

# Etablissement Public Foncier Île de France

## Site de Garches (92)

---

### Etude hydrogéologique du site

Rapport d'EODD Ingénieurs Conseils référencé P10173.01-V1 du 30/12/2024

## FICHE DE SYNTHÈSE

## ETUDE HYDROGÉOLOGIQUE SITE DE GARCHES



EPF Ile de France  
4-14 rue Ferrus  
75014 PARIS

Bon de commande :  
N° 202417181 du 09/12/2024

Responsable DT : Mr Julien ANIS

## VOS CONTACTS EODD

Responsable  
de projet

Justin ROSSINI

Supervision

Agnès VIGNEAU

Rédacteurs  
principaux

Marine BAIJOT  
Laurent PRESTIMONACO

Agence de Toulouse

[contact@eodd.fr](mailto:contact@eodd.fr) | Tél : 04.72.76.06.90



## CONTRAT EODD N° P10173.01

Date	Indice	Modifications
30/12/2024	1	Edition initiale

<b>Liste des acronymes.....</b>	<b>4</b>
<b>1 Introduction.....</b>	<b>5</b>
1.1 Contexte .....	5
1.2 Objectifs et moyens mis en œuvre .....	6
1.3 Cadre réglementaire et normatif.....	6
1.4 Sources d’informations disponibles pour réaliser le rapport.....	6
<b>2 Description du site et de ses environs.....</b>	<b>7</b>
2.1 Situation .....	7
2.2 Description du site et de ses activités .....	9
<b>3 Rappel du contexte général.....</b>	<b>10</b>
3.1 Contexte géologique général .....	10
3.2 Contexte hydrologique .....	11
3.3 Contexte hydrogéologique général.....	12
<b>4 Contexte géologique et hydrogéologique local .....</b>	<b>15</b>
4.1 Géologie.....	15
4.1.1 Organisation des terrains .....	15
4.1.2 Topographie du toit du substratum des marnes vertes .....	15
4.1 Hydrogéologie .....	17
4.1.1 Réseau piézométrique .....	17
4.1.2 Niveaux piézométriques .....	18
4.1.3 Qualité des eaux souterraines .....	20
<b>5 Fonctionnement hydrogéologique du site .....</b>	<b>22</b>
<b>6 Conclusions et recommandations.....</b>	<b>23</b>
6.1 Conclusions .....	23
6.2 Recommandations.....	23

## ANNEXES

<b>ANNEXE 1 : LIMITES D’ETUDE .....</b>	<b>25</b>
---	-----------

## FIGURES

<b>FIGURE 1: LISTE DES DOCUMENTS ANALYSES .....</b>	<b>6</b>
<b>FIGURE 2: PLANS DE LOCALISATION DU SITE ET PARCELLES CADASTRALES (SOURCE: GEOPORTAIL).....</b>	<b>7</b>
<b>FIGURE 3: ALENTOURS DU SITE (SOURCE : BURGEAP) .....</b>	<b>8</b>
<b>FIGURE 4: EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE IMPRIMEE AU 1/50 000, BRGM (SOURCE : INFOTERRE) .....</b>	<b>10</b>
<b>FIGURE 5: CARTE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE PRESENT AUX ALENTOURS DU SITE (SOURCE : INFOTERRE) .....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURE 6: CARTE DE LA NAPPE DE L'OLIGCENE, MEGNINE, 1970 (COURSE: SIGES SEINE-NORMANDIE).....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURE 7: EXTRAIT DE LA CARTE PIEZOMETRIQUE DE L'AQUIFERE DES SABLES DE FONTAINEBLEAU DE DELESSE, 1862 .....</b>	<b>14</b>
<b>FIGURE 8: CARTE DU TOIT DES MARNES VERTES, SUBSTRATUM IMPERMEABLE DE LA NAPPE RENCONTREE SUR SITE D'APRES LES LOGS PIEZOMETRIQUES.....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURE 9: TABLEAU RECAPITULATIF DES CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES DU RESEAU PIEZOMETRIQUE DE SUIVI DU SITE .....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURE 10: CARTE PIEZOMETRIQUE-RELEVES NOVEMBRE 2024 .....</b>	<b>18</b>
<b>FIGURE 11: GRAPHIQUE DES NIVEAUX PIEZOMETRIQUES RELEVES LORS DES DIFFERENTES CAMPAGNES.....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURE 12: CARTE DES IMPACTS MESURES DANS LES EAUX SOUTERRAINES LORS DES DIFFERENTES CAMPAGNES, BURGEAP 2023.....</b>	<b>21</b>

## Liste des acronymes

ORDRE ALPHABETIQUE	ACRONYME	SIGNIFICATION
A	AEA	Alimentation en Eau Agricole : eau utilisée pour l'irrigation des cultures
	AEI	Alimentation en Eau Industrielle : eau utilisée pour les processus industriels
	AEP	Alimentation en Eau Potable : eau utilisée pour la production d'eau potable
	ANDRA	Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs
	ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accidents : base de données qui répertorie les incidents ou accidents qui ont, ou auraient, pu porter atteinte à la santé ou à la sécurité publiques ou à l'environnement
	ARR	Analyse des Risques Résiduels
	ARS	Agence Régionale de la Santé
B	BASIAS	Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement
	BASOL	Base de données recensant les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif
	Biocentre	Installation classée pour la protection de l'environnement, prenant en charge les déchets en vue de leur traitement basé sur la biodégradation aérobie de polluants chimiques
	BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène
	BSS	Banque de données du Sous-Sol (BRGM)
C	CASIAS	Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services (intègre les sites répertoriés dans BASIAS)
	COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
D	DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
	DRIEE	Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie
E	EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
	ETM	Eléments traces métalliques
H	HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
	HCT	Hydrocarbures totaux (C10-C40)
I	ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
	IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
	ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
	ISDND	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
	ISDD	Installation de Stockage de Déchets Dangereux
P	PCB	Polychlorobiphényles
	PG	Plan de Gestion
S	SIS	Secteur d'Informations sur les Sols
V	VTR	Valeur Toxicologique de Référence

# **1 Introduction**

## **1.1 Contexte**

Dans le cadre d'une convention passée entre la ville de Garches et l'EPFIF, l'EPFIF est chargé de la réalisation des études environnementales en vue de définir les modalités de la réhabilitation d'un site localisé rue de l'Abreuvoir à Garches (92).

Le périmètre du projet comprend les parcelles AK402, AK403, AK404 et AK846 (Figure 1). Les parcelles AK403 et AK846 sont non accessibles à ce jour, aucune investigation n'a été réalisée au droit de ces parcelles. Le périmètre de la présente étude ne concerne donc que les parcelles AK402 et AK404.

Le site a accueilli dans le passé une blanchisserie sur la parcelle AK402, ainsi qu'une ferme laitière puis un supermarché sur la parcelle AK404.

Les études environnementales menées par BURGEAP depuis 2017 ont mis en évidence un impact généralisé et important en solvants chlorés (COHV), notamment en tétrachloroéthylène ou perchloroéthylène (PCE) dans les sols, les eaux souterraines et les gaz du sol, à relier à l'ancienne activité de pressing/blanchisserie.

Dans ce contexte, l'EPFIF (en charge de la réhabilitation du site) a confié à EODD Ingénieurs Conseils la réalisation d'une étude hydrogéologique visant à mieux comprendre les circulations et phénomènes souterrains présents sur site.

Le présent rapport expose une synthèse des données relevées lors d'une étude bibliographique ainsi qu'une interprétation du fonctionnement hydrogéologique qui en découle.

## 1.2 Objectifs et moyens mis en œuvre

Afin de répondre à cette problématique, les moyens mis en œuvre sont répartis en plusieurs phases :

- Phase 1 : Rappel du contexte général ;
- Phase 2 : Interprétation des données hydrogéologiques disponibles ;
- Phase 3 : Elaboration d'un programme d'acquisition des données complémentaires sur les eaux.

## 1.3 Cadre réglementaire et normatif

La présente mission a été réalisée selon les outils méthodologiques de la circulaire du 8 février 2007 révisée en avril 2017 - relatifs à la politique nationale de gestion des sites et des sols pollués.

## 1.4 Sources d'informations disponibles pour réaliser le rapport

Les documents analysés proviennent de la data-room mise à disposition par l'EPFIF. Parmi cette base documentaire, les documents analysés pour les besoins de la mission sont listés dans le tableau suivant :

Numérotation source	Emetteur	Dénomination document / Type	Version/Indice	Date d'émission
1	BURGEAP	Etude historique et documentaire	CSSP1F171431 / RSSP1F06763-02	24/08/2017
2	BURGEAP	Diagnostic environnemental du milieu souterrain (parcelle AK402) <i>(investigation de juillet 2018)</i>	CSSP1F181738 / RSSP1F08293-02	24/08/2018
3	BURGEAP	Diagnostic environnemental du milieu souterrain (parcelles AK402, AK404 et passage Lanoe) <i>(investigations de décembre 2018)</i>	CSSP1F183227 / RSSP1F08870-02	27/03/2019
4	BURGEAP	Investigations complémentaires sur le milieu souterrain réalisées en juin-juillet 2023	IF2700200 / 1051385-01	12/09/2023
5	BURGEAP	Diagnostic complémentaire du milieu souterrain – Plan de Gestion (Parcelles AK402, AK403, AK404 et AK846) <i>(investigations en octobre/novembre 2023)</i>	1063184-05	02/07/2024

**Figure 1: Liste des documents analysés**

## 2 Description du site et de ses environs

### 2.1 Situation

Site d'étude (Figure 2)	Site EPFIF à Garches
Adresse	Rue de l'Abreuvoir à GARCHES (92)
Coordonnées	X : 921 508 m Y : 2 433 501 m <i>Centre du site Lambert II étendu</i>
Altitude	Comprise entre 118 m NGF au nord-ouest et 115 m NGF au sud-est
Références cadastrales	Parcelles AK 402, 404, 846, 403
Occupation	Deux anciennes activités classées ICPE : <ul style="list-style-type: none"> <li>TEINTURIA (blanchisserie-teinturerie) Parcelle AK402 (SIS SSP00065090101)</li> <li>LARODE (Menuiserie-ébénisterie) Parcelle AK846</li> </ul>
Surface du secteur d'étude	~ 1440 m <sup>2</sup>

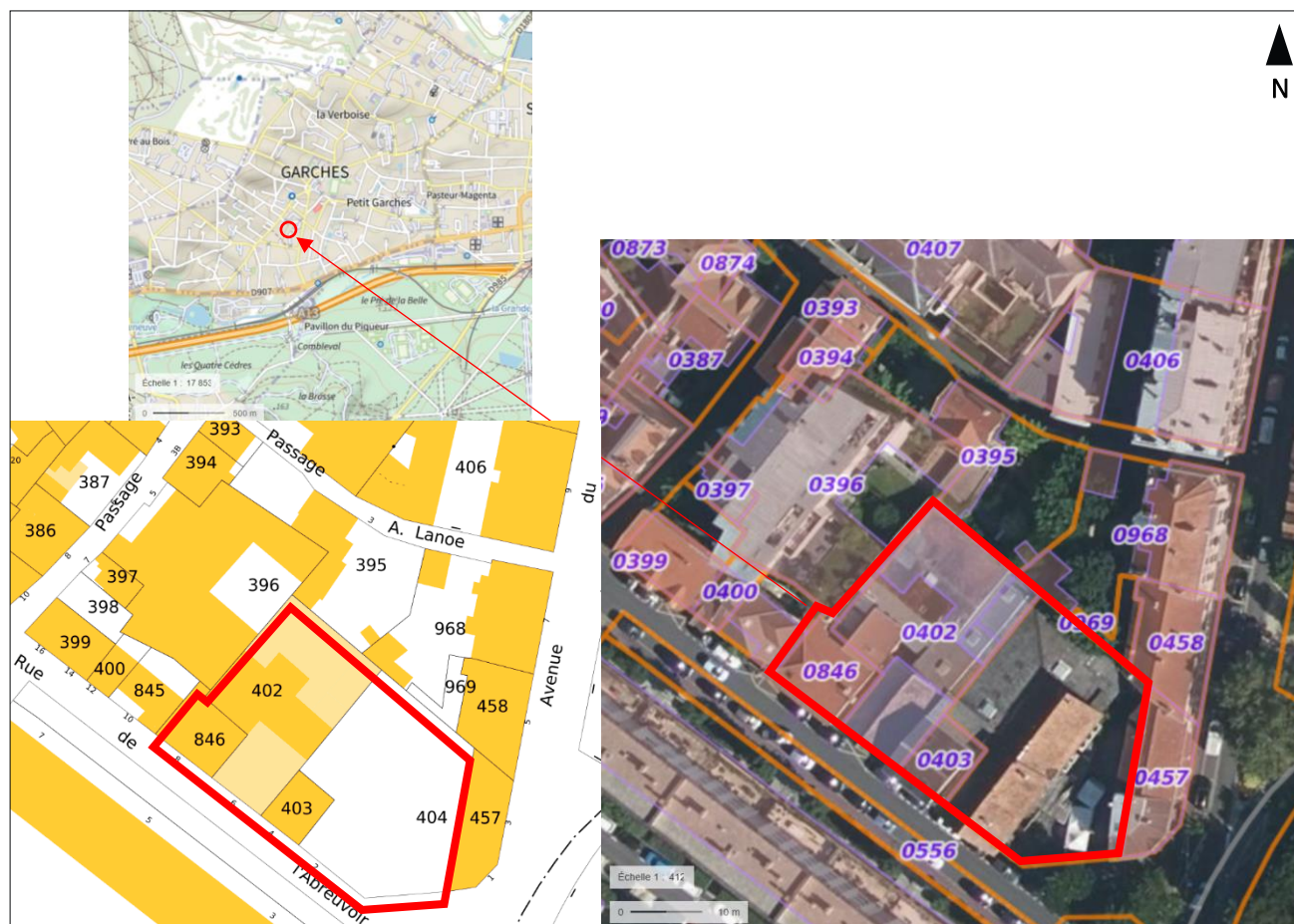


Figure 2: Plans de localisation du site et parcelles cadastrales (source: Géoportail)



### Environnement (Figure 3)

On notera que seules les parcelles AK402 (ancien pressing) et AK404 (ancien supermarché) sont accessibles.

Le site est bordé par :

- Au nord : une zone résidentielle plutôt pavillonnaire et une laverie mitoyenne à la zone d'étude ;
- Au sud : une zone résidentielle (immeubles d'habitations) ;
- À l'est : l'hôtel de ville avec son parc puis une zone résidentielle au-delà ;
- À l'ouest : une zone résidentielle avec un pressing.

L'entourage du site est majoritairement résidentiel. On note la présence d'une zone boisée (parc de la mairie) mais aussi d'un pressing et une laverie accolée au site.

Notons qu'un établissement sensible (crèche) a été recensé dans un environnement proche (35 m au Nord du site sur le Passage Albert Lanoe)

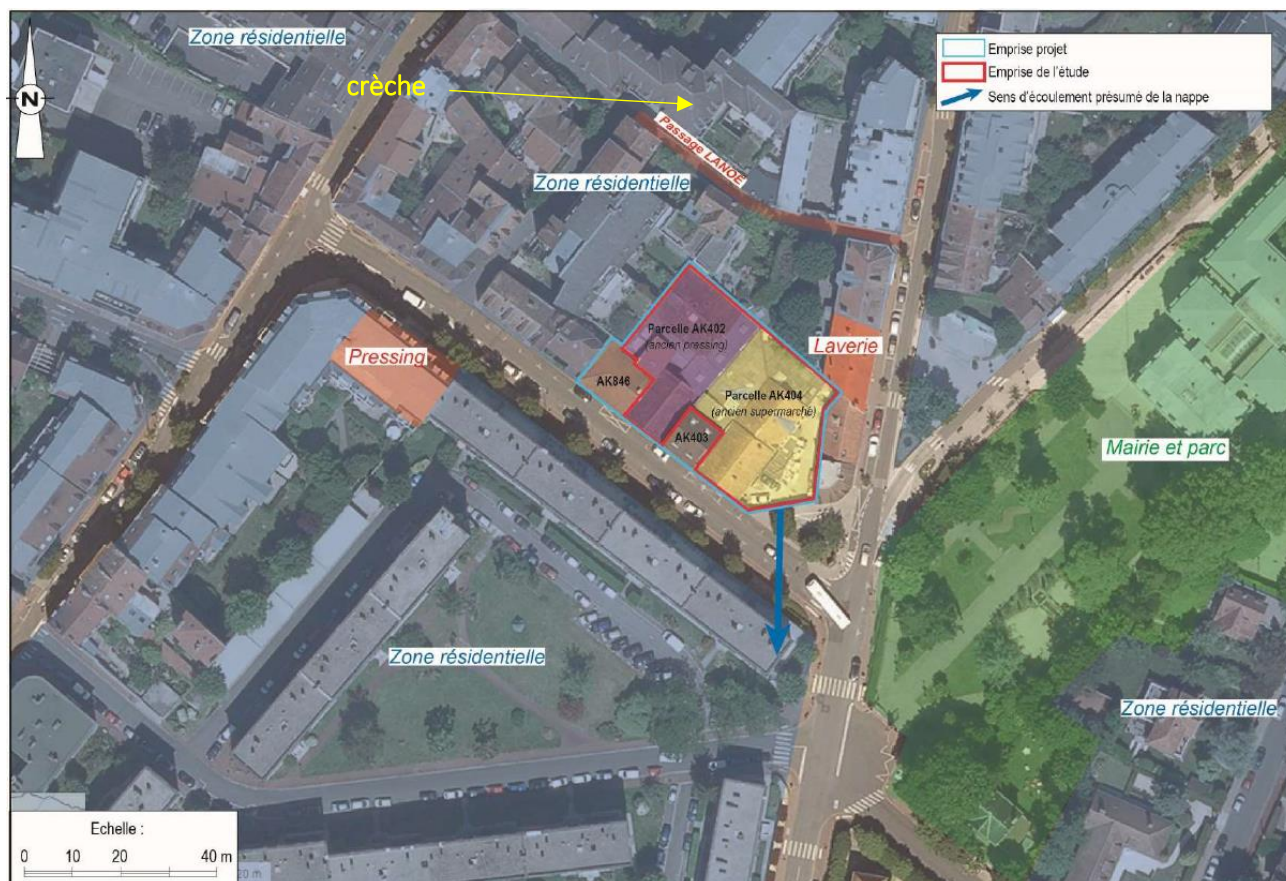


Figure 3: Alentours du site (source : Burgeap)

## 2.2 Description du site et de ses activités

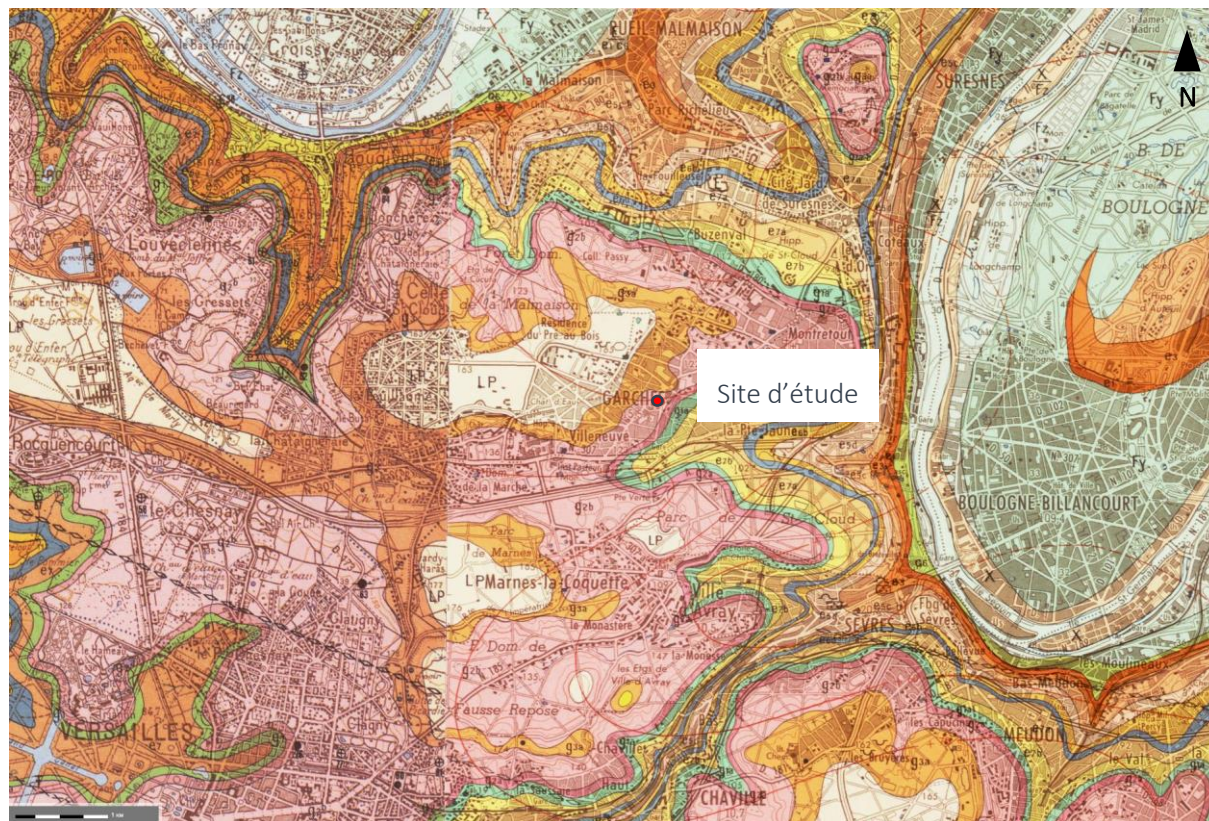
Thème	Description
Activité actuelle	Activités commerciales, résidentielles
Occupation du site	<p>A ce jour, le site se décompose en 4 parcelles cadastrales, d’occupations différentes et de conditions d’accès variables :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>La parcelle AK 402</b> : ancien pressing, aujourd’hui occupé par plusieurs bâtiments inoccupés en partie nord et un hangar donnant sur la rue de l’Abreuvoir</li><li>• <b>La parcelle AK 403</b> : bâtiment à usage commercial (ancienne agence immobilière) ;</li><li>• <b>La parcelle AK 404</b> : ancienne ferme laitière puis supermarché, habitation (68m<sup>2</sup>) et local commercial (400m<sup>2</sup>) comprenant une cour (200m<sup>2</sup>), bâtiments aujourd’hui démantelés ;</li><li>• <b>La parcelle AK 846</b> : bâtiment occupé par une clinique vétérinaire.</li></ul> <p>A noter seules les parcelles AK402 et AK404 sont accessibles.</p>



### 3 Rappel du contexte général

#### 3.1 Contexte géologique général

Le site de Garches est situé dans le Bassin de Paris, dépression sédimentaire constitué de roches d'origine marine, lacustre, lagunaire puis fluviatile. Le remplissage des dépôts sédimentaires est constitué d'une succession de formations géologiques de lithologie très variée.



Légende : ● Site

LP	Limon des plateaux
g3a	Calcaire et meulière de Beauce, Meulière de Montmorency, Oligocène supérieur, Chattien
g2b	Sables et grès de Fontainebleau, Stampien, Oligocène moyen
g2a	Marnes à Huîtres, Molasse de Montmartre, Stampien, Oligocène moyen
g1a	Marnes vertes et Glaises à Cyrènes, Sannoisien, Oligocène inférieur
e7b	Marnes supragypseuses, Bartonien supérieur, Ludien
e7a	Masses et marnes du Gypse, Bartonien supérieur, Ludien
e6d	Calcaire de Saint-Ouen, Bartonien inférieur

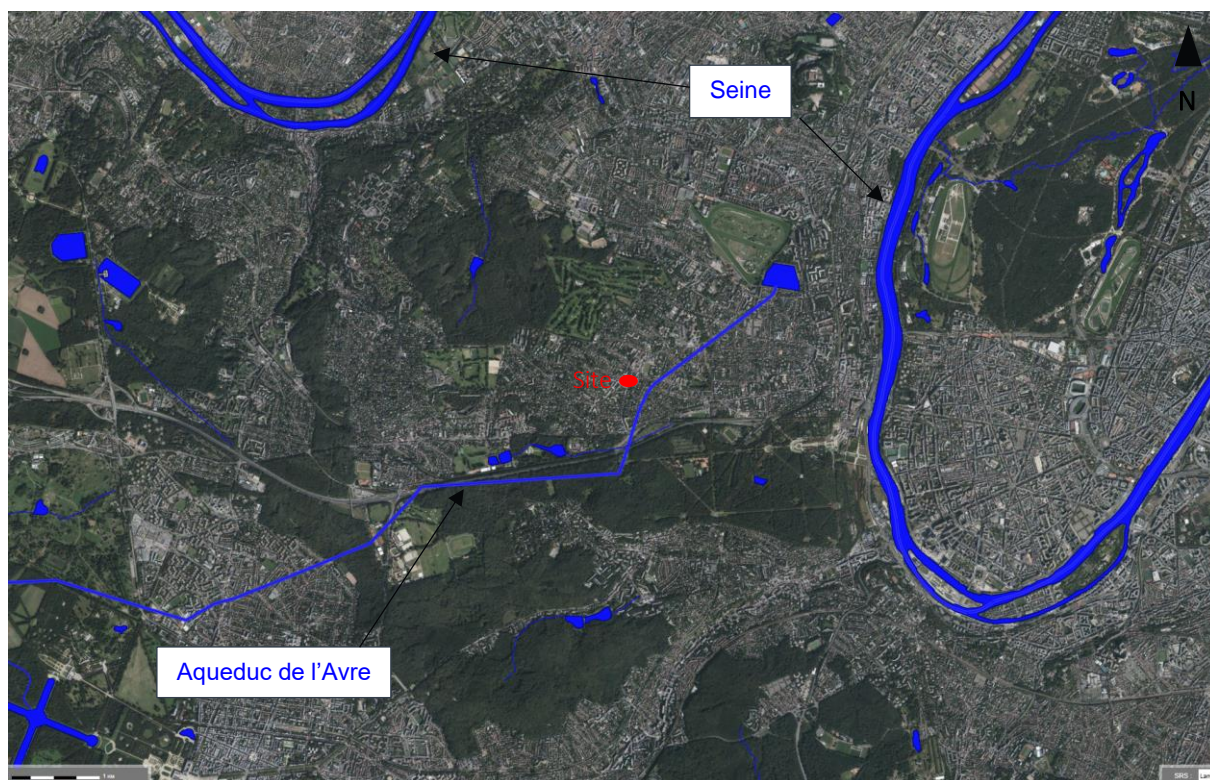
**Figure 4: Extrait de la carte géologique imprimée au 1/50 000, BRGM (source : Infoterre)**

D'après la carte géologique n°183 de Paris au 1/50 000, les formations géologiques susceptibles d'être rencontrées au droit de la zone d'étude sont les suivantes :

- Sables de Fontainebleau (g2b) de l'Oligocène moyen, jusqu'à une profondeur d'environ 8 mètres,
- Marnes à Huîtres (g2a) oligocènes, d'une épaisseur pouvant atteindre 6 mètres,
- Marnes vertes et Glaises à Cyrènes (g1a) de l'Oligocène inférieur, pouvant atteindre 7 mètres d'épaisseur,
- Marnes du Gypse du Bartonien (e7b et e7a) reposant sur les calcaires de Saint-Ouen (e6d).



## 3.2 Contexte hydrologique



*Figure 5: Carte du réseau hydrographique présent aux alentours du site (source : Infoterre)*

Le site étudié est localisé à 2,7 km à l'ouest de la Seine. Ce fleuve s'écoule vers le nord et présente des usages de transport fluvial, de pêche et récréatifs.

L'aqueduc de l'Avre est présent à près de 300 m à l'ouest du site d'étude. Ouvrage anthropique canalisé, il n'a pas d'influence sur les écoulements de la zone.

### 3.3 Contexte hydrogéologique général

D'après les cartes hydrogéologiques du SIGES de Seine-Normandie et la base de données des points d'eau, la première nappe rencontrée au droit du site est contenue dans les Sables de Fontainebleau.

La nappe des Sables de Fontainebleau est, avec celles des calcaires de Beauce et du Calcaire de Brie l'encadrant, l'une des couches constitutives de l'aquifère multicouches de l'Oligocène, d'extension régionale (cf. carte en figure suivante). Au regard des aquifères sus et sous-jacents, les Sables de Fontainebleau présentent une certaine perméabilité, de l'ordre de  $10^{-4}$  m/s en moyenne sur le Bassin de Paris.

L'étude de la géologie et de la carte de la nappe Oligocène du bassin de Paris met en évidence le caractère perché<sup>1</sup> de la nappe des Sables de Fontainebleau au droit de la zone d'étude.

En effet, elle se trouve au-dessus des Marnes vertes imperméables qui présentent des affleurements dans le secteur, ce qui la rend libre et perchée.

**Cette nappe présente ainsi un fonctionnement différent des aquifères alluviaux de la Seine, lié à la topographie de son substratum constitué par les Marnes vertes au faciès relativement imperméable, qui va influencer fortement la direction de ses écoulements.**

Ces sables de Fontainebleau se caractérisent par des cordons dunaires de sables quartzeux fins à grossiers et légèrement micacés présentant des passées argileuses pouvant provoquer des obstacles à l'écoulement de la nappe. La base de la formation est constituée par un niveau de sables grossiers, mêlés d'argile verte.

---

<sup>1</sup> Nappe perchée : La nappe libre est dite perchée quand elle se situe au-dessus du talweg, dans une formation poreuse portée par un imperméable affleurant à flanc de versant.



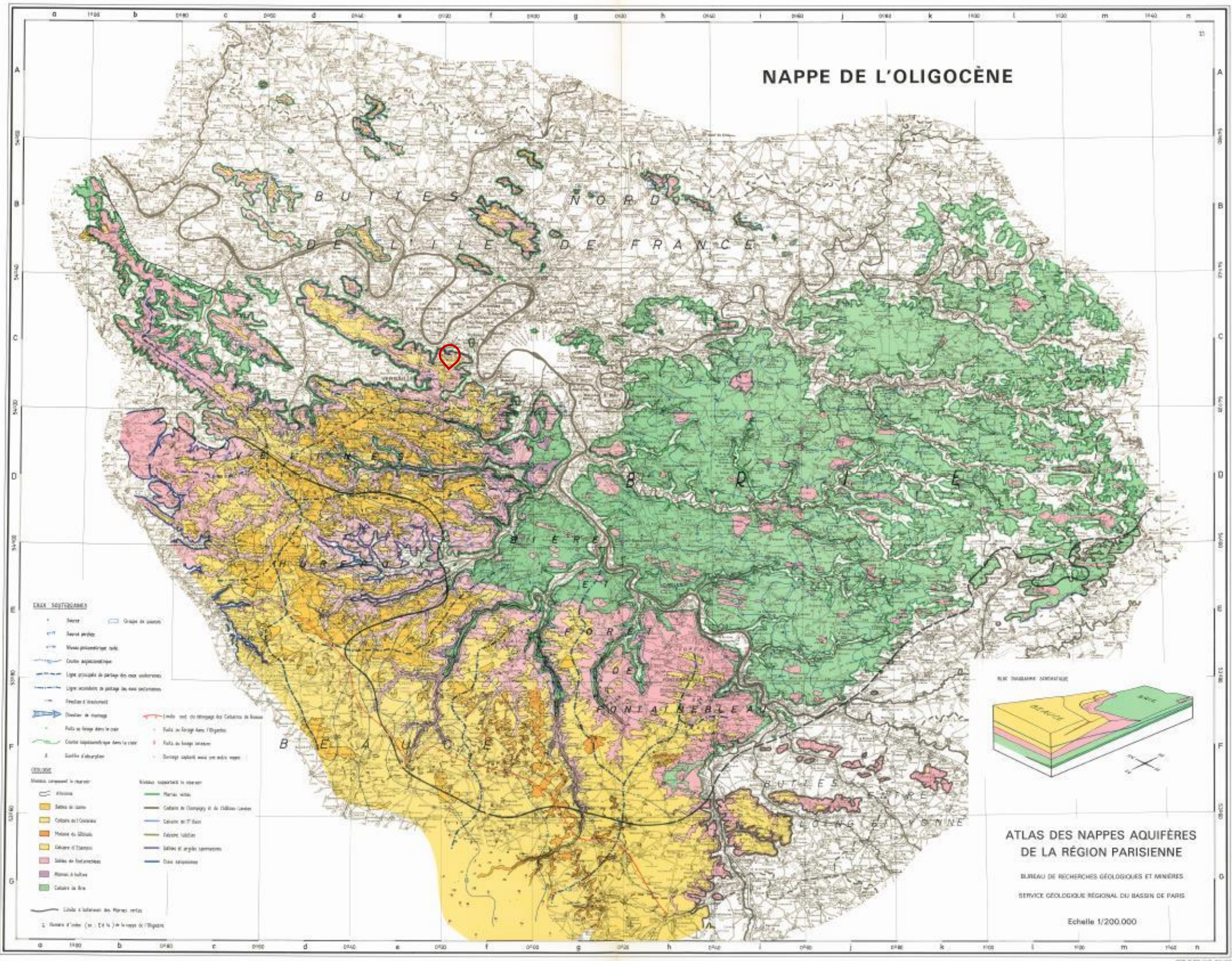


Figure 6: Carte de la nappe de l'Oligocène, Mégnine, 1970 (cource: SIGES Seine-Normandie)



La carte de DELESSE, réalisée en 1862 en région parisienne qui sert actuellement de référence pour le niveau des nappes superficielles, montre en effet un sens des écoulements suivant la pente des Marnes vertes, allant globalement vers l'est et le sud-est, avec des courbes piézométriques parallèles à la topographie dans la zone d'étude. L'écoulement naturel de la nappe s'effectue ainsi en direction des affleurements de marnes vertes. On note l'observation d'un axe drainant localisé en bordure sud du site à cette époque.

Cette carte constitue donc une référence des cotes piézométriques retrouvées en l'absence de pompage et d'influence anthropique.

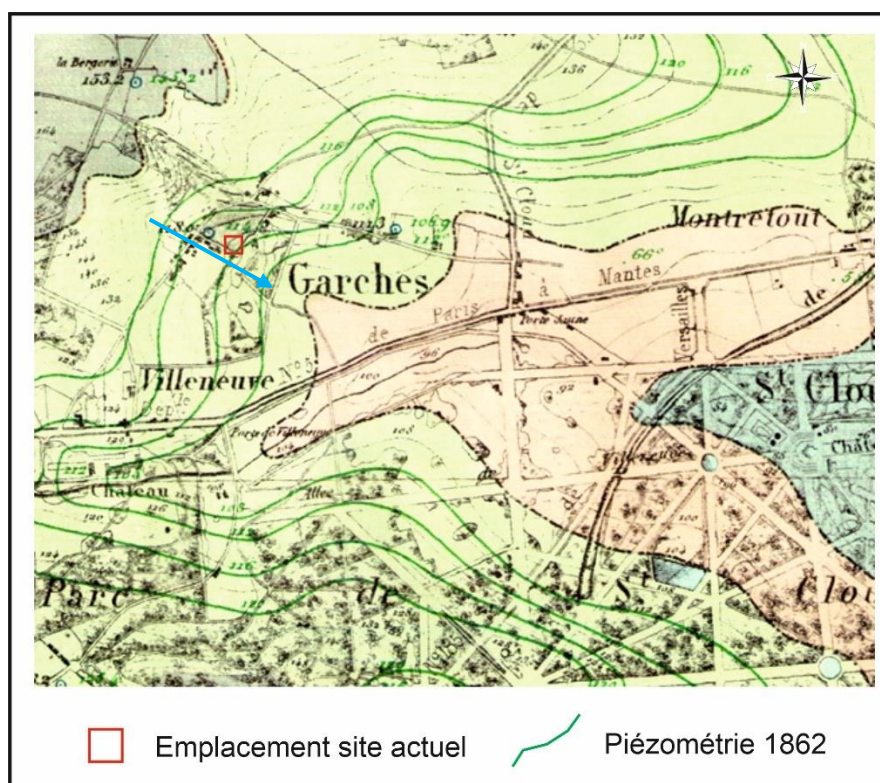


Figure 7: Extrait de la carte piézométrique de l'aquifère des sables de Fontainebleau de DELESSE, 1862<sup>2</sup>

Ainsi, le sens des écoulements attendu au droit du site va du nord-ouest vers le sud-est. Cependant, cette direction des écoulements a pu être modifiée dans le temps par la mise en place de structures anthropiques liées à l'urbanisation de la commune de Garches.

Selon la BSS, les points d'eau répertoriés aux alentours de la zone d'étude rencontrent la nappe des Sables de Fontainebleau entre 5 et 10 m de profondeur.

<sup>2</sup> Les cotes piézométriques sur cette carte de DELESSE sont indiquées en m NGF selon l'ancien référentiel Bourdaloué, elles sont ainsi plus élevées de 34mm par rapport au référentiel NGF actuel.

## 4 Contexte géologique et hydrogéologique local

L'aquifère retrouvé sur site correspond à la nappe Oligocène des Sables de Fontainebleau, nappe libre d'extension régionale, présentant une perméabilité moyenne de l'ordre de  $10^{-4}$  m/s, au caractère perché au droit de la zone d'étude. L'étude des données acquises lors des différentes investigations réalisées sur site permettent d'affiner la compréhension de la géologie et des phénomènes hydrogéologiques retrouvés dans la zone d'étude.

### 4.1 Géologie

#### 4.1.1 Organisation des terrains

L'étude des données acquises et des observations réalisées sur site a permis de déterminer la géologie présente localement. Notamment, la réalisation de 20 sondages, 8 piézais et 13 piézomètres a permis d'acquérir des informations sur les successions lithologiques en présence. Ainsi, les éléments suivants sont relevés par étude des logs de sondages (du haut vers le bas) :

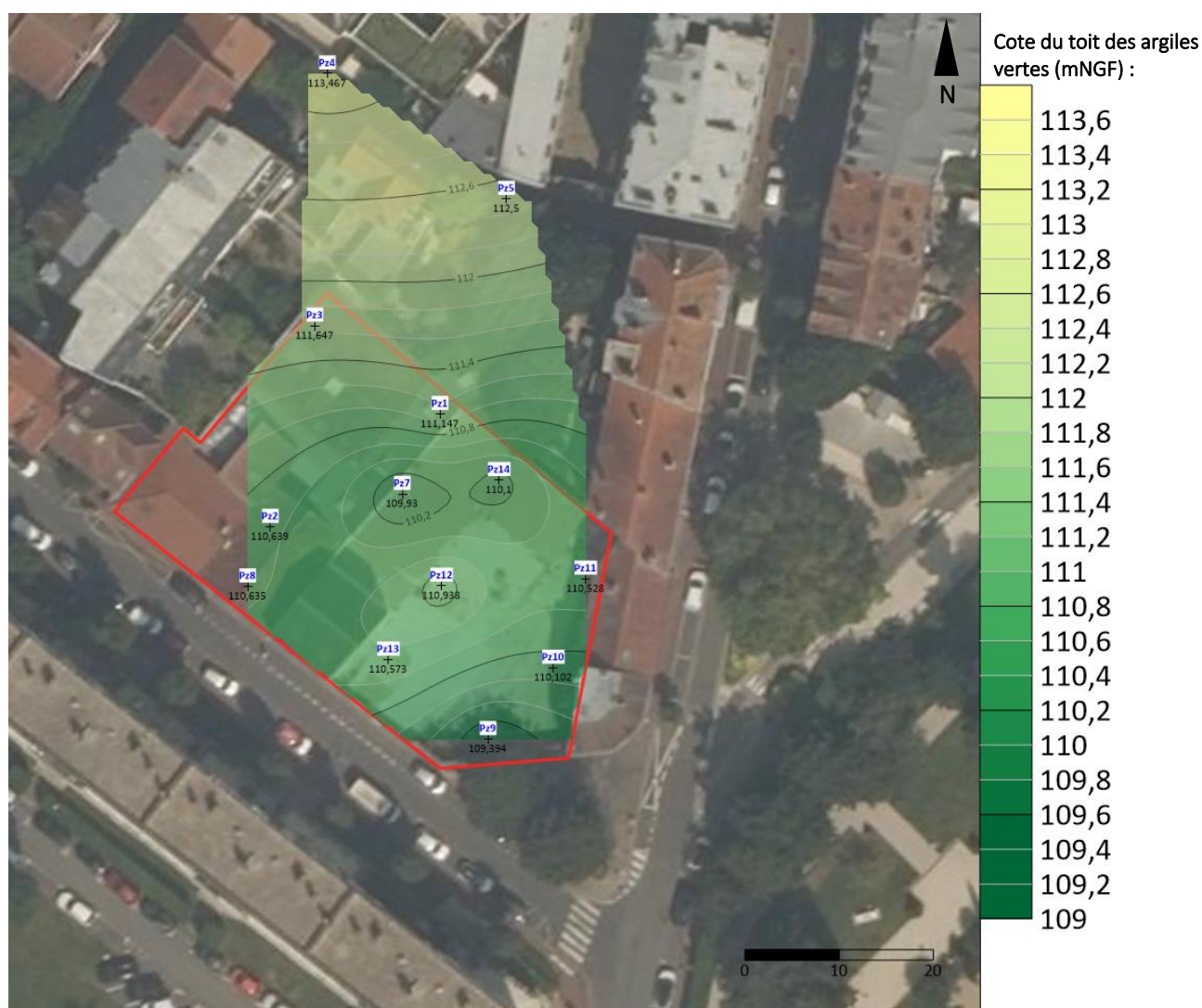
- Des **remblais gravelo-sableux** sur environ 1m ;
- Des **limons sableux à argileux bruns à beige**, présentant des matériaux divers, sont présents jusqu'à environ 3 à 4 m de profondeur ; ils semblent par endroit assimilables à des remblais (présence d'éléments anthropiques) et non à des matériaux naturellement en place, la perméabilité de cette couche s'en retrouve ainsi hétérogène et des infiltrations d'eaux météoriques peuvent alimenter la nappe via des remblais de matrice plus sableuse ;
- Les **marnes beiges**, correspondant aux « **marnes à huîtres et/ou calcaire de Brie** », sont ensuite rencontrées jusqu'à environ 4,5 à 5 m de profondeur ; des intercalations de **minces couches d'argiles** sont parfois relevées à la base de la couche, elles pourraient correspondre au **niveau basal des Sables de Fontainebleau** constitué de sables mêlés d'argiles vertes, ou bien de matériaux remaniés ;
- Les **argiles vertes** sont observées à partir de 5 m de profondeur en moyenne, appartiennent à la formation des Marnes vertes ; elles présentent une perméabilité faible et constituent le substratum de l'aquifère capté par les ouvrages.

Ainsi, la nappe retrouvée sur site est comprise dans les limons sableux/remblais, les argiles vertes constituant la base de cette couche aquifère superficielle, ce qui correspond bien à l'organisation attendue pour l'aquifère des Sables de Fontainebleau, confirmant sa présence au droit du site étudié.

#### 4.1.2 Topographie du toit du substratum des marnes vertes

Afin d'observer la géométrie de la base de l'aquifère contenant cette nappe et ainsi les éventuels points bas pouvant constituer des zones de stockage préférentiel des COHV, une carte du substratum imperméable a donc été réalisée à partir des données disponibles.





**Figure 8: Carte du toit des Marnes vertes, substratum imperméable de la nappe rencontrée sur site d'après les logs piézométriques**

Cette carte du substratum imperméable constituant la base du niveau aquifère au droit du site, montre une pente des argiles vers le sud-est, comme attendu d'après les observations géologiques et la carte de DELESSE. On notera la présence de surcreusements en Pz7 et en Pz14. Le PZ12 quant à lui se situe au droit d'une légère remontée du substratum, avec des remblais (présence de briques et carrelages) constituant le niveau surplombant le niveau d'argiles.

Cette topographie du substratum réalisée à partir d'un maillage de données peu dense (20 m x 20 m voir 10 m x 10 m) met en évidence des variations rapides et locales de la cote du toit des marnes vertes, suggérant ainsi d'autres zones de surcreusement non identifiées au droit du site. Pour rappel, cette topographie du substratum peut avoir une incidence importante sur la répartition du panache en COHV en raison de la présence de zones préférentielles de circulations (« chenaux ») et/ou de stockage (« cuvettes »).

4.1 Hydrogéologie

4.1.1 Réseau piézométrique

Un tableau récapitulatif des caractéristiques des ouvrages constitutifs du réseau de suivi du site à date a été réalisé en suivant :

Ouvrage	Pz1	G6-Pz2	Pz3	Pz4	Pz5	Pz7	Pz8	Pz9	Pz10	Pz11	Pz12	Pz13	Pz14
Position hydraulique	Amont nord	Latéral	Amont site	Amont hors site	Latéral/ amont	Centre site	Aval sud	Aval site	Aval est	Aval/latéral est	Centre site	Aval sud	Latéral nord
X (L93)	640275,83	640257,79		640263,851	640282,904	640271,819	640255,39	640280,937	640287,876	640291,318	640276,009	640270,343	640282,12
Y (L93)	6860688,87	6860676,88		6860725,036	6860711,724	6860680,38	6860670,55	6860654,345	6860661,926	6860671,376	6860670,628	6860662,786	6860681,85
Z (m NGF)	+ 116,15	+ 115,94		+ 117,47	+ 116,00	+ 115,53	+ 115,74	+ 114,99	+ 115,10	+ 115,53	+ 115,64	+ 115,57	+ 115,67
Date de réalisation	10/07/2018	12/07/2018	11/07/2018	11/09/2018	11/12/2018	02/11/2023	30/06/2023	27/06/2023 02/11/2023	28/06/2023 02/11/2023	28/06/2023 31/10/2023	02/11/2023	02/11/2023	03/11/2023
Entreprise forage	Burgeap/ Agrofore	Burgeap/ Agrofore	Burgeap/ Agrofore	Burgeap/ Agrofore	Burgeap/ Agrofore	Burgeap/ Gaufor	Burgeap/ ATME	Burgeap/ ATME puis Gaufor	Burgeap/ ATME puis Gaufor	Burgeap/ ATME puis Gaufor	Burgeap/ Gaufor	Burgeap/ Gaufor	Burgeap/ Gaufor
Profondeur totale (m)	9	8,1	6	10	10	6	6	6	6	6	6	6	6
Profondeur haut de crépine (m)	5	1	3	4	4	1	1	1	2	3	1	1	1
Cote piézométrique 27/10/24 (mNGF)	+ 113,35	+ 112,29	-	+ 114,84 -	-	+ 113,68	+ 112,23	+ 112,35	+ 112,56	+ 112,55	+ 112,34	+ 112,21	+ 112,87
Présent sur site en 2024	oui	oui	non retrouvé	oui	non retrouvé	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Observations			Ouvrage indispensable au suivi, à réimplanter lors des investigations 2025		Ouvrage indispensable au suivi, à réimplanter lors des investigations 2025			Ouvrage foré initialement en juin 2023, non retrouvé sur site et reforé en novembre 2023 dans le cadre du PG Burgeap	Ouvrage foré initialement en juin 2023, non retrouvé sur site et reforé en novembre 2023 dans le cadre du PG Burgeap	Ouvrage foré initialement en juin 2023, non retrouvé sur site et reforé en novembre 2023 dans le cadre du PG Burgeap			

Figure 9: Tableau récapitulatif des caractéristiques des ouvrages du réseau piézométrique de suivi du site

#### 4.1.2 Niveaux piézométriques

Le réseau piézométrique investigué lors de la visite de site qui s'est déroulée le 27 novembre 2024 comprend 10 piézomètres, localisés au droit du site. Certains ouvrages anciennement suivis n'ont pas pu être investigués, c'est le cas des Pz3 et Pz5 qui n'ont pas été retrouvés sur site et du Pz4 qui n'a pu être ouvert. La carte piézométrique suivante a été réalisée à partir des relevés opérés par EODD sur les ouvrages accessibles.



Figure 10: carte piézométrique-relevés novembre 2024

La carte piézométrique du site, réalisée à partir des relevés établis en novembre 2024, montre un sens des écoulements allant globalement vers le sud-sud-est suivant la pente du substratum, avec Pz8-Pz13-Pz9 en aval hydraulique du site. Cependant on notera une relative hétérogénéité des niveaux d'eau sur la superficie du site, compris entre 2,5 et 3,5 m de profondeur.

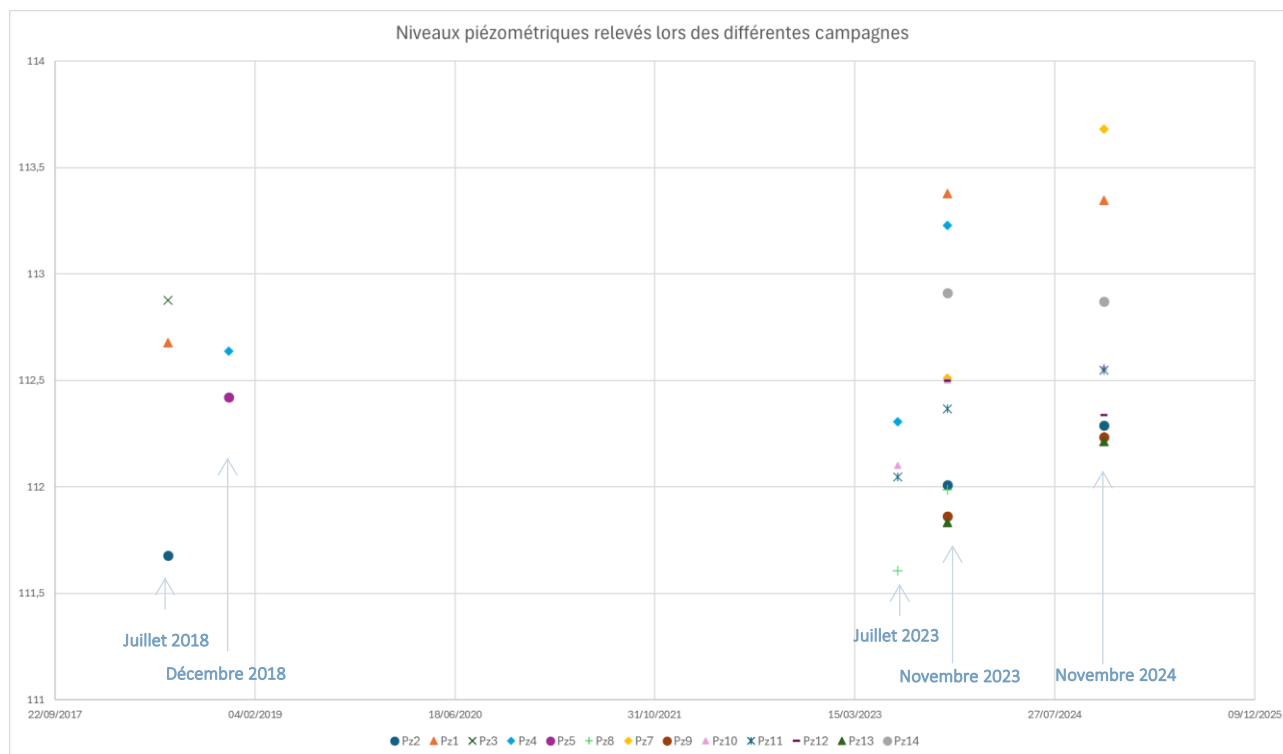
L'hétérogénéité entre les niveaux relevés dans le quart nord-est (Pz1 et Pz7) et le restant du site témoigne de phénomènes (structures enterrées, hétérogénéité des matériaux) pouvant influencer les écoulements localement.

Le point haut observé en Pz7, incohérent avec l'observation d'un surcreusement du substratum en ce point, pourrait également témoigner d'une alimentation de la nappe par les eaux météoriques par infiltration au droit même de l'ouvrage, sur lequel l'absence de capuchon de protection a été observée lors de la campagne de mesure ou de l'influence d'une structure anthropique souterraine.

L'étude des logs et des fiches de prélèvement a montré que les ouvrages Pz8, Pz9 et Pz10 se dénoient rapidement lors des pompages de purge. Ce phénomène indique un faible renouvellement des eaux, probablement lié à une faible épaisseur de la tranche aquifère dans ce secteur (argiles vertes du substratum rencontrées à environ 3,8 m de profondeur).

Par comparaison avec la carte de DELESSE, qui montre un niveau piézométrique aux alentours de 113 m NGF selon l'ancien référentiel Bourdalouë (auxquels on doit retrancher 34 mm pour comparer les niveaux) ; les niveaux sont globalement du même ordre de grandeur, montrant ainsi l'absence d'influence de potentiels aménagements sur l'épaisseur de la zone saturée.

Les différentes campagnes de suivi réalisées sur le site ont permis d'acquérir des données de niveaux d'eau. Ces données ont été compilées sur le graphique suivant :



**Figure 11: Graphique des niveaux piézométriques relevés lors des différentes campagnes**

On note une tendance à la hausse des niveaux relevés sur site, excepté pour Pz1, Pz12 et Pz14, avec une augmentation décimétrique à métrique (Pz7) entre novembre 2023 et novembre 2024 et une augmentation pluri-décimétrique entre juillet 2018-2023 et novembre 2024.

Les niveaux relevés durant les mois de novembre/décembre semblent correspondre aux périodes de hautes eaux, avec un maximum au droit du site relevé en Pz7 lors des mesures réalisées en novembre 2024, à +113,7 m NGF.



#### 4.1.3 Qualité des eaux souterraines

Les différentes campagnes de prélèvement ont permis d'analyser les eaux au sein des ouvrages et de visualiser la répartition du panache en COHV dans le périmètre du site. La carte des impacts mesurés en COHV dans les eaux souterraines lors des différentes campagnes réalisée par Burgeap dans le cadre du plan de gestion du site est présentée en suivant.

On notera que la profondeur de prélèvement des échantillons peut influencer les concentrations analysées, une attention particulière devra être faite sur l'indication de ces niveaux sur les fiches de prélèvements, en privilégiant des prélèvements en partie inférieure des ouvrages. Des prélèvements stratifiés pourraient également permettre de vérifier la distribution verticale des COHV dans la colonne d'eau afin de cibler par la suite les niveaux les plus concentrés.

Les éléments suivants ont été mis en évidence :

- **En amont hydraulique (Pz4 et Pz5) :**  
Des COHV (principalement PCE et en moindre mesure du TCE et du cis 1,2 DCE) sont quantifiés sur les deux ouvrages, avec des teneurs qui semblent stables dans le temps.
- **En bordure nord du site (Pz1, Pz3, Pz14) :**  
De fortes concentrations en COHV sont relevées : les composés majoritaires (95% à 100 % de la contamination) sont le PCE ainsi que ses produits de dégradation (le TCE et le cis-1,2-DCE, ce qui signifie qu'une partie du PCE est déjà en cours de dégradation naturelle).  
  
Un maximum est retrouvé en Pz1, avec des concentrations en PCE supérieures à sa solubilité (150000 µg/L), indiquant la présence potentielle d'une phase de produit pur dans cette zone. Cette zone est ainsi considérée comme une zone source de pollution.
- **Au centre du site (Pz2, Pz7, Pz10, Pz11 et Pz12) :**  
La présence de COHV semble s'étendre principalement vers l'ouvrage Pz11, qui présente les concentrations les plus importantes du secteur. Les autres ouvrages présentent des teneurs moindres.  
  
Dans cette zone, la répartition des composés est similaire à celle de l'amont hydrogéologique (95 à 100 % de la contamination par le TCE, le PCE et le cis 1,2 DCE).
- **En bordure sud du site (Pz8, Pz9 et Pz13) :**  
Les COHV sont également retrouvés dans les ouvrages en bordure sud du site, indiquant la propagation probable de l'impact hors site. Ici, les PCE, TCE et cis 1,2 représentent 100% de la contamination par les COHV.

Ainsi, la zone source de pollution est identifiée au droit du Pz1 avec la présence potentielle d'une phase de produit pur et un panache observé jusqu'en bordure sud du site et dans son quart nord-est avec une extension non délimitée.

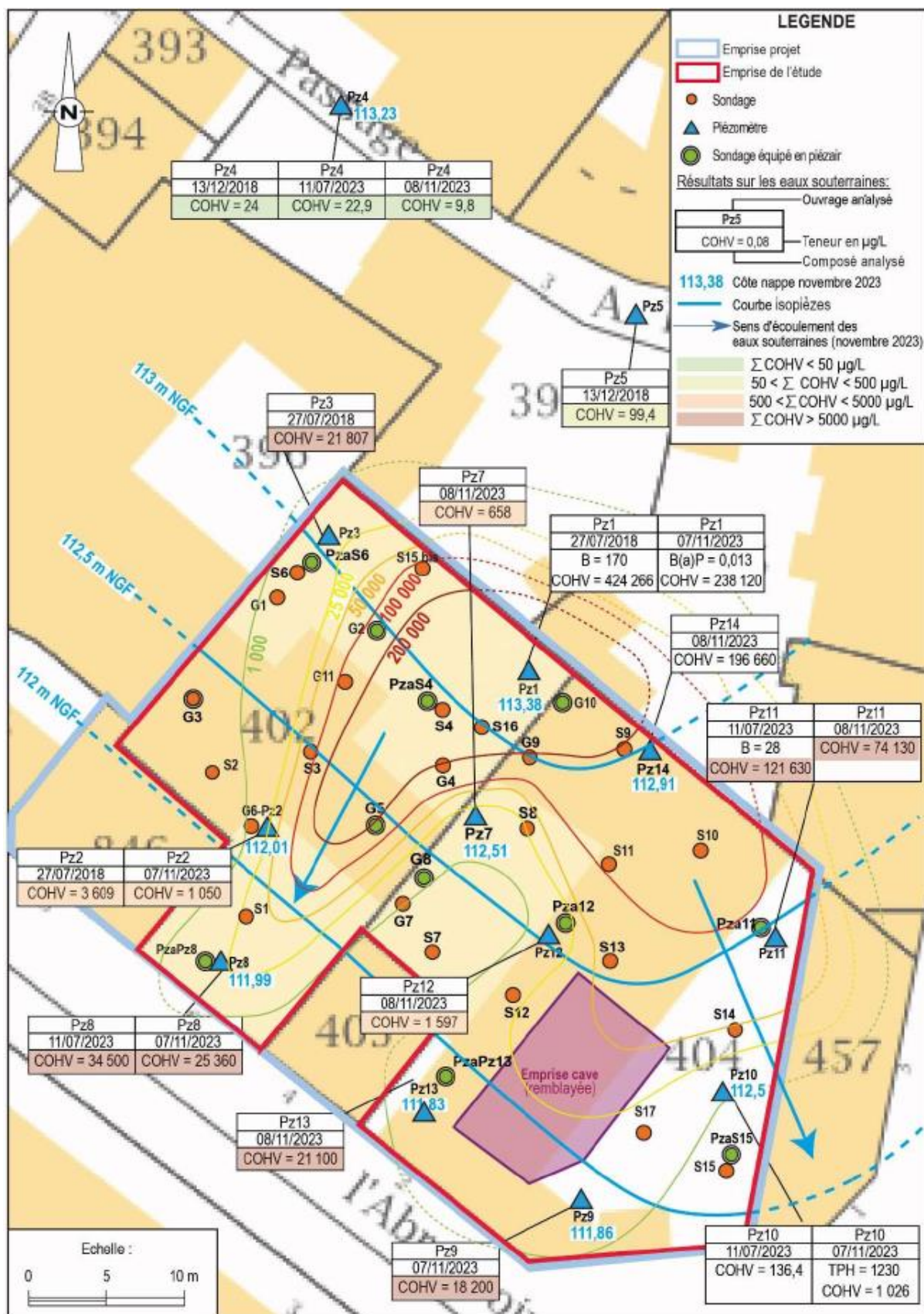


Figure 12: carte des impacts mesurés dans les eaux souterraines lors des différentes campagnes, BURGEAP 2023

## 5 Fonctionnement hydrogéologique du site

L'ensemble des éléments précédemment exposés permet de mettre en évidence un sens des écoulements globalement vers le sud-sud-est, conformément au sens d'écoulement attendu, avec cependant des hétérogénéités pouvant être liées à la présence d'infrastructures enterrées pouvant modifier les écoulements à l'échelle locale.

L'impact en COHV identifié dans les sols est également présent dans les eaux souterraines. Les concentrations en COHV sont maximales au droit de la zone source identifiée dans les sols (Pz1 avec une phase pure potentielle) et le panache de polluant semble suivre la direction des écoulements, vers le sud-sud-est. Une propagation du panache plus à l'est est également observée (Pz11).

La répartition de ce panache en COHV semble influencée par la présence de la cave enterrée (cf. carte précédente) présente au sud-ouest du site, qui limite les écoulements vers les ouvrages situés plus en aval (Pz9 et Pz10).

L'absence de données à l'extérieur du site en partie est et sud du site ne permet pas de délimiter le panache de COHV, qui ne semble pas circonscrit à la limite de site. Ainsi, la réalisation d'investigations complémentaires semble indispensable afin de délimiter au mieux l'extension de la pollution dans les eaux souterraines au droit du site mais également hors site.

## 6 Conclusions et recommandations

### 6.1 Conclusions

La nappe rencontrée dans les ouvrages du réseau piézométrique de suivi correspond à la nappe des Sables de Fontainebleau, dont la base est constituée par les Marnes vertes, retrouvées sous forme de faciès argileux vert sous le niveau aquifère de limons/remblais.

Elle présente un fonctionnement lié à la topographie de son substratum constitué par les Marnes vertes au faciès relativement imperméable, qui va influencer fortement la direction de ses écoulements.

Cette topographie du substratum met en évidence des variations rapides et locales de la cote du toit des marnes vertes, suggérant la présence de zones de surcreusement comme celles identifiées en Pz7 et Pz14.

La carte piézométrique, réalisée selon les relevés de novembre 2024, met en évidence un sens des écoulements allant globalement du nord-ouest vers le sud-sud-est suivant la pente du substratum, avec Pz8-Pz13-Pz9 en aval hydraulique du site et une relative hétérogénéité des niveaux d'eau sur la superficie du site, compris entre 2,5 et 3,5 m de profondeur.

L'hétérogénéité entre les niveaux relevés dans le quart nord-est (Pz1 et Pz7) et le restant du site témoigne de phénomènes (structures enterrées, hétérogénéité des matériaux) pouvant influencer les écoulements localement.

Les niveaux relevés durant les mois de novembre/décembre semblent correspondre aux périodes de hautes eaux, avec un maximum relevé en Pz7 en novembre 2024, à +113,7 m NGF.

Les investigations menées sur les eaux souterraines par Burgeap ont mis en évidence une zone source de pollution au droit du Pz1 avec la présence potentielle d'une phase de produit pur et un panache observé jusqu'en bordure sud du site et dans son quart nord-est avec une extension non délimitée.

L'absence de données à l'extérieur du site en partie est et sud du site ne permet pas de délimiter le panache de COHV, qui ne semble pas circonscrit à la limite de site.

L'hétérogénéité des sols et la topographie du substratum peut avoir une incidence importante sur le transfert latéral et vertical des polluants et la répartition du panache en COHV en raison de la présence de zones préférentielles de circulations (« chenaux ») et/ou de stockage (« cuvettes »).

### 6.2 Recommandations

Il sera nécessaire de compléter les connaissances sur les écoulements souterrains au droit du site qui présentent une forte variabilité de direction en lien avec des horizons plus ou moins perméables et la présence de structures enterrées influençant les sens d'écoulement.

Cette connaissance corrélée à l'établissement d'une carte des isoconcentrations en COHV dans les eaux permettra d'appréhender les phénomènes à l'origine de l'hétérogénéité du panache en COHV.

Le croisement de ces données complémentaires avec une carte du substratum des marnes vertes actualisée par l'acquisition d'informations sur la cote de cette formation complètera cette compréhension.

Les impacts en COHV étant retrouvés dans les eaux souterraines et l'extension du panache n'étant pas délimitée, la réalisation d'ouvrages complémentaires en aval hydraulique du site semble indispensable.

Les prélèvements d'eau souterraine seront privilégiés en partie inférieure des ouvrages. Des prélèvements stratifiés pourraient également permettre de vérifier la distribution verticale des COHV dans la colonne d'eau afin de cibler par la suite les niveaux les plus concentrés.



Dans le but d'obtenir une connaissance plus détaillée des écoulements souterrains au droit du site et de visualiser d'éventuelles zone de transferts d'impact hors site, les éléments suivants semblent nécessaires :

- La réalisation d'investigation sol afin de déterminer la nature des terrains dans le secteur de Pz1 (remaniés ou en place ?) ;
- La réalisation d'investigations complémentaires avec réalisation de piézomètres afin de vérifier l'étendue de l'impact hors site ainsi que d'acquérir des nouvelles données sur la cote du toit du substratum des argiles vertes et sur les faciès lithologiques de la tranche aquifère ;
- La prise en compte des infrastructures qui peuvent modifier les écoulements locaux avec repérage sur tous les plans de résultats de l'étude ;
- La réalisation d'une campagne de prélèvement globale sur l'ensemble des ouvrages pour avoir une vision de la répartition à un instant T ;
- La réalisation d'une campagne de prélèvements stratifiés sur des ouvrages sélectionnés afin d'identifier la variabilité verticale des concentrations en COHV dans la tranche aquifère ;
- La réalisation d'une campagne de nivellement de l'ensemble des ouvrages du réseau de suivi ;
- La prise en compte du niveau d'eau maximal observé lors des campagnes dans le cas d'une création de parking en sous-sol (risque par remontée de nappe).

## **ANNEXE 1 : LIMITES D'ETUDE**

Les conclusions relatives à cette étude sont limitées à l'emprise du site telle que décrite dans le présent document. Elles ne préjugent pas du niveau de pollution qui pourrait exister alentour.

Les conclusions de cette étude sont basées sur les informations recueillies auprès des différentes sources qu'elles soient internes ou externes à l'entreprise. Ces informations ont fait l'objet, autant que faire se peut, de vérifications de la part du chargé d'étude mais restent dépendantes des éventuelles erreurs, omissions ou fausses informations.

Les contraintes et difficultés d'accès à certaines zones peuvent également induire des lacunes dans le diagnostic, non imputables à notre société.

Les moyens proposés pour cette étude et notamment les éventuelles reconnaissances de terrain sont calées en fonction de la problématique, du niveau d'étude prescrite et du budget disponible.

On ne peut prétendre à un niveau d'information plus important que les moyens mis en œuvre ne le permettent. La représentativité des mesures notamment est fonction du nombre de ces dernières même si les points de mesures ont été implantés de façon à optimiser la représentativité. De plus, les investigations de terrain étant la plupart du temps ponctuelles dans l'espace, les résultats obtenus sont donnés sous réserve d'une variabilité ou hétérogénéité qui peut, comme souvent dans le milieu souterrain, être relativement importante.

Des modifications de la méthodologie, des connaissances scientifiques, ou une évolution du contexte environnemental ou industriel peuvent apparaître à l'issue de l'étude et rendre en partie caduques les interprétations et recommandations du document.

Ces dernières ne sont valables qu'au moment de la réalisation des rapports et peuvent être révisées en cas de modification des conditions initiales.

Ce rapport, et notamment les illustrations, tableaux, annexes, conclusions ou recommandations qui en font partie, forment un tout indivisible. A cet effet, la responsabilité de l'auteur ne pourra être engagée dans le cas d'une interprétation erronée de toute partie extraite des rapports de diagnostic approfondi, d'évaluation détaillée des risques.