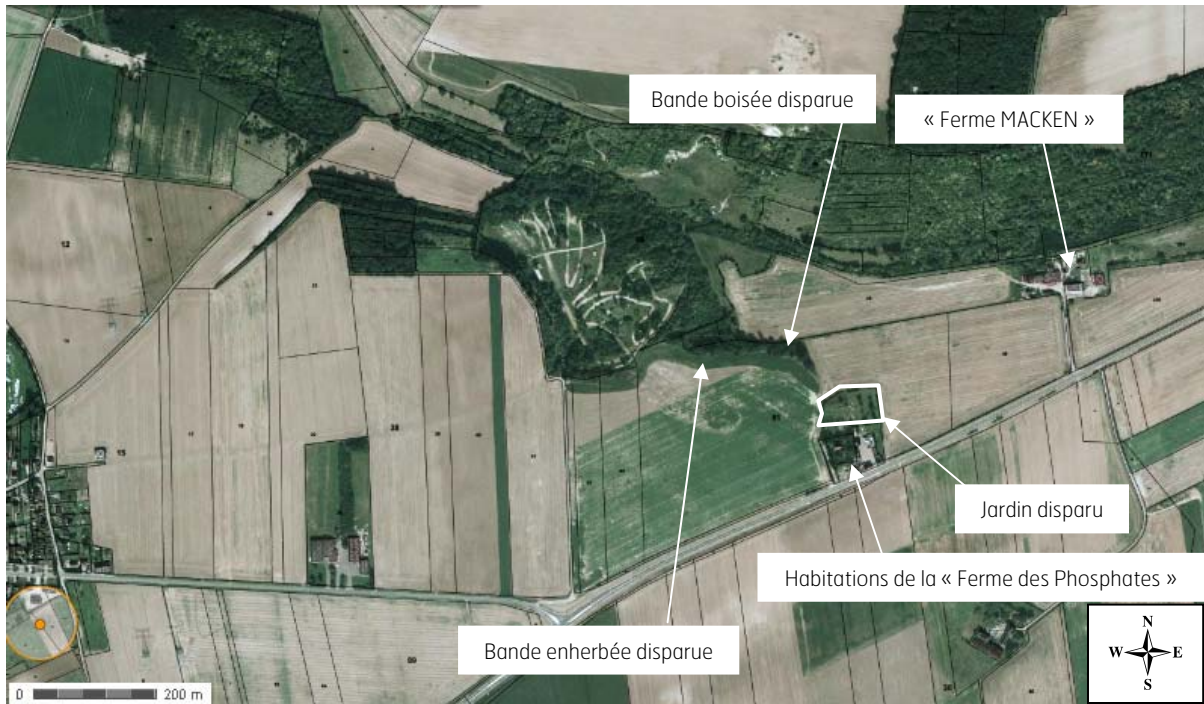


Figure 44 : photographie aérienne postérieure à 2005 des 3/4 aval du bassin versant





Figure 45 : zoom de la photographie aérienne de 2001 au Sud du projet

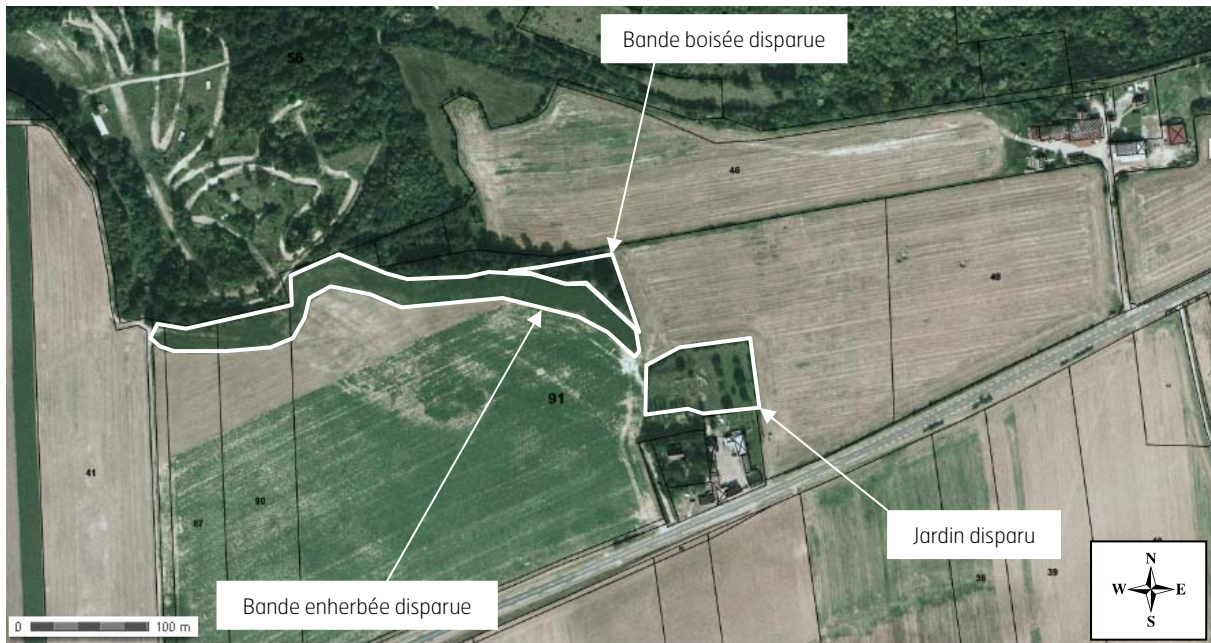


Figure 46 : zoom de la photographie aérienne postérieure à 2005 au Sud du projet



## 5.2.5 Les eaux pluviales au sein du projet

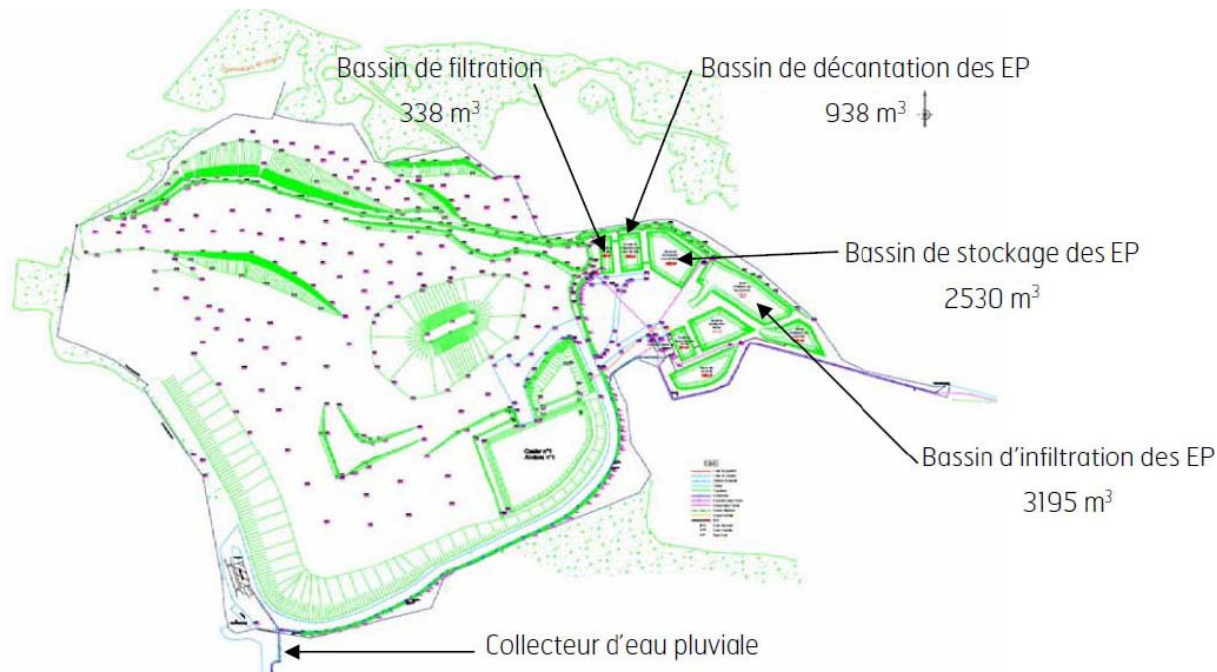
Plusieurs aménagements de stockage et de collecte des eaux pluviales ont été réalisés :

- 4 bassins à l'extrémité Est du CSDNF : un bassin de filtration (338 m<sup>3</sup>), un bassin de décantation (938 m<sup>3</sup>), un bassin de stockage (2530 m<sup>3</sup>), et un bassin d'infiltration (3195 m<sup>3</sup>) ;
- un système de collecte des eaux pluviales à l'entrée du CSDNF pour recueillir les eaux de la route d'accès au CSDNF, et une partie de ces eaux en provenance du BV5 et l'amont du BV7 ;
- des fossés de collecte des eaux pluviales à l'intérieur du CSDNF pour recueillir les eaux de l'installation et éventuellement celles qui s'introduiraient dedans.

Ces ouvrages ont été dimensionnés pour répondre à une pluie de récurrence décennale s'abattant sur le projet.

Ces aménagements permettent de collecter, de filtrer, de décanter, de stocker, puis d'infiltrer ces eaux pluviales (en absence de pollution).

Figure 47 : implantation des différents bassins dans l'enceinte du projet



La route d'accès au CSDNF a été goudronnée. Les eaux pluviales ruisselant sur la moitié Nord de cette route sont éconduites vers le collecteur positionné à l'entrée du CSDNF (cf. ci-avant), qui renvoie ces eaux vers le fossé de ceinture Sud du CSDNF.

Depuis août 2012, l'efficacité de ce collecteur a été améliorée pour recueillir encore plus d'eaux de ruissellement de la partie Est du bassin BV7 (soit de l'extérieur du CSDNF pour les canalisées vers le fossé intérieur de ceinture Sud du CSDNF).

Les fossés implantés le long de la RD930 ont été approfondis et recalibrés entre le 30 juillet et le 3 août 2012, suite à l'épisode pluvieux intense observé pendant la nuit du 5 au 6 juillet 2012, qui a provoqué l'inondation de la ferme du lieu-dit « Ancienne exploitation de phosphates », suite aux modifications du paysage local (§5.2.4).

Les clichés de la Figure 48 sont situés sur le plan de localisation photographique de la Figure 41.

**Figure 48 : atlas photographique des clichés photographiques du 09/08/2012**



Lors de cet évènement pluvieux intense de juillet 2012, aucun des fossés de réception des eaux de ruissellement du projet n'a débordé. Les infrastructures internes au projet ont fonctionné convenablement.

## 6 ETUDE DE FAISABILITE DU PROJET

RINCENT BTP a réalisé les études géotechniques et donc les investigations qui font l'objet du document 8, consultable hors rapport.

### 6.1 QUALITE ET USAGES DES MATERIAUX

#### 6.1.1 Caractéristiques géomécaniques

##### 6.1.1.1 La craie du site

Pour les échantillons intacts prélevés sur les sondages carottés, les différentes caractéristiques mécaniques de cette craie sont définies dans le Tableau 25.

Tableau 25 : caractéristiques mécaniques de la craie prélevée en sondage carotté

| Sondage    | Prof. (m)   | Cote. (NGF) | Nature                     | W <sub>i</sub> % | γ <sub>d</sub> kN/m <sup>3</sup> | S <sub>r</sub> % | C <sub>cu</sub> kPa | φ <sub>cu</sub> ° | C' kPa | φ' ° |
|------------|-------------|-------------|----------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|--------|------|
| SC1 (2011) | 9.50/10.50  | 142.08      | Remblai crayeux            | 23.9             | 15.5                             | 90.9             | 140                 | 25.7              | 19.8   | 38.0 |
|            | 18/19       | 133.58      | Craie altérée (supérieure) | 26.4             | 15.3                             | 97.2             | 118                 | 27.9              | 49.0   | 36.2 |
|            | 27/28       | 124.58      | Craie saine (inférieure)   | 14.6             | 18.5                             | 92.0             | 129                 | 35.5              | 76.9   | 36.9 |
| SC2 (2013) | 2.50-3.50   | 124.58      | Remblai crayeux            | 20.7             | 16.5                             | 93.8             | 81.7                | 27.6              | 25.7   | 31.9 |
|            | 5.50-6.50   | 121.58      | Craie (remblayée ?)        | 23.5             | 15.7                             | 92.5             | 50.2                | 29.6              | 17.9   | 36.5 |
| SC3 (2013) | 2.50-3.50   | 130.49      | Craie altérée (supérieure) | 19.6             | 16.9                             | 94.2             | 43.2                | 36.5              | 44.7   | 37.1 |
|            | 12.50-13.50 | 120.49      | Craie granuleuse           | 21.2             | 15.6                             | 82.1             | 111.3               | 25.8              | 48.3   | 39.7 |
| Stock      | -           | -           | Craie Hardivillers 95% OPN | 24.3             | 14.0                             | 74.4             | 163.4               | 21.7              | 33.7   | 35.5 |
| Stock      | -           | -           | Argile de Lihons 95% OPN   | 18.2             | 16.5                             | 81.0             | 20.4                | 13                | 16.5   | 21.5 |

Des échantillons ont été prélevés sur les stocks à l'intérieur du CSDNF.

Le stock de craie sur site est une craie de densité moyenne qui se classe en R12m avec un comportement de similaire à la classe A1. La teneur en eau était de 23,4% avec 88,3% du matériau inférieur à 80μm, avec une VBs de 0,4.

Compacté à 95% de l'OPN (Optimum Proctor Normal de référence) avec une teneur en eau de 24,5%, la perméabilité en laboratoire atteint 1,1.10<sup>-8</sup> m/s.

Le Tableau 25 synthétise les caractéristiques géotechniques de ce matériau.

Cette craie est difficile à compacter lorsqu'elle présente une teneur en eau faible, et rigide donc portante. Par contre, lorsqu'elle est proche de la saturation, elle se comporte comme une pâte produisant des pressions interstitielles dans les remblais et rendant difficile la circulation des engins de chantier.

### 6.1.1.2 Argile de Lihons

Des échantillons ont été prélevés sur les stocks à l'intérieur du CSDNF [D8].

Tableau 26 : caractéristiques de compactage de l'argile de Lihons sur le projet

| Formation                | Essai Proctor Normal  | Teneur en eau (%)                    | Etat hydrique | IPI                     |
|--------------------------|---|--------------------------------------|---------------|-------------------------|
| Argile de Lihons (Stock) | $W_{nat} = 26,3 \%$<br>$W_{OPN} = 17,2 \%$<br>$\gamma_{d OPN} = 1,77 \text{ t/m}^3$ | < 15,5<br>15,5 à 18,9<br>18,9 à 22,4 | s<br>m<br>h   | > 13<br>13 à 6<br>6 à 2 |

Compacté à 95% de l'OPN avec une teneur en eau est de 17,45%, la perméabilité en laboratoire atteint  $3,8.10^{-10}$  m/s.

On rappelle que les tests sur le casier n°1 (§4.2.3.2) ont mis en évidence une perméabilité au plus égale à  $2,1.10^{-10}$  m/s donc inférieure à la limite de perméabilité réglementaire qui est de  $1.10^{-9}$  m/s.

Ce matériau argileux a fait l'objet d'études d'identification physique et de géométrie de gisement [D9] à partir d'échantillons prélevés sur le gîte même des argiles. Les résultats sont consignés en annexe 3.

## 6.1.2 Usages des matériaux

La craie sur site est utilisée par compactage pour le fond de forme et les flancs du projet.

Quant à l'argile de Lihons, après compactage, elle est destinée à un usage en reconstitution de la couche imperméable de la barrière passive du CSDNF.

## 6.2 BARRIERE PASSIVE DU PROJET

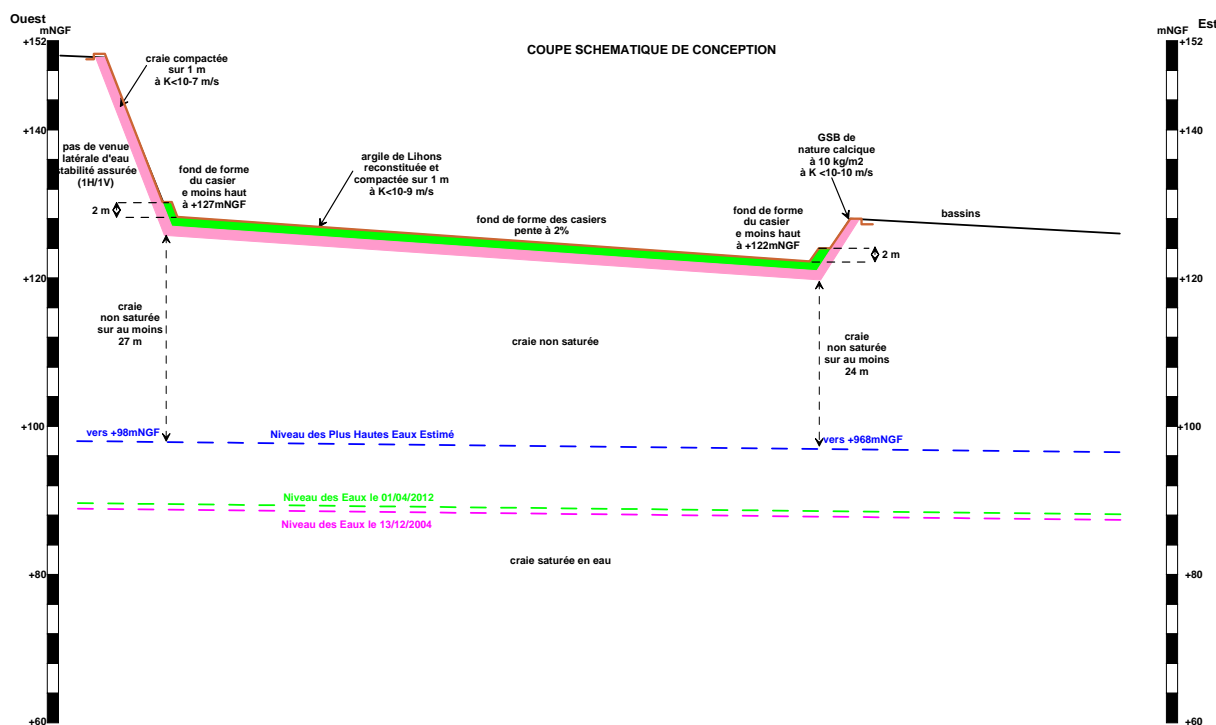
La barrière de sécurité passive sera établie à partir de l'argile de Lihons compactée sur le fond de forme créé à partir de craie elle-même compactée.

Les plus hautes eaux de la nappe de la craie estimées se situent à environ 24 et 27 mètres de profondeur par rapport au fond de forme, respectivement à l'Est du casier le plus bas situé à +122mNGF (casiers n°2 et n°3), et +127mNGF à l'Ouest des casiers (casiers n°1 et n°5).

Ce fond de forme sera donc placé très largement au-dessus de ces plus hautes eaux, et ces dernières ne risqueront donc pas de solliciter la barrière passive reconstituée.

Cet aspect fait l'objet d'une note d'équivalence présentée hors rapport, conformément au guide de recommandation à l'usage des tiers experts pour l'évaluation de l'équivalence en étanchéité passive de centres de stockage.

Figure 49 : coupe schématique de conception



## **6.3 ETUDE DE STABILITE ET DE TASSEMENT**

RINCENT BTP a effectué les études géotechniques de stabilité au glissement pour les cas les plus pénalisants, à savoir :

- en phase provisoire : le talus en déblai total du flanc Ouest (alvéole n°3 du casier n°1),
- en phase définitive : les flancs Est en déblai/remblais et le flanc Nord en remblais.

Les paramètres des simulations du modèle géotechnique (méthode des tranches de Bishop avec ligne de rupture de type circulaire), TALREN version 2.0.4, ont été choisis pour répondre aux situations les plus pénalisantes et sécuritaires (comme les valeurs de cohésion et d'angle de frottement interne des sols les plus faibles).

En phase provisoire, la coupe simulée avec un angle de 1/1, une hauteur de 26m, et la contrainte de surcharge (50 kPa) liée au bâtiment de pesée du projet, peut être retenue. Cette géométrie peut être appliquée à l'ensemble du projet.

En phase définitive, la digue exécutée à partir de matériau crayeux du site (telle que définie dans le [D8]) vérifie la stabilité.

D'un point de vue des tassements, la configuration la plus pénalisante est celle envisagée à l'aplomb de l'alvéole n°8 du casier n°3 qui accueillera la hauteur de déchet la plus conséquente avec 36m.

Pour cette hauteur de déchets, le tassement absolu est évalué à 0,36m sous l'exploitation finale.

Le tassement sera moindre sur les autres alvéoles de ce casier (hauteur de déchets plus réduite), et pour l'alvéole n°7, ce tassement absolu ne sera que de 0,13m.

Pour assurer la pérennité du drainage des fonds de casier, la pente adoptée à 2% compense la déflexion de 0,2% susceptible d'être observée sous l'effet des tassements de fond de forme.

## **6.4 FAISABILITE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE DU PROJET**

### **6.4.1 Protection de la qualité des eaux souterraines**

La ressource en eau souterraine n'est pas vulnérable en raison de l'absence d'infiltration sous le projet. En effet, la mise en place dans les règles de l'art de la barrière passive et de la barrière active réglementaires est contrôlée et assure une protection de cette ressource vis-à-vis de l'exploitation du projet.

Les eaux souterraines de la nappe de la craie sous-jacentes au projet sont prélevées deux fois par an dans les piézomètres pour bénéficier d'analyses de contrôle de leur qualité.

### **6.4.2 Optimisation du réseau de contrôle piézométrique**

Le réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines initial formé de trois piézomètres (Pz1, Pz2 et Pz3) a été complété par un expert hydrogéologue via la mise en place de deux piézomètres supplémentaires en aval du projet pour permettre une surveillance optimale de la qualité de ces eaux.

Le pétitionnaire a installé une mesure en continu (avec un pas de temps resserré) afin de suivre précisément l'évolution de la surface de la nappe de la craie sous le projet.

Les premières données confirment globalement le gradient hydraulique souterrain observé sur les cartes piézométriques existantes.

### **6.4.3 Protection de la qualité des eaux de surface**

Il n'y a aucun réseau hydrographique permanent ou temporaire dans le bassin versant topographique du projet.

Le projet a mis en place une gestion séparative des eaux internes au CSDNF pour distinguer les eaux de ruissellement (voiries, parking, etc.) des eaux en contact avec les déchets (lixiviats).

Les eaux de surface du site sont récupérées via des fossés pour être orientées vers des bassins de filtration, de décantation, de stockage, puis d'infiltration, dimensionnés l'équivalent d'une pluie décennale.



Ces eaux pluviales bénéficient d'un contrôle de leur qualité avant d'être infiltrées dans le bassin affecté à cette fonction.

Quant aux lixiviats, ils bénéficient également d'un bassin de décantation puis un autre de stockage. Ils sont ensuite traités sur place. Les perméats sont retenus dans un bassin puis analysés avant d'être infiltrées dans un autre bassin prévu à cet effet. Les concentrés sont évacués vers un centre spécialisé.

La surface de la nappe de la craie s'établit en hautes eaux à environ vingt cinq mètres de profondeur du fond de forme, et il n'y a pas de venues d'eaux latérales.

L'effet du projet sur les eaux de surface en aval est nul.

## **7 CONCLUSION**

Le projet est implanté sur la commune d'Hardivillers dans une ancienne carrière de craie phosphatée, globalement orientée Est-Ouest.

Le fond de forme du projet est prévu entre +122 et +129mNGF alors que le terrain naturel sur la portion les plus hautes, soit à l'Ouest, s'établit vers +150mNGF.

La craie d'âge Sénonien constitue le substratum du projet et de cette région de bordure Sud du bassin hydrographique de la Somme, surmonté sur les coteaux et sur les plateaux par des limons. Aucune structure géologique cassante n'est présente dans le secteur du projet.

Cette formation crayeuse abrite la nappe d'eau souterraine qui circule lentement sous le projet vers l'Est, soit en direction du bourg de Breteuil à environ 4 kms où le cours de la Noye s'écoule.

Le niveau des plus hautes eaux de cette nappe de la craie est estimé vers +98mNGF à l'Ouest et +96mNGF à l'Est, et laisse ainsi une zone non saturée d'environ une trentaine de mètres sous le projet.

Aucun captage d'eau destinée à la consommation humaine n'est situé dans le bassin versant hydrogéologique du projet, soit entre ce dernier et la Noye.

Les études générales confirment l'intérêt du positionnement du projet en l'absence prévisible de risques naturels sur le site, et de l'aptitude géologique et hydrogéologique.

Le site du projet ne répond pas naturellement aux prescriptions réglementaires en termes de barrière passive, en raison de l'absence de la couche supérieure imperméable de un mètre d'épaisseur avec une perméabilité inférieure à  $1.10^{-9}$  m/s, et de la couche d'atténuation de 5 mètres d'épaisseur avec une perméabilité inférieure à  $1.10^{-6}$  m/s.

Néanmoins, ce substratum présente une perméabilité relativement faible et proche du seuil réglementaire ( $10^{-6}$  m/s) hormis la tranche crayeuse superficielle plus déstructurée.

Le projet prévoit la reconstitution d'une barrière passive au moins équivalente pour compenser les déficiences géologiques locales et permettre ainsi de répondre aux exigences réglementaires, sous réserve :

- d'apposer une couche de craie compactée avec une perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s ;
- de reconstituer une couche imperméable à partir de l'argile compactée provenant de Lihons, avec une perméabilité inférieure à  $1.10^{-9}$  m/s sur la craie compactée ;
- de renforcer cette couche argileuse par la mise en place d'un Géocomposite Bentonitique (GSB) de nature calcique à  $10 \text{ kg/m}^2$  de perméabilité inférieure à  $1.10^{-10}$  m/s
- de modeler les flancs pour obtenir une pente de un pour un avec de la craie compactée à perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s, surmontée par le GSB ; seuls les deux mètres de hauteur réglementaires formant le pourtour des casiers et constitués d'argile de Lihons compactée viendront s'intercaler entre la craie et le GSB.

Sur cette barrière passive reconstituée viendra s'appliquer la barrière active réglementaire assurant en outre le drainage des déchets vers les puits de pompage de lixiviats. Ces derniers seront traités sur le site du projet.

Nanterre, novembre 2013

Pierre-Vincent PETIT

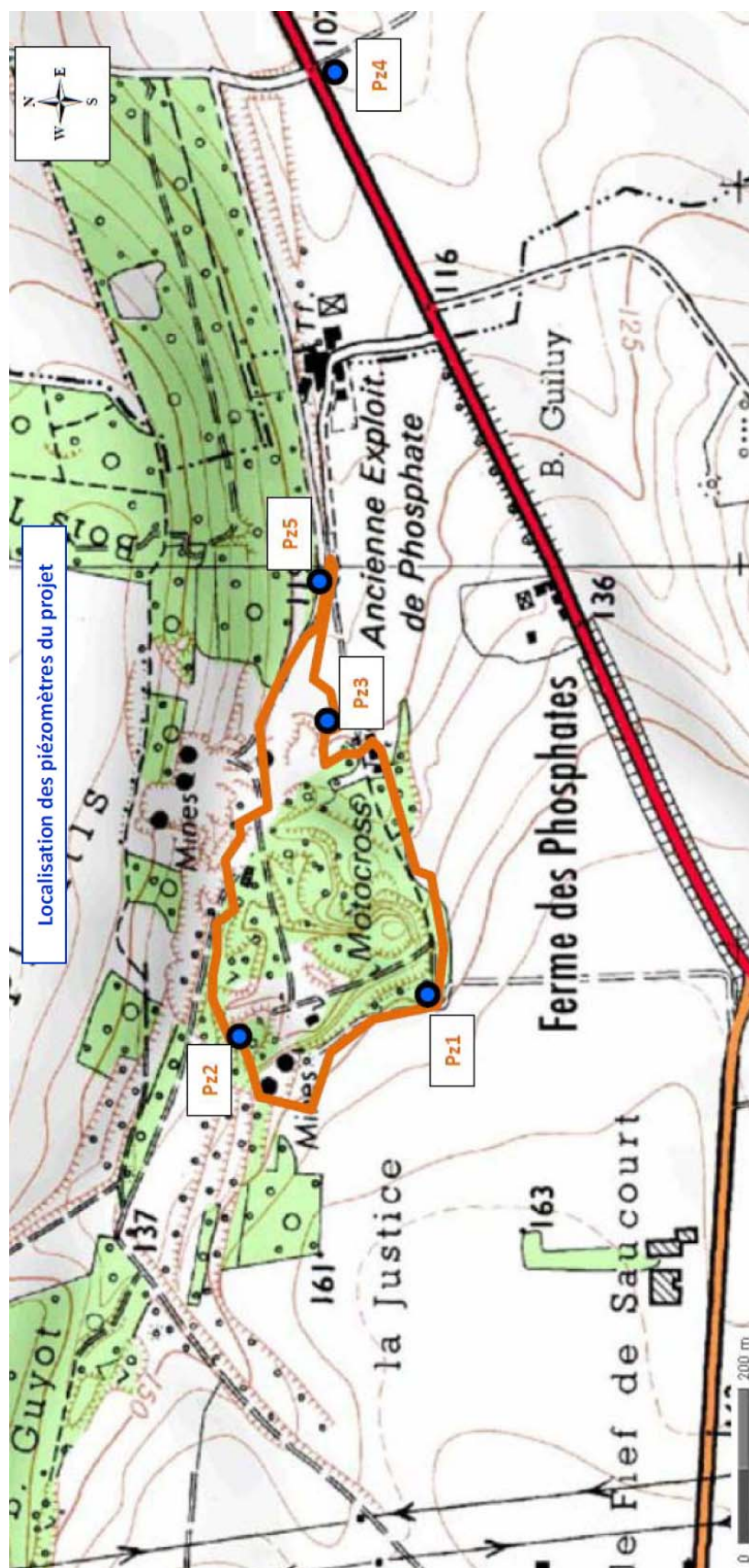
BARON Philippe

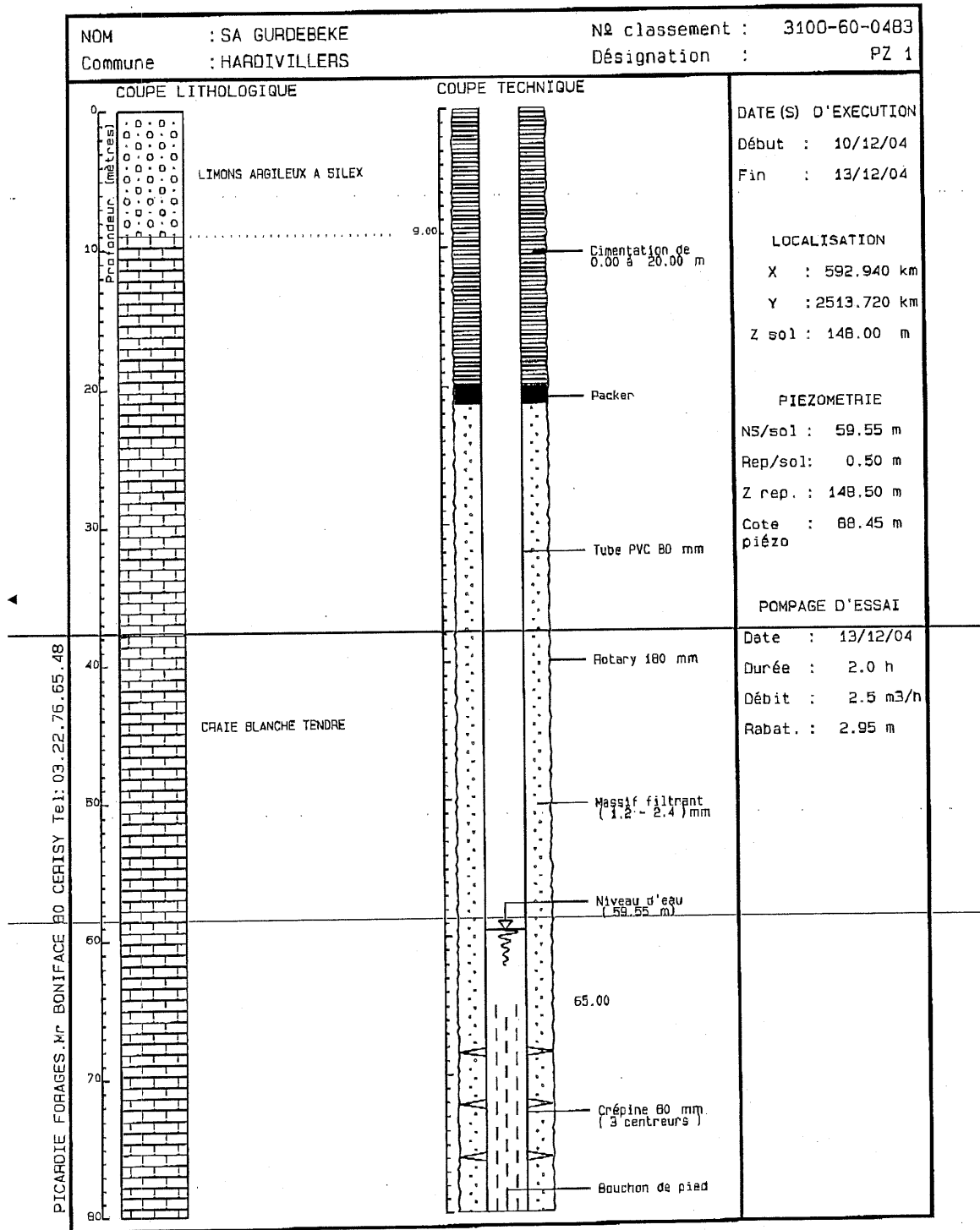
## **ANNEXES**

Annexe 1 : extrait de la légende de la carte géologique de Saint-Just-en-Chaussée, n°80 au  
 1/50000

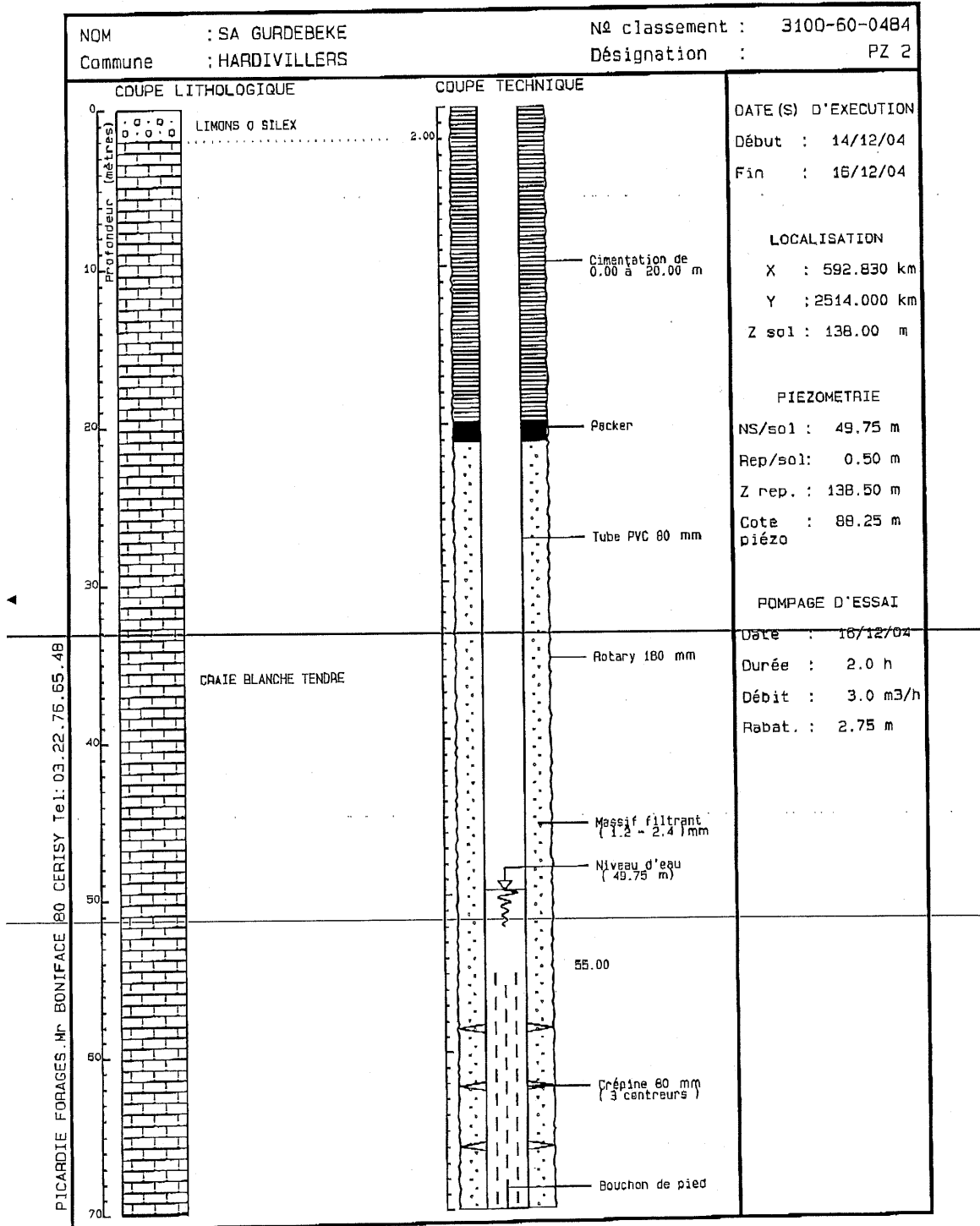
|  |  |
|--|--|
|  | Remblais   |
|  | Colluvions de fond de vallée sèche   |
|  | Colluvions de pente  |
|  | Alluvions modernes : sables, argiles, localement lits de tourbe                              |
|  | Limos des plateaux   |
|  | Limos sableux  |
|  | Limos à silex  |
|  | Limos de pente   |
|  | Limos de pente sableux   |
|  | Limos de pente à silex   |
|  | Formation résiduelle à silex<br>* - notation ponctuelle                                      |
|  | Placages résiduels de galets thanétiens  |
|  | Thanétien supérieur : sable ou argile à galets avellanaires                                  |
|  | e2G - Sable ou argile à galets avellanaires  |
|  | e2 - Sables de Bracheux  |
|  | Galets avellanaires abondants dans des formations autres que thanétiennes                    |
|  | Blocs de grès épars provenant du Thanétien supérieur   |
|  | Galets verdifs de la base du Thanétien, abondants  |
| <p>Biozones caractérisées par l'étude des Foraminifères (a - b - c - d - e - f - g - h)      Equivalence stratigraphique approximative</p> |  |
|  | g, h C6 Campanien inférieur : à la base craie phosphatée, puis craie blanche à silex         |
|  | d, e, f C5 Santonien : craie sans silex, localement phosphatée (Hardivillers)                |
|  | a, b, c C4 Coniacien : craie blanche à silex passant localement à des calcaires dolomitiques |
|  | C3 Turonien supérieur : craie blanche  |
| <b>Facès particuliers dans la craie</b>  |  |
|  | Craie phosphatée   |
|  | Craie jaune criblée  |
|  | Craie noduleuse, indurée dite "à durillons", grise à jaune                                   |
|  | Calcaires bruns spathiques plus ou moins dolomitiques  |

Annexe 2 : localisation et coupe lithologique des piézomètres du projet



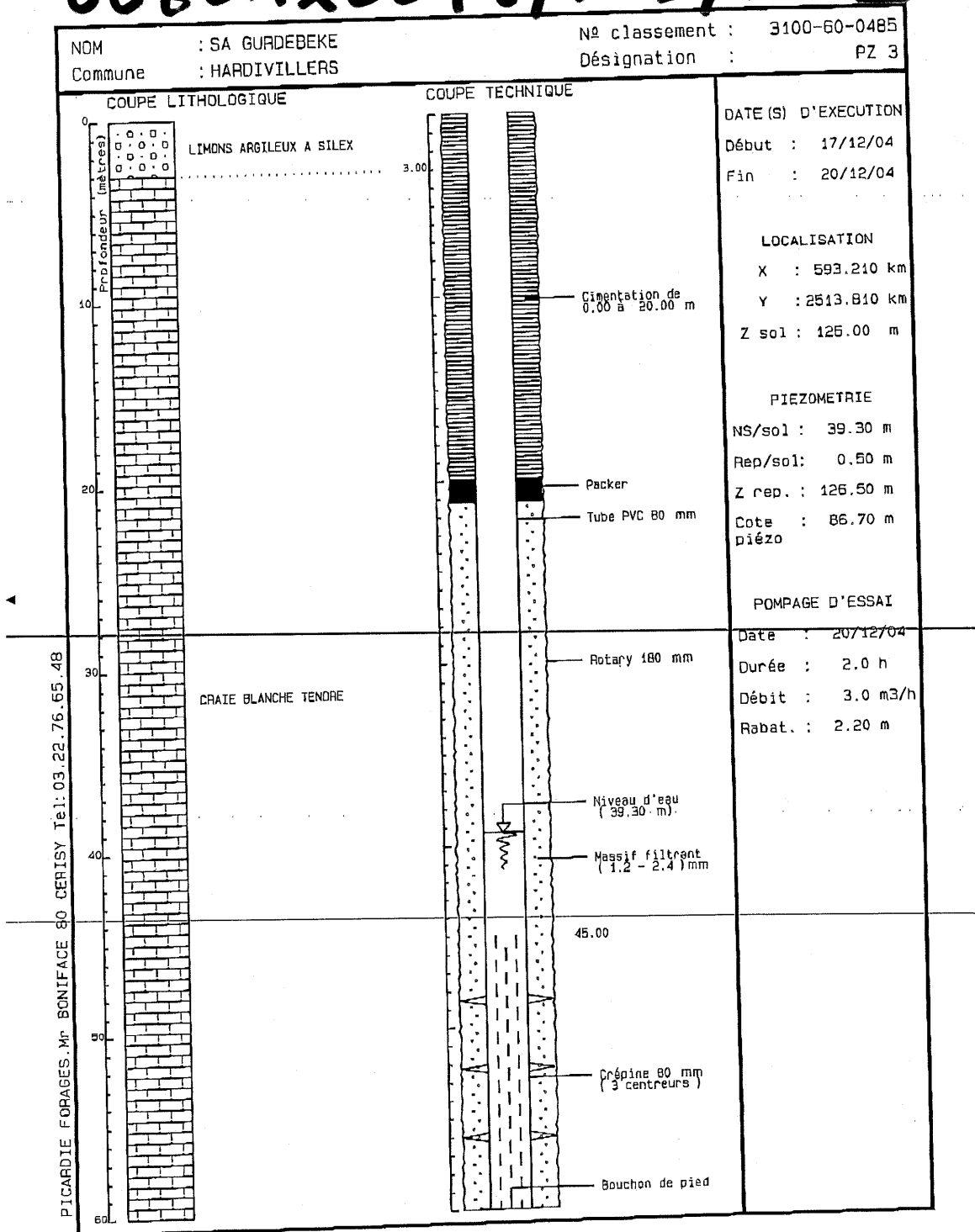


00801X0046/P21/RC-1

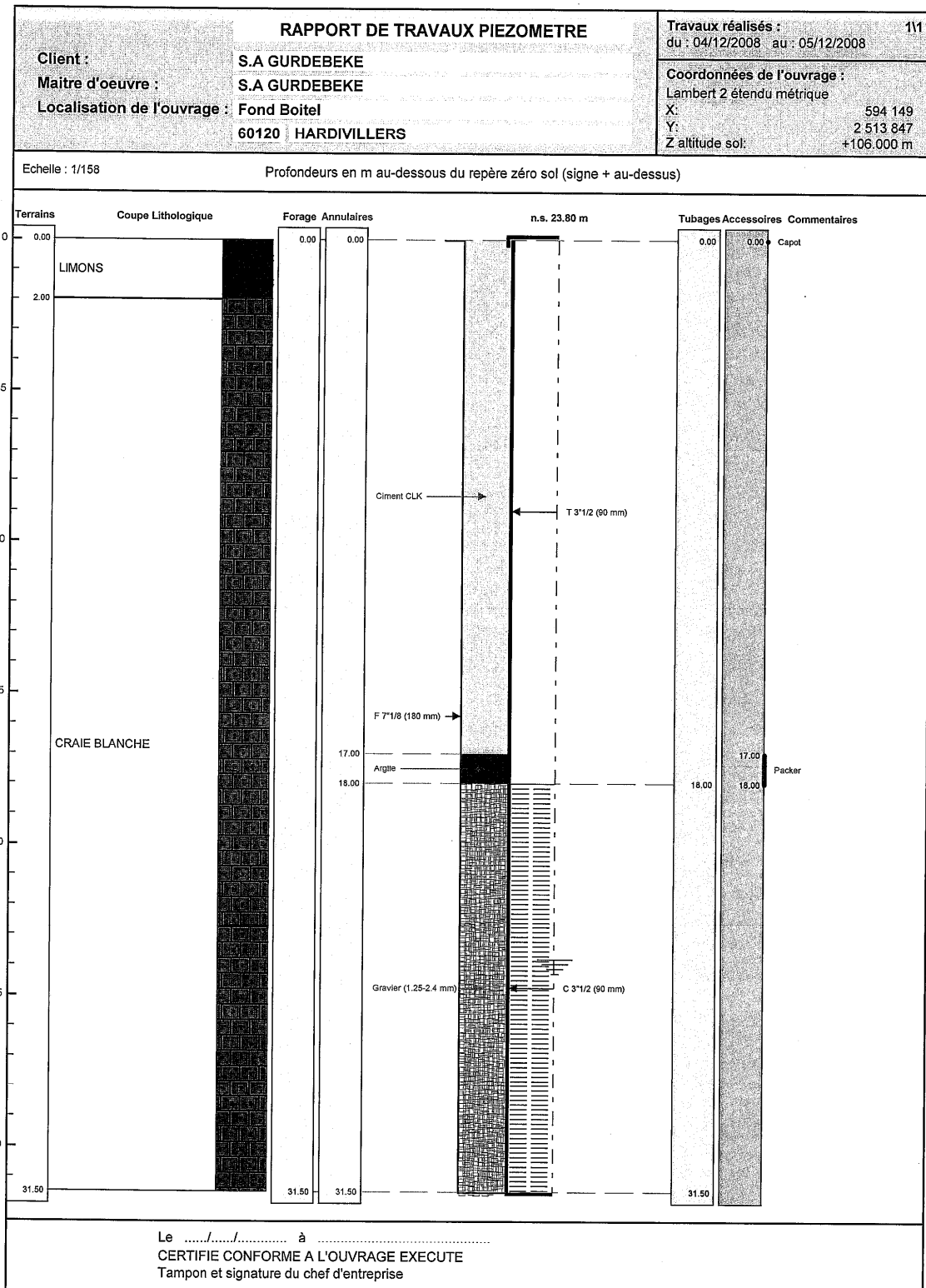


00801X0047/PZ2/RC-1

00801x0048/P23/RC-1







Lambert 2 étendu métrique X: 594 149 Y: 2 513 847 Z: +106.000 m

PAGE: 3

0080 2x0080/P22008/RC-3

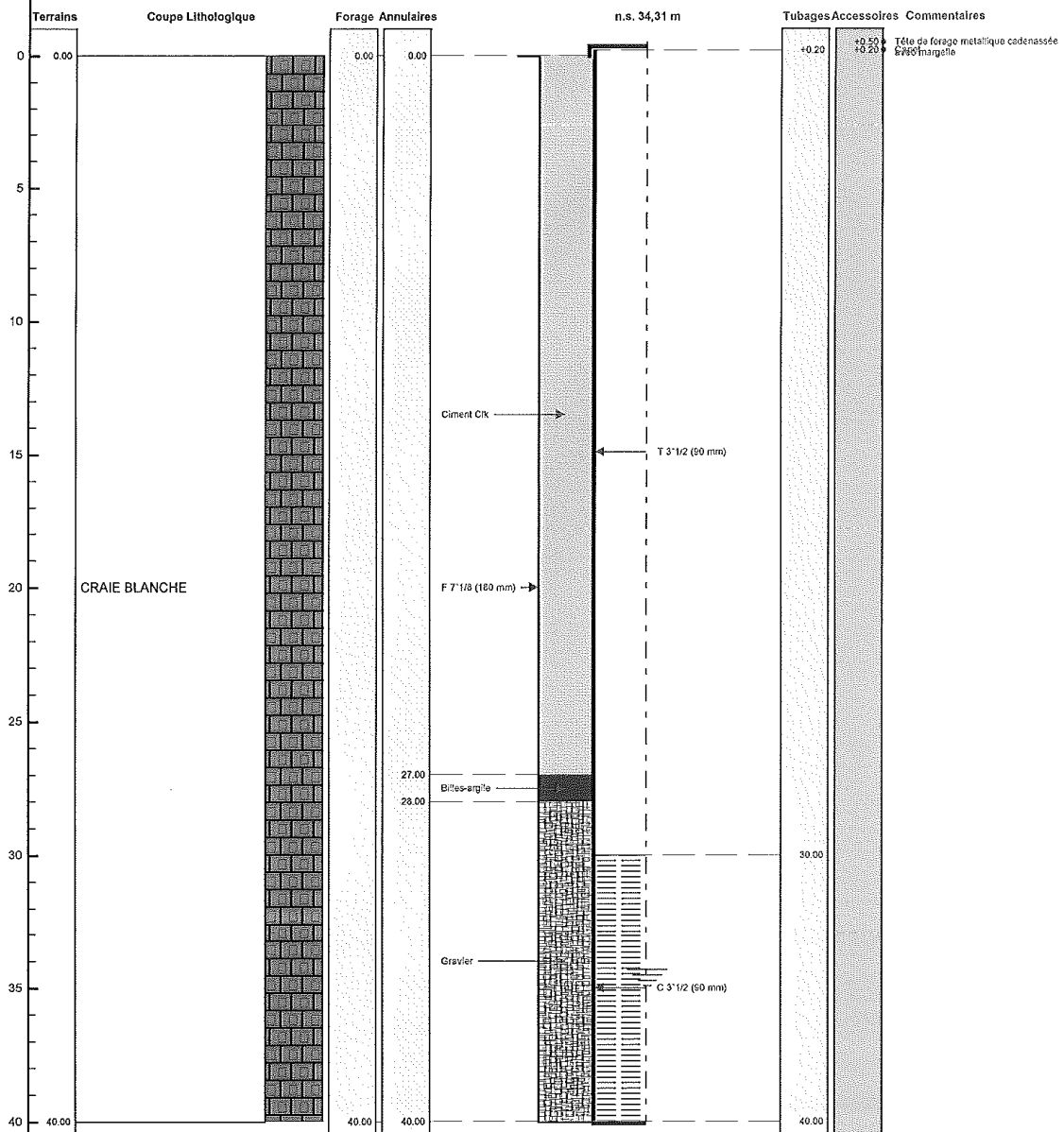
00802X0087

|                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| Code BSS : 00802X0087 / PZ5 | <b>RAPPORT DE TRAVAUX : PIEZOMETRE</b>                        | Travaux réalisés : 111<br>du : 10/10/2011 au : 11/10/2011  |
| Client :                    | SA GURDEBEKE  | Coordonnées de l'ouvrage :<br>Lambert 2 étendu métrique<br>Longitude (X): 593 618<br>Latitude (Y): 2 513 887<br>Altitude sol (Z): +130,000 m |
| Maitre d'oeuvre :           | SA GURDEBEKE  |  |
| Localisation de l'ouvrage : | CARRIERE DE PHOSPHATE / SECTION ZR N°65<br>60120 HARDIVILLERS |  |

Echelle : 1/204

Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



Le ..... à .....  
CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE  
Tampon et signature du chef d'entreprise

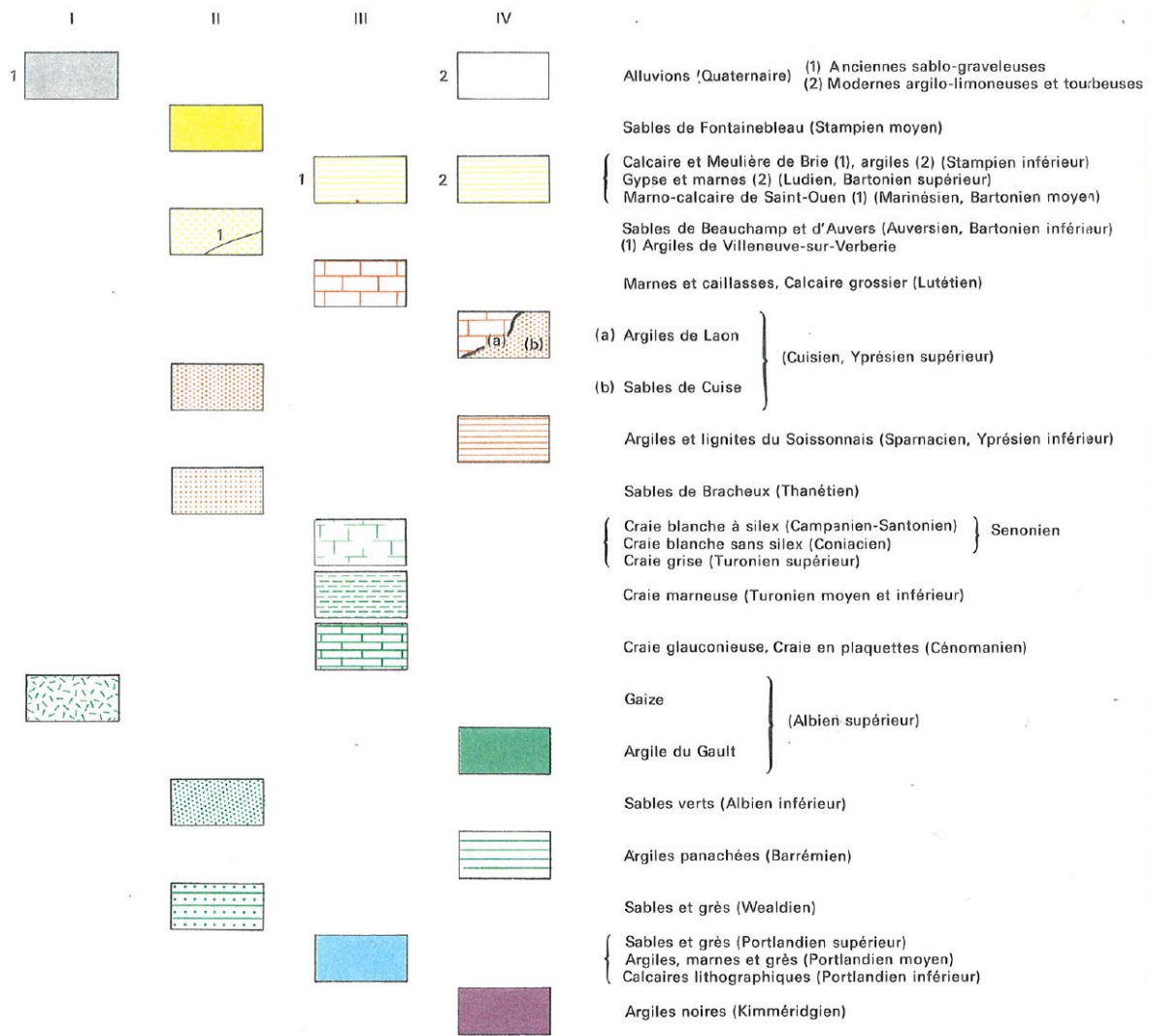
Lambert 2 étendu métrique Long.: 593 618 Lat.: 2 513 887 Alt.: +130,000 m

PAGE: 3

### Annexe 3 : extrait de la légende de la carte hydrogéologique de l'Oise de 1979

|   |   |  |                          |  |                              |   |   |
|---|---|--|--------------------------|--|------------------------------|---|---|
| I Terrains à perméabilité d'interstices élevée  |   | II Terrains à perméabilité d'interstices faible ou variable                            |                          | III Terrains à perméabilité de fissures – élevée sous les vallées humides ou sèches<br>– moyenne ou faible sous les plateaux |                              | IV Terrains peu perméables  |   |
|   | Contour géologique  | 1  | 2                        | 1  | 2                            | 1   | 2 |
|   | Axe anticlinal  |  |                          | Axe synclinal  |                              |   |   |
| 1   | Courbes d'égales altitudes du tort de la craie (1) et faille supposée | ● 7-86   |                          | Sondage géologique caractéristique avec indice B.R.G.M.  |                              |   |   |
| <b>HYDROGRAPHIE</b>   |   |  |                          |  |                              |   |   |
| 1   | 2   | Cours d'eau : (1) pérenne (2) temporaire   |                          |  |                              | Canal navigable   |   |
|   |   | Etang  |                          |  |                              | Ligne de partage des eaux superficielles  |   |
| Tous les signes sont accompagnés de l'indice B.R.G.M. ( ● 6-71 ● 8-51 )   |   |  |                          |  |                              |   |   |
| 1   | 2   | 3  | 4                        | 1  | 2                            | 3   | 4 |
| Sources   |   | Sources  |                          | Sources  |                              | Sources   |   |
| 1   |   | 2  |                          | 708  |                              | Pluviométrie  |   |
| Station de jaugeage avec n° CE ou n° SRAE : 1 permanente 2 périodique   |   |  |                          | 58-76  |                              | Cressonnière  |   |
|   |   | Pisciculture   |                          |  |                              |   |   |
| <b>EAUX SOUTERRAINES</b>  |   |  |                          |  |                              |   |   |
|   |   | Courbe isopièze (égale altitude de la nappe) équidistance 10 m, avec sens d'écoulement |                          |  |                              | Ligne de partage des eaux souterraines  |   |
| Ouvrages de captages  |   |  |                          |  |                              |   |   |
|   | Puits forage  |  | Puits artésien           |  | Source captée                | Utilisation de l'eau  |   |
|   | A.E.P. communale  |  | A.E.P. d'un syndicat     |  | industrielle                 | A.E.P. communale  |   |
|   | agricole  |  | particulier ou collectif |  | Embouteillage (eau de table) | A.E.P. d'un syndicat  |   |
|   | ouvrage de reconnaissance   |  |                          |  |                              | industrielle  |   |
|   |   |  |                          |  |                              | agricole  |   |
|   |   |  |                          |  |                              | particulier ou collectif  |   |
|   |   |  |                          |  |                              | Embouteillage (eau de table)  |   |
|   |   |  |                          |  |                              | ouvrage de reconnaissance   |   |
| Tous les signes sont accompagnés de l'indice B.R.G.M. ( ● 7-14 ● 2-73 ) et ceux qui sont barrés correspondent à des ouvrages abandonnés. ( ● 2-99, ● 1-25 ) |   |  |                          |  |                              |   |   |
| 1   | 2   | Piézomètre avec indice B.R.G.M. 1 en service 2 abandonné                               |                          | 1  | 2                            | Captages groupés avec indice B.R.G.M. des captages et symbole d'utilisation principale de l'eau 1 A.E.P. 2 Industriel |   |
| Principales zones hydrogéologiquement favorables, à préserver   |   |  |                          |  |                              | Champ captant   |   |
| <b>RISQUES DE POLLUTION DES EAUX</b>  |   |  |                          |  |                              |   |   |
|   | Bassin de lagunage  |  |                          | Principaux dépôts d'hydrocarbures  |                              |   |   |
|   | Industrie chimique  |  |                          | Industrie métallurgique  |                              |   |   |
|   | Industrie alimentaire   | 1  | 2                        | Dépôts d'ordures 1 contrôlés 2 non contrôlés   |                              |   |   |
|   | Station d'épuration   |  |                          | Ballastière  |                              |   |   |
|   | Zone industrielle ou d'activité                                       |  |                          |  |                              |   |   |
|   | Stockage souterrain de gaz naturel                                    |  |                          |  |                              |   |   |
|   | Coupure de feuille IGN à 1/50 000 et son N°                           |  |                          |  |                              |   |   |

**GÉOLOGIE**



Annexe 4 : résultats des études d'identification physique de l'argile de Lihons

*Matériaux Routiers Modernes - Reconnaissance d'un gisement d'argile - LIHONS (80)*

**MATERIAUX ROUTIERS MODERNES  
LIHONS (80)**

**LIHONS (80)**

**CARACTERISATION GEOMETRIQUE D'UN GISEMENT  
D'ARGILE-IDENTIFICATION PHYSIQUE DU MATERIAU**

---

**Janvier 1996  
A 05117**

**Annexe III**

**Compte rendu de l'intervention du 02/10/1995**

**ANTEA - A 05117**

Matériaux Routiers Modernes - Reconnaissance d'un gisement d'argile - LIHONS (80) Annexe III



**ANTEA**



Société : Matériaux Routiers Modernes  
24, rue Nagot  
80320 LIHONS  
Attention : M. Berdon

Fax : 22.85.41.11

Direction Nord  
Agence Nord Pas de Calais  
Fort de Lezennes  
59260 Lezennes  
Tél : 20 43 25 55  
Fax : 20.05.54.87

Expéditeur : J-G GAILLARD

Date : 11.10.95

Nombre de pages (y compris celle-ci) : 2

Objet: Reconnaissance de la couverture de votre carrière de la route de Méharicourt

Monsieur,

Vous voudrez bien trouver ci-joint notre compte-rendu résumé des travaux de reconnaissance que nous avons réalisés sur la couverture de votre carrière située route de Méharicourt à Lihons.

Les sondages ont été effectués, au nombre de huit, le lundi 2 Octobre, à l'aide d'une pelle hydraulique mise à disposition par votre entreprise.

Ces travaux ont été implantés dans la zone située à l'ouest de votre excavation, cultivée cette année en maïs. La partie prospectée lors de cette campagne est de forme triangulaire; limitée au Nord par la ligne électrique moyenne tension, au Sud par une pièce cultivée en betteraves, actuellement non récoltée. La limite Est, est constituée par votre carrière.

La surface de cette partie reconnue est de l'ordre de 19000 m<sup>2</sup>. D'après les indications que vous nous avez fournies sur le terrain, elle représente environ le quart de la surface totale qu'il est encore autorisé d'exploiter. Cette partie restant, inaccessible en ce moment (présence de betteraves) sera reconnue ultérieurement.

Les sondages ont atteint une profondeur maximale de 5.70 m. Dans certains cas ceci n'a pas permis de traverser en totalité la couverture du matériau que vous exploitez actuellement.

Dans sept sondages sur huit, il a été rencontré de l'eau à des profondeurs variables, variant entre 3.00 et 4.60 m sous le niveau du sol.

Les coupes géologiques de terrains rencontrés ont été levées. Des échantillons de matériaux ont été prélevés. Ces échantillons ont été analysés afin de déterminer le caractère argileux des sols trouvés. D'autre part deux essais de perméabilité ont été réalisés en laboratoire selon la méthode au bâti oedométrique. On a également mesuré la teneur en eau de chacun de ces échantillons, 36 au total.

Ces essais ont permis de classer les sols en trois grandes catégories:

- les terrains de sub-surface, terre végétale, limons, graviers; de perméabilité élevée,
- les terrains à caractère silteux à silto-argileux, classifiés A3 selon le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, de perméabilité moyenne,
- les terrains à caractère argileux à silto-argileux, classifiés A4 selon la L.C.P.C.

La première catégorie a été déterminée par simple analyse visuelle. Les deux suivantes ont été quant à elles déterminées par des essais de réactivité au bleu de Méthylène.

Les prélèvements d'une même catégorie de terrain ont été ensuite mélangés, homogénéisés et compactés, afin de constituer un échantillon qui a été testé par un essai de perméabilité au bâti oedométrique.

ANTEA - A 05117



**Matériaux Routiers Modernes - Reconnaissance d'un gisement d'argile - LHONS (80) Annexe III**

Concernant les essais de perméabilité, on a obtenu:

- pour les terrains à caractère silteux à silto-argileux, de type A3, une perméabilité de 3.10-7 m/s.
- pour les terrains à caractère argileux à silto-argileux, de type A4, une perméabilité de 8.10-10 m/s.

Les épaisseurs constatées lors des sondages, n'ont pas permis de déterminer avec précision l'épaisseur de la couche de matériaux argileux de perméabilité inférieure à  $K=1.10^{-10}$  m/s, matériaux que vous recherchez. D'autre part on a pu constater que l'épaisseur et la nature des matériaux pouvait varier latéralement. Pour ces raisons il n'a pu être fait qu'une estimation d'un volume minimal de matériau de perméabilité inférieure à  $K=1.10^{-10}$  m/s dans la partie reconnue.

Ce volume peut ainsi être estimé à 25000 mètres cubes.

Il est à noter que l'on peut rencontrer localement des sur épaisseurs, ou des lentilles de matériaux de perméabilité intéressante, isolées dans des niveaux de caractéristiques moins satisfaisantes (matériau A4 dans du matériau A3). Ceci pourra conduire en cas d'exploitation très soignée de ces niveaux à une augmentation intéressante du volume disponible.

Ces informations seront à confirmer comme nous en avons convenu par la reconnaissance de la partie plantée en betteraves, après récolte.

Nous conseillons comme nous vous l'avons indiqué la réalisation, sur le site d'utilisation de ces matériaux et avec le matériel adéquat destiné à sa mise en oeuvre, d'une planche d'essais avec mesures de densités; teneur en eau et perméabilité.

Notre rapport final vous parviendra prochainement, en confirmation de ce compte-rendu sommaire préliminaire.

Restant à votre disposition à ce sujet,

Salutations

Jean-Georges GAILLARD  
Ingénieur Géotechnicien  
ANTEA  
Agence de Lille



Société d'Ingénierie et de conseil du groupe BRGM  
Siège Social : BP 6119 - 45061 Orléans cedex 2 France

Eau Environnement Géotechnique  
Informations et messagerie : 36 17 ANTEA BRGM

ANTEA - A 05117



Matériaux Routiers Modernes - Reconnaissance d'un gisement d'argile - LIONS (80) Annexe III

| Etude : Matériaux Routiers Modernes LIONS (80) |         |                |      | Fouilles exécutées le 02/10/85                                     |     |     |      |
|--|---------|----------------|------|--|-----|-----|------|
| Venus d'eau                                    | Fouille | Profondeur (m) |      | Nature   | VV% | GTR | VB%  |
| 4.80   | A       | 0.00           | 0.30 | terre végétale   |     |     |      |
|  |         | 0.30           | 2.40 | silt brun sableux  | 22  |     |      |
|  |         | 2.40           | 2.80 | gravier de silex, matrice silto-argileuse                          |     |     |      |
|  |         | 2.80           | 4.80 | sable fin brun verdâtre  | 23  |     |      |
|  |         | 4.80           | 5.00 | sable fin silteux vert   | 23  |     |      |
|  |         | 5.00           | 5.20 | sable fin légèrement argileux vert                                 | 24  |     |      |
| 4.50   | B       | 5.20           | 5.30 | argile verte   | 33  | A4  | 14.4 |
|  |         | 0.00           | 0.40 | terre végétale   |     |     |      |
|  |         | 0.40           | 3.60 | silt brun sableux  |     |     |      |
|  |         | 3.60           | 3.70 | gravier de silex, matrice silto-sableuse                           |     |     |      |
|  |         | 3.70           | 4.50 | argile sableuse brun verdâtre bariolée rouille                     | 19  | A2  | 4.4  |
|  |         | 4.50           | 5.10 | sable fin silto-argileux brun verdâtre                             | 26  |     |      |
| 4.00   | C       | 5.10           | 5.30 | sable silto-argileux brun verdâtre très coquillé                   | 27  |     |      |
|  |         | 5.30           | 5.80 | sable fin silteux verdâtre   | 24  |     |      |
|  |         | 0.00           | 0.40 | terre végétale   |     |     |      |
|  |         | 0.40           | 1.90 | silt brun sableux  |     |     |      |
|  |         | 1.90           | 2.40 | gravier de silex, matrice silto-argileuse                          |     |     |      |
|  |         | 2.40           | 2.60 | argile très sableuse verte bariolée rouille                        | 20  |     |      |
| 9.00   | D       | 2.60           | 4.00 | sable fin vert bariolé rouille                                     | 23  | B6  | 3.4  |
|  |         | 4.00           | 4.70 | argile silto-sableuse verdâtre                                     | 30  | A3  | 7.4  |
|  |         | 4.70           | 4.90 | argile silto-sableuse verdâtre à débris coquillés                  | 35  |     |      |
|  |         | 4.90           | 5.30 | argile verte   | 36  |     |      |
|  |         | 5.30           | 5.70 | silt sable-argileux vert clair à lits argileux                     | 33  |     |      |
|  |         | 0.00           | 0.30 | terre végétale   |     |     |      |
| sec  | E       | 0.30           | 0.60 | silt brun sableux  |     |     |      |
|  |         | 0.60           | 1.00 | gravier de silex, matrice silto-argileuse                          |     |     |      |
|  |         | 1.00           | 3.20 | sable fin brunâtre bariolé rouille                                 | 22  |     |      |
|  |         | 3.20           | 3.90 | argile silto-sableuse verdâtre, traces de lignite                  | 30  | A4  | 9.1  |
|  |         | 3.90           | 4.10 | argile silteuse brunâtre à lignite                                 | 39  |     |      |
|  |         | 4.10           | 4.60 | silt sable-silteux vert clair                                      | 32  |     |      |
| drain à 1,00m                                  |         | 0.00           | 0.40 | terre végétale   |     |     |      |
|  |         | 0.40           | 0.50 | gravier de silex, matrice silteuse                                 |     |     |      |
|  |         | 0.50           | 0.90 | sable fin brunâtre bariolé rouille                                 | 14  |     |      |
|  |         | 0.90           | 1.00 | gravier de silex, matrice sableuse                                 |     |     |      |
|  |         | 1.00           | 1.20 | argile silto-sableuse verte bariolée rouille                       | 32  |     |      |
|  |         | 1.20           | 1.60 | argile silteuse brunâtre bariolée rouille                          | 35  |     |      |
| 3.00   | F       | 1.60           | 3.20 | argile silto-sableuse verdâtre bariolée jaune et rouille           | 37  | A4  | 9.2  |
|  |         | 3.20           | 3.90 | argile sableuse brunâtre à lignite                                 | 30  |     |      |
|  |         | 3.90           | 4.00 | sable blanc bariolé core et rouille                                | 11  |     |      |
|  |         | 0.00           | 0.40 | terre végétale   |     |     |      |
|  |         | 0.40           | 1.50 | silt brun sableux  |     |     |      |
|  |         | 1.50           | 1.80 | gravier de silex, matrice silto-argileuse                          |     |     |      |
| 4.60   | G       | 1.80           | 2.10 | sable fin légèrement argileux vert bariolé rouille                 | 20  |     |      |
|  |         | 2.10           | 3.00 | sable fin silteux vert   | 21  |     |      |
|  |         | 3.00           | 3.80 | argile très silto-sableuse verte bariolée rouille et brun chocolat | 29  |     |      |
|  |         | 3.80           | 4.20 | argile verte   | 35  | A4  | 14.1 |
|  |         | 4.20           | 4.80 | argile silto-sableuse vert clair                                   | 34  | A4  | 10.5 |
|  |         | 0.00           | 0.30 | terre végétale   |     |     |      |
| 3.70   | H       | 0.30           | 2.80 | silt sableux brun  |     |     |      |
|  |         | 2.80           | 3.10 | gravier de silex, matrice silto-sableuse                           |     |     |      |
|  |         | 3.10           | 3.30 | sable fin roux   | 22  |     |      |
|  |         | 3.30           | 4.70 | argile sable-silteuse verte  | 29  | A4  | 8.6  |
|  |         | 4.70           | 4.80 | sable argileux brunâtre à débris coquillés et lignite              | 48  |     |      |
|  |         | 4.80           | 5.10 | argile verte bariolée rouille                                      | 38  |     |      |
| 4.80   |         | 5.10           | 5.20 | argile vert clair à fines sableux                                  | 34  |     |      |
|  |         | 0.00           | 0.30 | terre végétale   |     |     |      |
|  |         | 0.30           | 2.30 | silt brun sableux  |     |     |      |
|  |         | 2.30           | 2.40 | gravier de silex, matrice argilo-sableuse                          |     |     |      |
| 4.80   |         | 2.40           | 4.60 | sable fin vert bariolé rouille                                     | 20  | B5  | 0.8  |
|  |         | 4.60           | 4.90 | argile sable-silteuse verte bariolée rouille, traces brun chocolat | 31  |     |      |
|  |         | 4.90           | 5.00 | argile sable-silteuse brunâtre à lignite                           | 43  |     |      |

ANTEA - A 05117



**MATERIAUX ROUTIERS MODERNES  
LIHONS (80)**

**LIHONS (80)**

**CARACTERISATION GEOMETRIQUE D'UN GISEMENT  
D'ARGILE-IDENTIFICATION PHYSIQUE DU MATERIAU**

---

**Janvier 1996  
A 05117**

**Annexe IV**

**Résultats des essais de l'intervention du 11/01/1996**

**ANTEA - A 05117**

Matériaux Routiers Modernes - Reconnaissance d'un gisement d'argile - LIHONS (60) Annexe IV

Intervention du 11 janvier 1996

| Forage | Profondeur m   | Niveau  | WK             | VSD     | Forage | Profondeur m   | Niveau  | WK             | VSD |
|--------|--|---|----------------|---------|--------|--|---|----------------|-----|
| F1     | 0-0,4<br>0,4-2,9<br>2,9-5,9<br>5,9-4,9<br>4,9-6,8<br>6,8-7,0                       | terre végétale<br>arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale | 31<br>28<br>48 | 12      | F8     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | terre végétale<br>arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale | 31<br>34<br>58 |     |
| F2     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 36<br>34<br>58 |         | F9     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 36<br>34<br>58 |     |
| F3     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 37<br>37<br>58 | 7       | F10    | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 39<br>38<br>58 | 7   |
| F4     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 37<br>37<br>58 |         | F11    | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 36<br>34<br>58 |     |
| F5     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 37<br>37<br>58 |         | F12    | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 36<br>34<br>58 | 16  |
| F6     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 37<br>37<br>58 | 7<br>14 | F13    | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 39<br>37<br>58 | 6   |
| F7     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 37<br>37<br>58 | 8       | F14    | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 39<br>37<br>58 | 18  |
| F8     | 0-0,4<br>0,4-1,4<br>1,4-1,9<br>1,9-2,8<br>2,8-3,8<br>3,8-4,8<br>4,8-6,8<br>6,8-7,0 | arg. subordonnée marneuse<br>arg. limoneuse grise<br>arg. brune à grise<br>terre végétale                   | 37<br>37<br>58 | 12      |        |  |   |                |     |

ANTEA - A 05117

**Matériaux Roulers Modernes - Reconnaissance d'un gisement d'argile - LIHONS (60) Annexe IV**

Essai de perméabilité à l'oedomètre sous charge variable  
échantillon intact

Etude : M.R.M. LIHONS

$$K \text{ ( m/s )} = 2.3e-2 * ((s * L) / (S * T)) * \log(h_0/h_1)$$

Date : Jan-96

|                           |            |                     |                   |
|---------------------------|------------|---------------------|-------------------|
| L éprouvette cm : 2.433   |            | <u>état initial</u> | <u>état final</u> |
| s capillaire cm2 : 0.0365 | pth g :    | 446                 | 197               |
| S éprouvette cm2 : 38.48  | pts g :    | 375                 | 152.1             |
| L0 éprouvette cm : 2.4    | pt g :     | 160                 | 27.2              |
| Nb div. 1/100e : 33       | pta g :    |                     |                   |
| correction lect. cm : 5   | pte g :    |                     |                   |
| Gs estimée kN/m3 : 26.5   | pb g :     |                     |                   |
|                           |            |                     |                   |
| Sondage : F1 à 16         | w % :      | 33.0%               | 35.9%             |
| Prof ( m ) :              | Gh kN/m3 : | 18.0                | 18.1              |
| Nature : Argile silteuse  | Gd kN/m3 : | 13.5                | 13.3              |
| Opérateur : E.Thoraval    | Sr % :     | 91.1%               | 96.6%             |

perméabilité verticale sous 5 kPa Kv : 2.5 E-10 m/s

| Lecture cm | Temps s | h cm  | K partiel m/s | K cumul m/s |
|------------|---------|-------|---------------|-------------|
| 58.70      | 0       | 63.70 |               |             |
| 54.10      | 3600    | 59.10 | 4.8E-10       | 4.8E-10     |
| 51.10      | 7080    | 56.10 | 3.5E-10       | 4.1E-10     |
| 48.60      | 10320   | 53.60 | 3.2E-10       | 3.9E-10     |
| 46.75      | 12960   | 51.75 | 3.1E-10       | 3.7E-10     |
| 43.60      | 17820   | 48.60 | 3.0E-10       | 3.6E-10     |
| 40.65      | 22920   | 45.65 | 2.8E-10       | 3.4E-10     |
| 38.85      | 26040   | 43.85 | 3.0E-10       | 3.3E-10     |
| 34.40      | 34380   | 39.40 | 3.0E-10       | 3.2E-10     |
|            |         |       |               |             |
| 57.10      | 0       | 62.10 |               |             |
| 36.60      | 30420   | 41.80 | 3.0E-10       | 3.2E-10     |
| 12.90      | 129420  | 17.90 | 2.0E-10       | 2.3E-10     |
|            |         |       |               |             |
| 58.40      | 0       | 63.40 |               |             |
| 29.65      | 54300   | 34.65 | 2.6E-10       | 2.6E-10     |
| 28.35      | 57900   | 33.35 | 2.4E-10       | 2.6E-10     |
| 25.65      | 65940   | 30.65 | 2.4E-10       | 2.6E-10     |
| 23.90      | 72180   | 28.90 | 2.2E-10       | 2.5E-10     |
| 22.00      | 78600   | 27.00 | 2.4E-10       | 2.5E-10     |
| 20.50      | 84180   | 25.50 | 2.4E-10       | 2.5E-10     |

ANTEA - A 05117

**Matériaux Routiers Modernes - Reconnaissance d'un gisement d'argile - LIHONS (80) Annexe IV**

Essai de perméabilité à l'oedomètre sous charge variable  
échantillon intact

Etude : M.R.M. LIHONS

$$K \text{ ( m/s )} = 2.3e-2 * ((s*L)/(S*T)) * \log(h_0/h_i)$$

Date : Jan-96

|                           |         |                     |                   |
|---------------------------|---------|---------------------|-------------------|
| L éprouvette cm : 2.595   |         | <u>état initial</u> | <u>état final</u> |
| s capillaire cm2 : 0.0894 | pth g : | 918                 | 211.2             |
| S éprouvette cm2 : 38.48  | pts g : | 730                 | 159.1             |
| LO éprouvette cm : 2.4    | pt g :  | 161                 | 28.9              |
| Nb div. 1/100e : 195      |         |                     |                   |
| correction lect. cm : 31  |         |                     |                   |
| Gs estimée kN/m3 : 26.5   |         |                     |                   |

|                         |            |       |        |
|-------------------------|------------|-------|--------|
| Sondage : F1 à F16      | W % :      | 33.0% | 40.0%  |
| Prof ( m ) :            | Gh kN/m3 : | 18.0  | 18.3   |
| Nature : Argile compact | Gd kN/m3 : | 13.5  | 13.0   |
| Opérateur : E.Thoraval  | Sr % :     | 91.1% | 102.7% |

perméabilité verticale sous 5 kPa    Kv :    9 E-11 m/s

| Lecture cm | Temps s | h cm  | K partiel m/s | K cumul m/s |
|------------|---------|-------|---------------|-------------|
| 48.80      | 0       | 79.80 |               |             |
| 47.90      | 3600    | 78.90 | 1.9E-10       | 1.9E-10     |
| 47.20      | 7080    | 78.20 | 1.5E-10       | 1.7E-10     |
| 46.60      | 10320   | 77.60 | 1.4E-10       | 1.6E-10     |
| 46.15      | 12960   | 77.15 | 1.3E-10       | 1.6E-10     |
| 45.35      | 17820   | 76.35 | 1.3E-10       | 1.6E-10     |
| 44.55      | 22920   | 75.55 | 1.2E-10       | 1.4E-10     |
| 44.05      | 26040   | 75.05 | 1.3E-10       | 1.4E-10     |
| 42.80      | 34380   | 73.80 | 1.2E-10       | 1.4E-10     |
| 24.00      | 258600  | 55.00 | 7.9E-11       | 8.7E-11     |
| 22.00      | 289020  | 53.00 | 7.3E-11       | 8.5E-11     |
| 48.90      | 0       | 79.80 |               |             |
| 42.35      | 54300   | 73.35 | 9.5E-11       | 9.3E-11     |
| 42.00      | 57900   | 73.00 | 8.0E-11       | 9.3E-11     |
| 41.15      | 65940   | 72.15 | 8.8E-11       | 9.2E-11     |
| 40.60      | 72180   | 71.60 | 7.4E-11       | 9.0E-11     |
| 40.00      | 78600   | 71.00 | 7.9E-11       | 9.0E-11     |
| 39.50      | 84180   | 70.50 | 7.6E-11       | 8.9E-11     |

ANTEA - A 05117