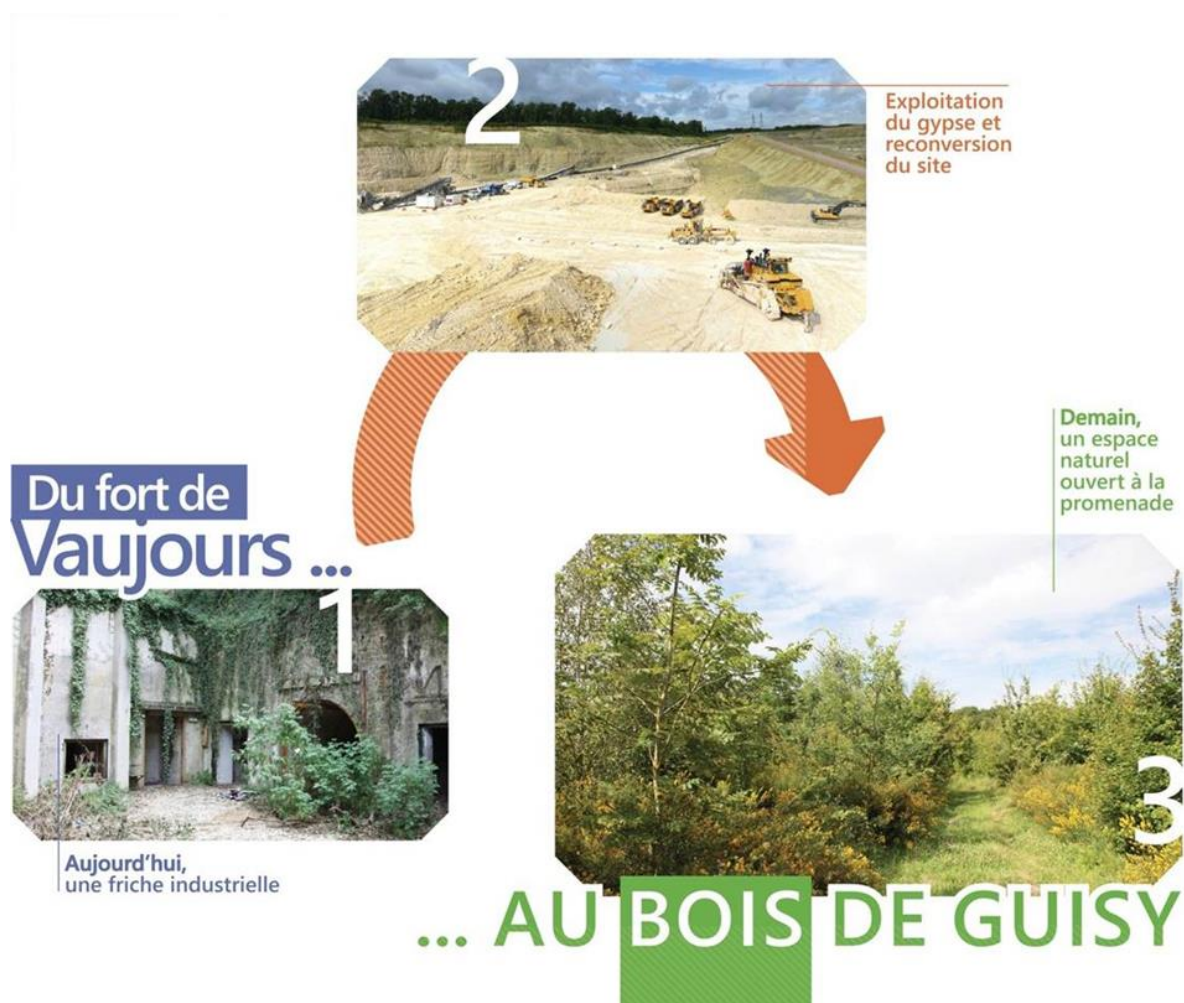


Bilan Environnemental n°24 & 25

Juillet à décembre 2022



Abréviations

APA :	Appareil de Prélèvement Atmosphérique
ASN :	Autorité de Sûreté Nucléaire
CEA :	Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives
CEV :	Centre d'Etudes de Vaujours
DIB :	Déchets Industriels Banals
DID :	Déchets Industriels Dangereux
META :	Microscope Electronique à Transmission Analytique
PCR :	Personne Compétente en Radioprotection
SD :	Seuil de décision
VLEP :	Valeur Limite d'Exposition Professionnelle

SOMMAIRE

1. Catégorisation du site - rappel	4
2. La surveillance de l'air	6
2.1. La radiologie	6
2.1.1. Mesures et analyses menées localement au niveau d'un chantier	6
2.1.2. Mesures et analyses menées en périphérie du site	7
2.1.3. Mesures et analyses menées au niveau des communes	9
2.2. L'amiante	10
2.2.1. Dispositif	10
2.2.2. Synthèse des résultats	10
2.3. Les poussières	11
2.3.1. Dispositif	11
2.3.2. Synthèse des résultats	11
3. La surveillance de l'eau	11
3.1. La nappe de l'Eocène supérieur	12
3.1.1. Dispositif	13
3.1.2. Synthèse des résultats	13
3.1.3. Conclusions	15
3.2. La nappe du Brie	16
3.2.1. Dispositif	17
3.2.2. Synthèse des résultats	17
3.2.3. Conclusions	19
3.3. La fosse d'Aiguisy	20
3.3.1. Dispositif	20
3.3.2. Synthèse des résultats	20
3.3.3. Conclusion	23
4. Les déchets	24
4.1.1. Suivi des matériaux sortis du site	24
4.1.2. Destination des Déchets Industriels Dangereux (DID)	24
4.1.3. A venir	24

BILAN ENVIRONNEMENTAL

Table des figures :

Figure 1 - Zonage travaux et "catégories radiologiques"	5
Figure 2 - Zones dédouanées radiologiquement.....	6
Figure 3 - Localisation des 4 balises environnementales Berthold	8
Figure 4 - Implantation des différents points de mesures	11
Figure 5 - Carte isopiézométrique et piézomètres prélevés	12
Figure 6 - Sens d'écoulement Est-ouest de la nappe de l'Eocène supérieur	13
Figure 7 - Coupe hydrogéologique simplifiée de la butte de l'Aulnay	16
Figure 8 - Localisation des piézomètres supplémentaires dans la nappe de Brie.....	17

Tableaux :

Tableau 1 : Préleveur commune de Vaujours (Ecole des Marlières)	9
Tableau 2 : Préleveur commune de Villeparisis (Gymnase Léo Lagrange).....	10
Tableau 3 : Préleveur commune de Courtry (médiathèque)	10
Tableau 4 : Paramètres physico-chimiques mesurés pour la nappe de l'Eocène supérieur	13
Tableau 5 : Résultats des analyses radiologiques effectuées pour la nappe de l'Eocène supérieur	13
Tableau 6 : Résultats des analyses chimiques effectuées pour la nappe de l'Eocène Supérieur	15
Tableau 7 : Paramètres physico-chimiques mesurés pour la nappe de Brie	17
Tableau 8 : Résultats des analyses radiologiques effectuées pour la nappe de Brie.....	18
Tableau 9 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur la nappe de Brie.....	19
Tableau 10 : Paramètres physico-chimiques mesurés dans la fosse d'Aiguisy	20
Tableau 11 : Mesures radiologiques effectuées pour la fosse d'Aiguisy	21
Tableau 12 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur la fosse d'Aiguisy	23

Annexes :

Annexes 1 : Relevés des APA situés au pied des balises cardinales du site

Annexes 2 : Résultats d'analyse des préleveurs atmosphériques de Vaujours, Villeparisis et Courtry

Annexes 3 : Résultat des analyses d'eau (octobre 2022) et note de suivi Ginger Deleo

La période de référence pour la présentation de ce bilan environnemental est comprise entre le 1^{er} juillet et le 31 décembre 2022.

1. Catégorisation du site - rappel

Le site a été découpé en plusieurs zones de travail et « catégories radiologiques ».

Deux zones principales ont été définies pour les travaux de démolition :

- **l'extérieur du fort central** : A1 à A12
- **le fort central** : B1 à B7

Cinq catégories ont été définies par l'ASN pour les opérations de caractérisation radiologique et la gestion des déchets :

- **catégorie A** : les bâtiments n'ayant jamais fait l'objet de stockage, utilisation ou transit d'uranium
- **catégorie B** : les postes de tirs dans lesquels ont eu lieu des expérimentations utilisant de l'uranium
- **catégorie C** : les bâtiments de stockage ou de transit de l'uranium
- **catégorie D** : les aires de stockage ou de transit de l'uranium, les zones extérieures dites de points singuliers
- **catégorie E** : les autres aires extérieures

Ces différents découpages sont illustrés sur la figure 1.

[illegible]

Bilans environnementaux n°24 & 25 – 03.2023

2. La surveillance de l'air

Les contrôles réalisés au cours de ce semestre portent sur les éventuelles pollutions liées à l'uranium.

2.1. La radiologie

2.1.1. Mesures et analyses menées localement au niveau d'un chantier

➤ Dispositif mis en place

Les travaux menés en 2015 ont permis de dédouaner d'un point de vue radiologique toute la partie du site située en dehors du fort central (catégories A et E essentiellement).

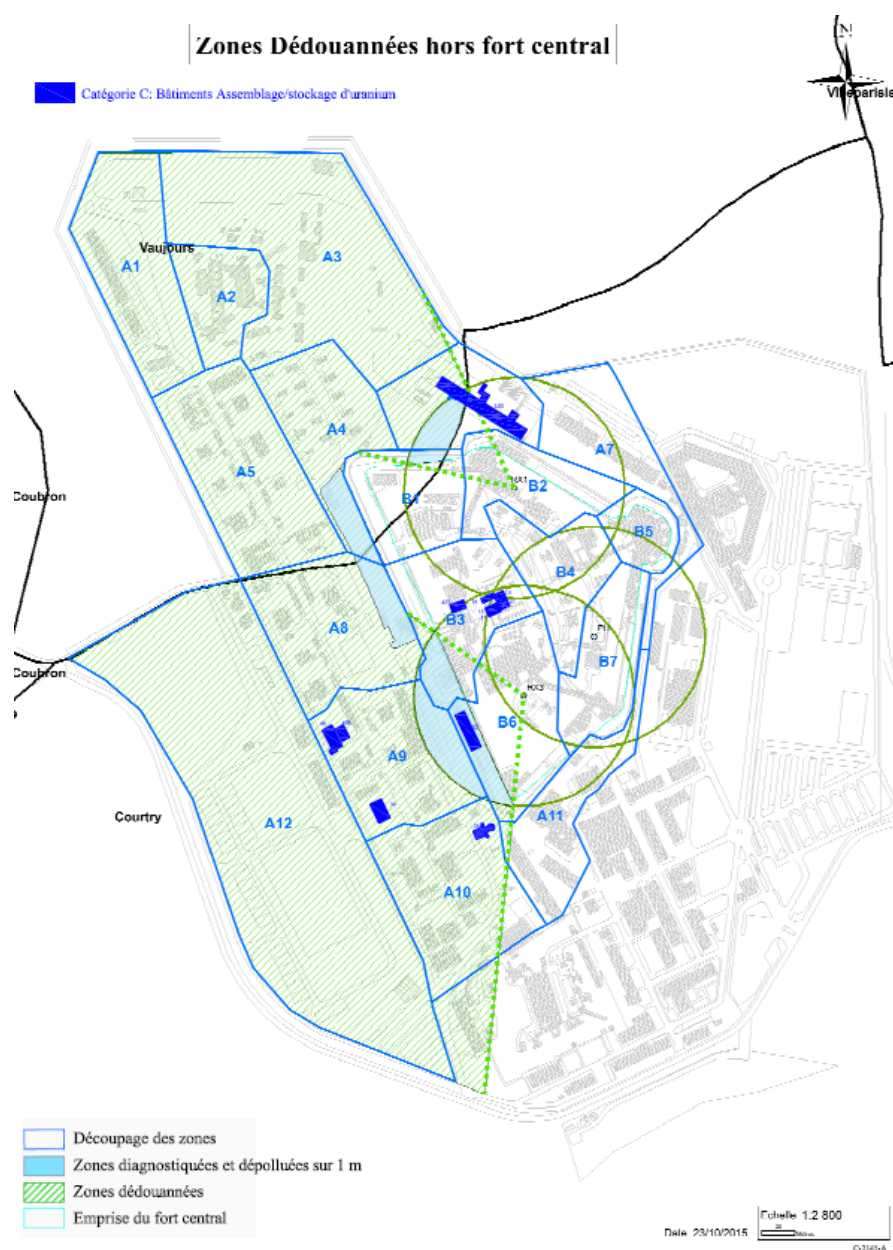


Figure 2 - Zones dédouanées radiologiquement

Des Appareils de Prélèvement Atmosphérique (APA) sont/seront disposés en amont et en aval du vent, à proximité immédiate des opérations* ayant lieu dans les zones suivantes :

- catégorie A, dans fort central
- catégorie B, lors des opérations d'écroutage
- catégorie C, dans et hors fort
- catégorie D
- catégorie E



**Opérations de démolition, débroussaillage, dépollution pyrotechnique, contrôles radiologiques, terrassement, curage des regards*

Ce dispositif est destiné à assurer la **surveillance atmosphérique au plus près du chantier et s'assurer qu'un opérateur qui travaillerait 2000 h sur le chantier ne dépasse pas la dose publique de 1mSv/an avec le port de ses EPI**. Leur limite de détection est donc de 0,5µSv/h avec port du masque FFP3.

Les APA sont positionnés de manière à prélever un volume d'air le plus représentatif possible de l'ambiance de travail. Une fois que l'APA a prélevé un volume d'air adéquat, le prestataire en charge du suivi radiologique de niveau 1 procède aux contrôles sur le filtre de l'APA. **Les filtres sont prélevés à minima chaque demi-journée et/ou à chaque fin de tâche (si < 4 heures) et toutes les 2 heures pour les opérations de dépollution pyrotechnique.**

Le contrôle est effectué à l'aide d'un contaminamètre (de type LB124) permettant de mettre en évidence les rayonnements alpha, bêta et gamma.

Les fiches d'enregistrement des résultats sont archivées à la base vie.



2.1.2. Mesures et analyses menées en périphérie du site

➤ Dispositif mis en place

Quatre balises environnementales de type Berthold (modèle LB 9140) sont installées en limite de propriété, aux 4 points cardinaux du site. Elles mesurent en continu (24h/24, 7j/7) la qualité de l'air en périphérie du site, et plus particulièrement les particules alpha/bêta en suspension dans l'air en présence d'activité naturelle (radon) et de bruits de fond gamma fluctuants.

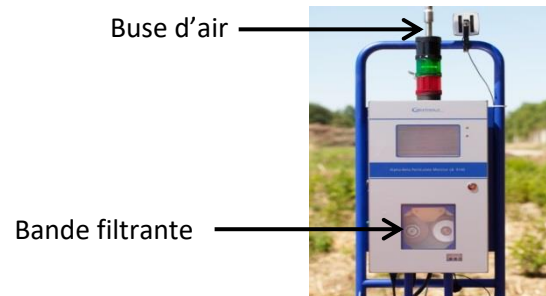
Elles sont équipées d'un système de report d'alarme par sms et sont destinées à assurer la détection précoce d'un éventuel incident de contamination atmosphérique.

En complément, un APA autonome est installé au pied de chacune de ces balises depuis septembre 2016, avec mesures mensuelles (à minima) sur filtre de prélèvement. Ils permettent une surveillance en différée. Leur limite de détection est de 7.7µSv/mois. Un contrôle de leur filtre est réalisé lors du déclenchement d'une alarme sur les balises Berthold. (cf. Annexe 1)



Figure 3 - Localisation des 4 balises environnementales Berthold

L'air est pompé par une buse d'air à travers une bande filtrante qui retient les particules sur une surface de collecte. Le détecteur d'alpha/bêta se trouve directement au-dessus de la zone de collecte et mesure la radioactivité sur le filtre.



En cas de dépassement du seuil d'alarme, un sms est envoyé instantanément au prestataire en charge du suivi radiologique de niveau 1 et à Placoplatre.

Bien qu'il n'y ait quasiment plus de travaux de démolition sur le site, les balises cardinales sont toujours en fonctionnement.

Les données sont extraites toutes les deux semaines (capacité maximale de la mémoire interne) et sauvegardées informatiquement. Les bandes filtrantes qui recueillent les particules sont archivées.

BILAN ENVIRONNEMENTAL

➤ Synthèse des résultats

2022	Estimation de la dose efficace engagée (μSv)		
Balise	T3	T4	Total 2022
Nord	30,8	8,9	56,5
Sud	6,3	8,7	33,5
Est	8,9	9,0	38,2
Ouest	11,3	12,2	41,7

Le tableau ci-contre présente pour chaque balise une estimation faite par Nudac de la dose efficace engagée pour les deux derniers trimestres 2022 ainsi que pour l'ensemble de l'année. Celles-ci ont été calculées à partir des relevés APA de chacune des balises cardinales.

➤ Conclusion

Aucune des mesures réalisées par les balises environnementales Berthold n'a révélé d'anomalie, en dehors d'élévations ponctuelles de radon. Ces dernières sont confirmées par les mesures faites avec les APA situés au pied des balises : la dose efficace engagée estimée pour chaque point cardinal est inférieure à l'objectif de dose annuelle maximale de 100 μSv.

2.1.3. Mesures et analyses menées au niveau des communes

➤ Dispositif

Trois balises atmosphériques sont installées dans les communes proches, à Villeparisis, Vaujours et Courtry, respectivement depuis mai 2015, septembre 2015 et mi-avril 2019.

Ces appareils permettent de collecter les poussières et les aérosols atmosphériques sur un média filtrant en vue d'une mesure différée de radioactivité.

Les filtres sont prélevés toutes les deux semaines par notre prestataire de suivi radiologique de niveau 1. Ils sont ensuite envoyés pour analyse dans un laboratoire accrédité du COFRAC. Les rapports correspondants sont fournis en Annexe 2.

A noter qu'avec la crise sanitaire, le relevé des filtres a été perturbé, notamment en raison de l'accessibilité aux balises.



➤ Synthèse des résultats

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs mesurées sur les filtres aux T3 et T4 2022 :

Filtre		Volume air prélevé	Activité alpha	Incertitude élargie	Limite de détection	Activité alpha	Dose (Sv)
posé le	retiré le						
15/06/2022	20/07/2022	problème prélèvement - V trop faible	-	-	-	-	-
20/07/2022	24/08/2022	5 461	0,102	0,028	0,024	1,87E-05	7,02E-08
24/08/2022	21/09/2022	4 324	0,091	0,026	0,025	2,10E-05	7,91E-08
21/09/2022	16/11/2022	8 429	0,256	0,052	0,025	3,04E-05	1,14E-07
16/11/2022	15/02/2023	13 009	0,194	0,043	0,027	1,49E-05	5,60E-08

Tableau 1 : Préleveur commune de Vaujours (Ecole des Marlières)

BILAN ENVIRONNEMENTAL

Filtre		Volume air prélevé	Activité alpha	Incertitude élargie	Limite de détection	Activité alpha	Dose (Sv)
posé le	retiré le						
15/06/2022	20/07/2022	5 859	0,119	0,032	0,033	2,03E-05	7,63E-08
20/07/2022	24/08/2022	<i>volume illisible</i>	0,094	0,027	0,027	-	-
24/08/2022	15/02/2023	12 575	0,137	0,034	0,033	1,09E-05	4,09E-08

Tableau 2 : Préleveur commune de Villeparisis (Gymnase Léo Lagrange)

Filtre		Volume air prélevé	Activité alpha	Incertitude élargie	Limite de détection	Activité alpha	Dose (Sv)
posé le	retiré le						
15/06/2022	21/09/2022	14 640	0,407	0,075	0,29	2,78E-05	1,04E-07
21/09/2022	19/10/2022	4 170	0,043	0,018	0,025	1,03E-05	3,88E-08
19/10/2022	16/11/2022	4 201	0,12	0,031	0,029	2,86E-05	1,07E-07
16/11/2022	15/02/2023	13 588	0,129	0,033	0,027	9,49E-06	3,57E-08

Tableau 3 : Préleveur commune de Courtry (médiathèque)

➤ Conclusion

Les mesures réalisées sur les filtres des préleveurs communaux n'ont pas révélé d'anomalie sur la période.

Ces résultats sont comparés aux données du Réseau National de Mesures de la Radioactivité dans l'Environnement pour la région parisienne (Saclay). **Les activités volumiques calculées sont représentatives des données de la région parisienne.**

2.2. L'amiante

2.2.1. Dispositif

Conformément au décret n° 2012-639 du 4 mai 2012 relatif aux risques d'exposition à l'amiante, **des préleveurs sont installés au plus près des bâtiments en cours de désamiantage** pour déterminer la concentration de fibres d'amiante en suspension dans l'air dans la zone de respiration des travailleurs.

Un échantillon est prélevé par aspiration d'un volume d'air déterminé au travers d'une membrane au moyen d'une pompe alimentée par une batterie.

Les prélèvements réalisés suivant la norme XP X 43-269 sont ensuite analysés par Microscope Electronique à Transmission Analytique (méthode indirecte) suivant la norme NF X43-050 par un laboratoire accrédité du COFRAC.

Seules sont prises en compte les fibres d'amiante dont la longueur est supérieure à 5 µm, la largeur est inférieure à 3 µm et dont le rapport longueur sur largeur est supérieur à 3 (arrêté du 14 août 2012).

2.2.2. Synthèse des résultats

Depuis juillet 2018, il n'y a plus d'opérations de désamiantage sur le site, donc plus de mesures effectuées.

2.3. Les poussières

2.3.1. Dispositif

Afin d'évaluer l'impact potentiel du chantier sur les zones avoisinantes en comparant les mesures amont/aval de la zone de travaux par rapport au vent dominant, **des mesures d'ambiance en poussières inhalables sont réalisées lorsque des travaux sont en cours en 4 points fixes situés en limite de propriété**, au niveau des 4 balises environnementales (Berthold).

Les poussières sont captées dans une coupelle (débit 10 L/min) pendant une journée (6 à 8 heures).

Cette prestation (mesure et analyse) est réalisée suivant la norme NF X43-262(P) et la méthode interne selon Metropol 85 par une société accréditée du COFRAC.

Par ailleurs, rappelons qu'une **campagne de mesures de la qualité de l'air a été menée directement sur les opérateurs travaillant sur le chantier mi-mai 2017**. Trois groupes homogènes d'exposition (GHE) ont été ciblés : un opérateur à pied, un conducteur d'engin et un coordinateur.

Les résultats de cette campagne sont présentés dans le bilan environnemental n°3.

2.3.2. Synthèse des résultats

Il n'y a pas eu de campagne de poussière durant cette période.

3. La surveillance de l'eau

Après un point zéro réalisé en avril 2015, **des prélèvements d'eau sont effectués deux fois par an** (aux périodes de basses et hautes eaux, respectivement en **octobre et avril**) dans les différentes nappes phréatiques présentes au droit du site :

- Nappe de l'Eocène supérieur
- Nappe du Brie
- ainsi que dans la fosse d'Aiguisy

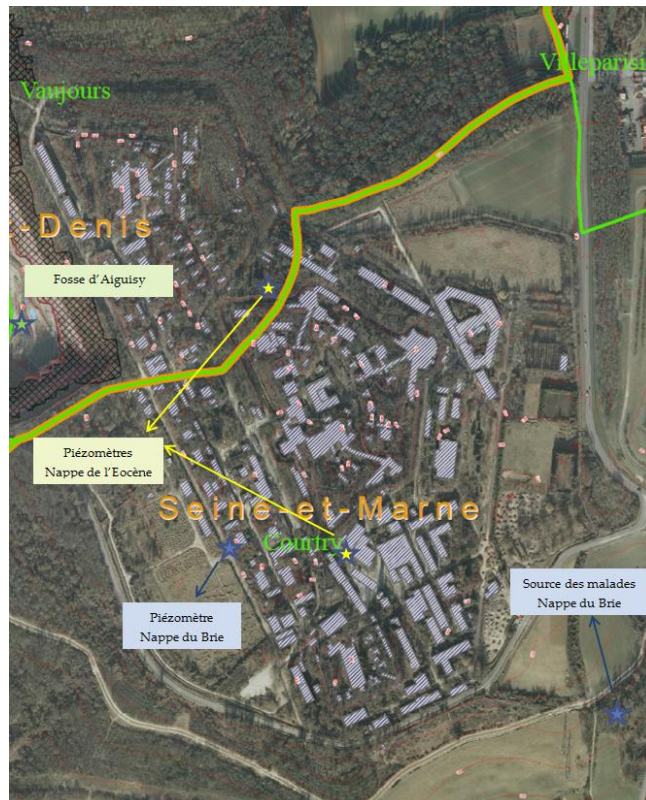


Figure 4 - Implantation des différents points de mesures

Lors de la CSS du 05 juillet 2017, Monsieur Grière, hydrogéologue expert, a précisé le contexte hydrogéologique régional, en particulier pour les aquifères de l'Eocène supérieur et du Calcaire de Brie présents au droit du site.

3.1. La nappe de l'Eocène supérieur

C'est la première nappe d'extension régionale au voisinage de la butte de l'Aulnay. C'est aussi la nappe la plus en profondeur : **elle se situe entre 50 et 70 mètres sous la surface**, sous les 4 masses de gypse dont elle est séparée par des niveaux marneux imperméables. Il n'y aura donc aucune interaction avec la future exploitation du Bois de Guisy.

Dans le Nord-Est de la région parisienne, **la nappe de l'Eocène supérieur s'écoule globalement du Nord vers le Sud** et est drainée par la Marne. **Localement son écoulement est plutôt est-ouest.**

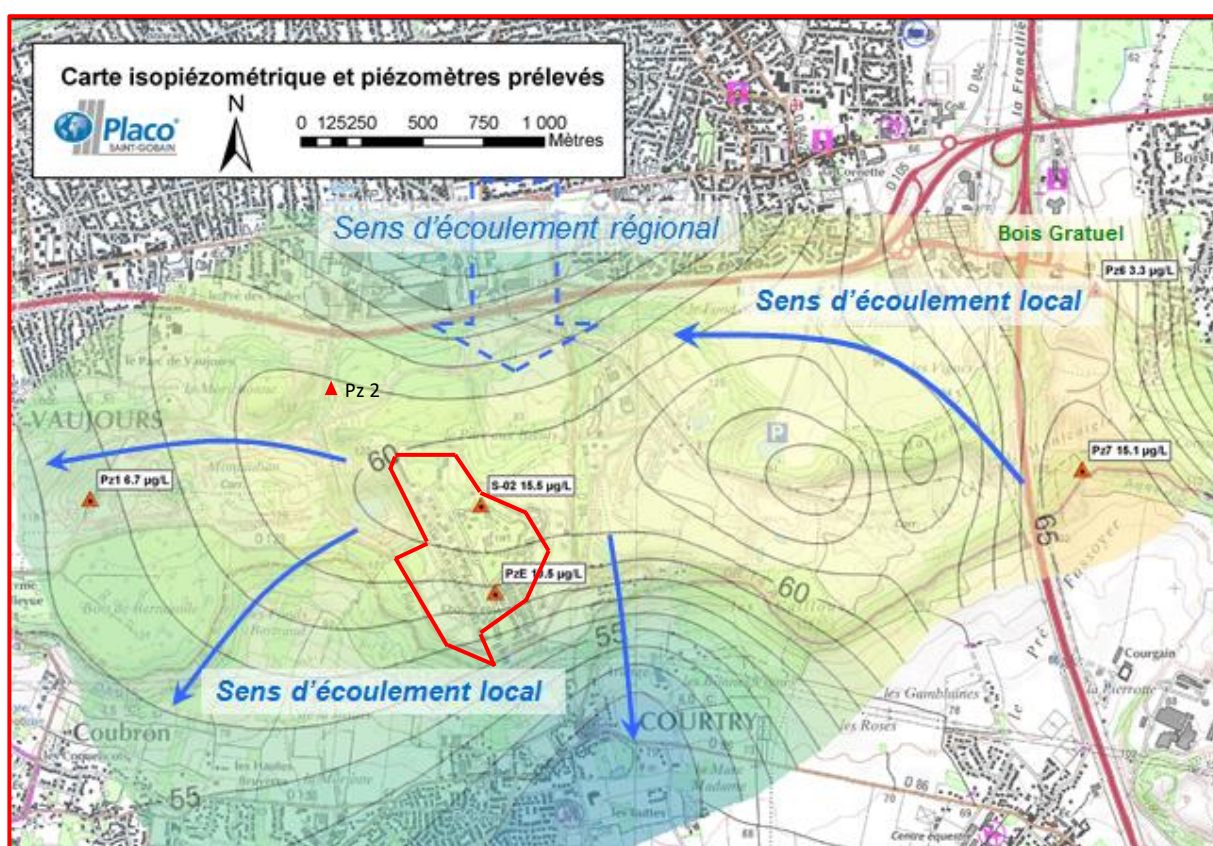


Figure 5 - Carte isopiezométrique et piézomètres prélevés

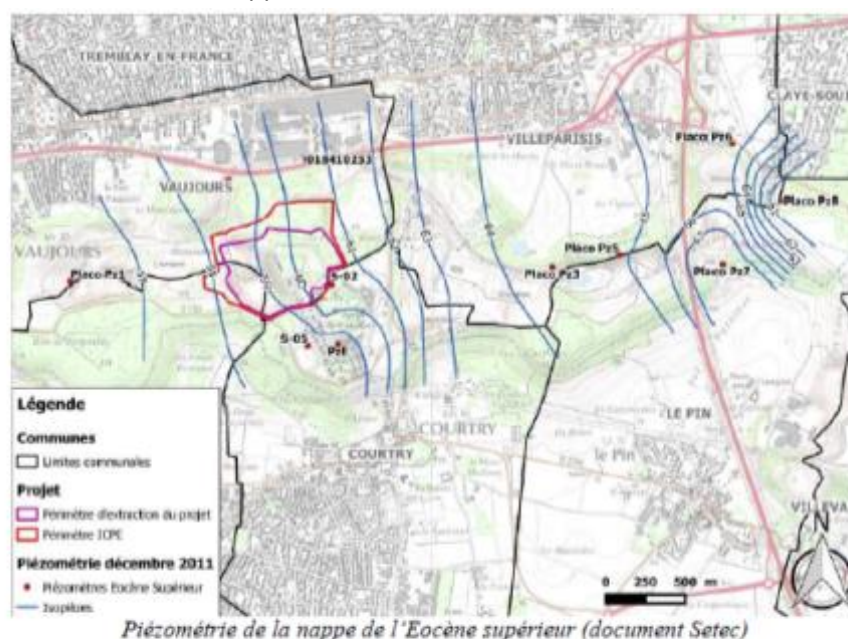
Cette nappe est utilisée essentiellement pour des usages industriels ou agricoles (arrosage et aspersion). Aucun ouvrage recensé n'est exploité comme captage d'eau potable.

Typologie de la nappe : eaux sulfatées calciques et magnésiennes à bicarbonatées (Etude hydraulique et hydrogéologique Hydratec 2013).

Dans son rapport, l'hydrogéologue expert a précisé que :

« Sous le Fort de Vaujours, différents aquifères existent. Les activités passées sur le site ne peuvent impacter ces aquifères dans la mesure où ils sont situés en profondeur et qu'ils ne sont pas en continuité hydraulique avec la nappe des calcaires de Brie. Les horizons situés entre les calcaires de Brie et les calcaires de Saint Ouen sont épais et peuvent être qualifiés d'imperméables (cf. les mesures de perméabilité). »

La figure suivante, extraite de son rapport, montre l'écoulement Est – Ouest de cette nappe.



La nappe s'écoule de l'Est vers l'Ouest. Il s'agit d'une nappe captive (Nappe généralement à une pression supérieure à la pression atmosphérique car isolée de la surface du sol par une formation géologique imperméable) puisque les niveaux mesurés se situent au-dessus du toit de la formation.

Figure 6 - Sens d'écoulement Est-ouest de la nappe de l'Eocène supérieur, au droit du Fort de Vaujours

3.1.1. Dispositif

Cette nappe fait l'objet d'un suivi des eaux dans le cadre de l'exploitation de nos carrières de Le Pin-Villeparisis et de Bernouille, situées respectivement à l'amont et à l'aval.

Deux piézomètres (Pz-E et S-02), installés quant à eux à l'intérieur du site (respectivement en 2002 et 2011), permettent d'effectuer des prélèvements au droit du fort de Vaujours.

3.1.2. Synthèse des résultats

Une campagne de prélèvement d'eau a été réalisée en novembre 2022. Les échantillons ont fait l'objet d'analyses radiologiques et physico-chimiques dont les rapports correspondants sont fournis en Annexe 3.

		piézomètre Pz S-02					piézomètre Pz-E				
		30/10/20	15/04/21	03/12/21	12/04/22	04/11/22	30/10/20	15/04/21	03/12/21	12/04/22	04/11/22
pH	-	7,30	7,2	7,3	7,3	7,1	7,3	7,2	7,3	7,4	7,2
Température de mesure du pH	°C	20,2	19,6	20,4	20,2	20,6	20,2	19,8	20,1	20,3	20,7
Matières en suspension totales	mg/l	36,0	12,0	5,0	2,5	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Carbone organique total (COT)	mg/l C	1,1	0,6	1,1	0,8	0,8	1,7	0,8	1,4	1,1	0,9

Tableau 4 : Paramètres physico-chimiques mesurés pour la nappe de l'Eocène supérieur

		piézomètre Pz S-02					piézomètre Pz-E				
		30/10/20	15/04/21	03/12/21	12/04/22	04/11/22	30/10/20	15/04/21	03/12/21	12/04/22	04/11/22
Activité alpha globale	Bq/l	0,14	0,36	0,49	0,32	/	0,23	0,30	0,59	0,35	/
Activité beta globale	Bq/l	0,18	0,48	0,53	0,39	/	0,26	0,32	1,14	0,27	/
Uranium total	µg/l	15,7	15,5	15,7	16,4	/	14,3	14,6	14,3	14,6	/

Tableau 5 : Résultats des analyses radiologiques effectuées pour la nappe de l'Eocène supérieur

BILAN ENVIRONNEMENTAL

A noter qu'en raison d'une mauvaise manipulation interne au laboratoire Algade sur les 2 échantillons prélevés dans Pz-S02 et Pz-E, les analyses des indices alpha et bêta globaux de la teneur en uranium ainsi que celle du tritium n'ont pu être menées.

Ainsi pour cette campagne, la présence d'uranium a été interprétée par Ginger Deleo uniquement à partir des résultats de la spectrométrie gamma (à partir de son descendant direct le thorium 234) qui ne montrent pas de variations par rapports aux précédentes campagnes.

		piézomètre Pz S-02						piézomètre Pz-E				
		30/10/20	15/04/21	03/12/21	12/04/22	04/11/22		30/10/20	15/04/21	03/12/21	12/04/22	04/11/22
Hydrocarbures												
Indice hydrocarbures (C10-C40)	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50		<50	<50	<50	<50	<50
Fraction C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10
Fraction C12-C16	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C20-C24	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C24-C28	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C28-C32	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Cations / Anions												
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Carbonates (CO3)	mg/l	<6	<6	<6	<6	<6		<6	<6	<6	<6	<6
Chlorures (Cl)	mg/l	27	27	28	28	27		11	11	12	12	11
Sulfates (SO4)	mg/l	1600	2000	1900	2000	1900		1500	1700	1800	1800	1800
Nitrates (NO3)	mg/l	0,22	<0,05	0,07	0,34	0,09		0,30	0,06	0,11	0,34	0,10
Nitrites (NO2)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluorures	mg/l	2,8	2,9	2,9	2,8	2,8		2,6	2,7	2,7	2,6	2,6
Métaux												
Antimoine total (Sb)	µg/l	<5,0	<5,0	6,10	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Arsenic total (As)	µg/l	10,0	12	12	13	11		15	18	16	16	15
Baryum total (Ba)	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10
Béryllium (Be)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Cadmium total (Cd)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chrome total (Cr)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Cuivre total (Cu)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0		6,1	5,1	4,2	3,5	2,8
Etain (Sn)	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	<10	<10	<10
Manganèse (Mn)	µg/l	6,5	1,5	2,4	1,9	3,7		17,0	4,4	6,9	6,3	8,3
Mercuré total (Hg)	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Molybdène total (Mo)	µg/l	24	22	23	21	24		19	19	19	18	20
Nickel total (Ni)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Plomb total (Pb)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Sélénium total (Se)	µg/l	6,7	7,5	8,6	8,3	7,8		7,3	7,3	6,1	6,0	7,3
Thallium (Tl)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0		<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Vanadium (V)	µg/l	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0		<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Zinc total (Zn)	µg/l	330	53	69	160	280		600	140	140	600	350
COV												
BTEX												
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l	8,4	4,7	6,3	11,0	15,0		7,2	20,0	9,4	24,0	23,0
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Xylènes (m+p)	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		0,30	0,40	0,61	0,98	1,30
Xylène ortho	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50		<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	0,61
1,2,4-triméthylbenzène (pseudo-cum)	µg/l	<0,10	<0,11	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	0,17	0,24	0,33	0,45
1,2,3-triméthylbenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10	<0,17	<0,17	<0,10	0,10
1,3,5-triméthylbenzène (mésitylène)	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
alpha-Méthylstyrène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Styrène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cumène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
n-Propylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Solvants organohalogénés												
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-dichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cis 1,2-dichloroéthène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50		<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50		<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène (PCE)	ug/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

BILAN ENVIRONNEMENTAL

		piézomètre Pz S-02					piézomètre Pz-E				
		30/10/20	15/04/21	03/12/21	12/04/22	04/11/22	30/10/20	15/04/21	03/12/21	12/04/22	04/11/22
HAP											
Acénaphthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acénaphthylène	ng/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Anthracène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (a) anthracène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (b) fluoranthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (k) fluoranthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (a) pyrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (g,h,i) pérylène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Indéno (1,2,3 cd) pyrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Chrysène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dibenzo (a,h) anthracène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluorène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Naphtalène	ng/l	<20	<20	<20	<20	<20	<20	50	40	<20	<20
Pyrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Phénanthrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	19	<10	<10
PCB											
PCB 28	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 52	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 101	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 118	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 138	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 153	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 180	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Substances pyrochimiques											
Acide picrique (PA)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGN)	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<1,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<1	<1	<0,5	<0,5	<0,5
Diphénylamine (DPA)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Hexogène	µg/l	<0,20	<0,20	<0,70	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,40	<0,20	<0,20
Hexyle	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nitroglycérine (NG)	µg/l	<4	<3,0	<1,9	<7,4	<0,50	<9,0	<2,5	<39	<38	<3,2
Octogène (HMX)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,37	<0,20	<0,40
Pentrite (PETN)	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Tétryle (CE)	µg/l	<0,40	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<1,0	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,3-Dinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,3,5-Trinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2-Amino-4,6-dinitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,24	<0,10	<0,10
2-Nitrotoluène	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
2,4-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	3,10	<0,10	<0,10
2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
3-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4-Amino-2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,31	<0,10	<0,10
4-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nitrocellulose-N	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	17,00	<10
Perchlorates	mg/l	<0,00010	<0,1	1,40	0,11	<0,10	<0,00010	0,11	0,12	0,20	0,14

Tableau 6 : Résultats des analyses chimiques effectuées pour la nappe de l'Eocène Supérieur

3.1.3. Conclusions

Les conclusions sont extraites de la note rédigée par Nudac, jointe en annexe 3 de ce bilan.

Analyses radiologiques

Les valeurs de la présente campagne sont du même ordre de grandeur que celles observées lors des précédentes campagnes.

De ce fait, il n'est pas identifié de variation significative depuis le début des travaux de démolition du Fort de Vaujours.

Analyses physico-chimiques

- Les composés / paramètres chimiques, matières en suspension, COT, chlorures, sulfates, nitrates, fluorures, métaux, ponctuellement des BTEX (toluène majoritairement) sont quantifiés à des teneurs supérieures aux seuils de quantification du laboratoire.
- Les concentrations des composés / paramètres sont inférieures aux seuils de potabilité à l'exception des teneurs en sulfates (typique d'eaux séléniteuses), arsenic et fluorures.

Néanmoins, la nappe de l'Eocène supérieure étant protégée par les argiles vertes et les marnes supragypseuses (formations peu à très peu perméables), ces dépassements ne peuvent être liés aux activités du site mais sont bien caractéristiques du système nappe/aquifère.

- Les teneurs des différents composés recherchés lors de la présente campagne sont globalement du même ordre de grandeur que celles de la campagne précédente. Ces données sont comparables avec les données antérieures locales sur la nature hydrogéochimique des eaux à dominantes sulfatée et faiblement sous-saturée vis-à-vis du gypse dans la nappe de l'Eocène supérieur (les masses et marnes du gypse surmontent en effet les formations Eocène supérieur dans la zone étudiée).

Les résultats d'analyses confirment donc l'absence d'impact chimique des activités exercées par le CEV et des travaux en cours sur les eaux de la nappe de l'Eocène supérieur.

3.2. La nappe du Brie

La nappe de Brie est la première nappe d'eau souterraine rencontrée au droit du fort de Vaujours. **C'est une nappe perchée de faible extension et temporaire**, contenue dans la formation calcaire du Brie. **Elle se situe à une profondeur d'environ 5 à 6 mètres.**

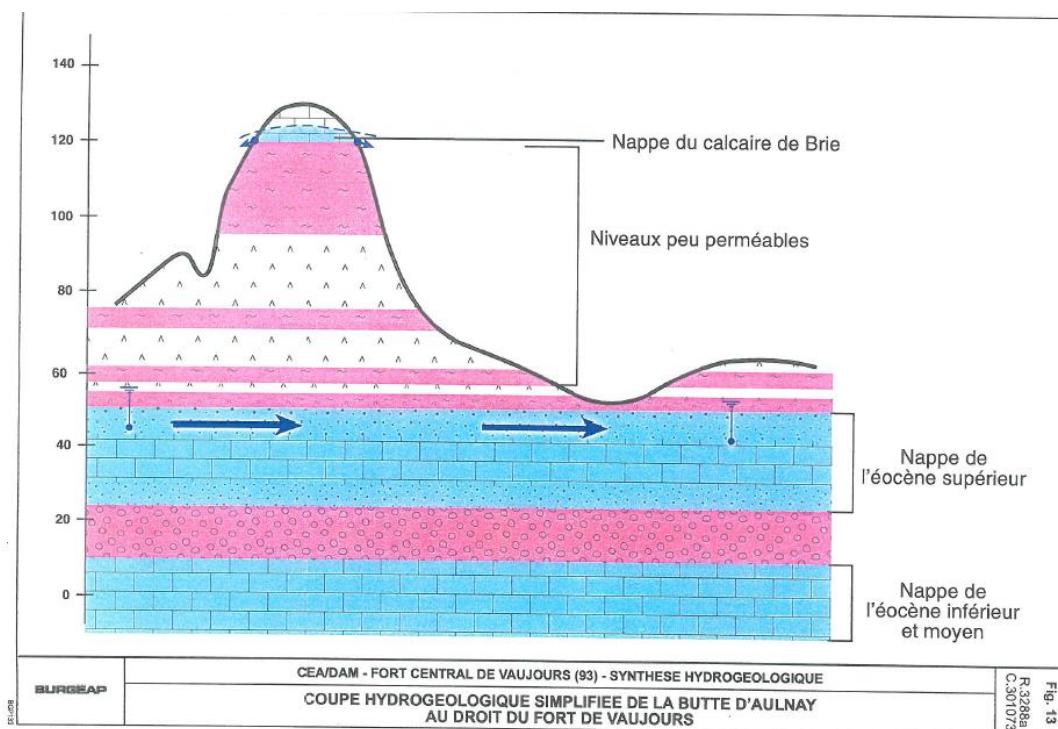


Figure 7 - Coupe hydrogéologique simplifiée de la butte de l'Aulnay

Cette nappe n'est pas exploitée dans le secteur du fort de Vaujours. Aucun puits n'y a été repéré. L'extension de cette nappe est très limitée autour du site.

Typologie de la nappe : eaux bicarbonatées calciques (Etude hydraulique et hydrogéologique Hydratec 2013).

3.2.1. Dispositif

Un réseau de piézomètres a été installé en septembre 2001 à l'intérieur du site dans le cadre des études hydrogéologiques engagées par le CEA dans le cadre de la procédure d'abandon. Parmi les 7 piézomètres installés, **PzB6 est encore opérationnel** et permet un suivi qualitatif et piézométrique de la nappe. Les autres piézomètres ont été détériorés entre 2003 et 2010 et sont désormais inutilisables.

Une source, sur le flanc sud-ouest de la butte de l'Aulnay, a été répertoriée comme exutoire naturel de la nappe du Brie : **la source des malades**.

Ce dispositif a été complété en novembre 2017 par l'installation de 3 piézomètres supplémentaires, un amont (Pz-B8) et deux avals (Pz-B9, Pz-B10), de 10 m de profondeur environ et ancrés dans les argiles vertes imperméables.

La carte ci-dessous présente l'implantation de ces nouveaux piézomètres, dont l'emplacement a été proposé par un expert hydrogéologue agréé.

NB : Le Pz-B8 est toujours à sec.

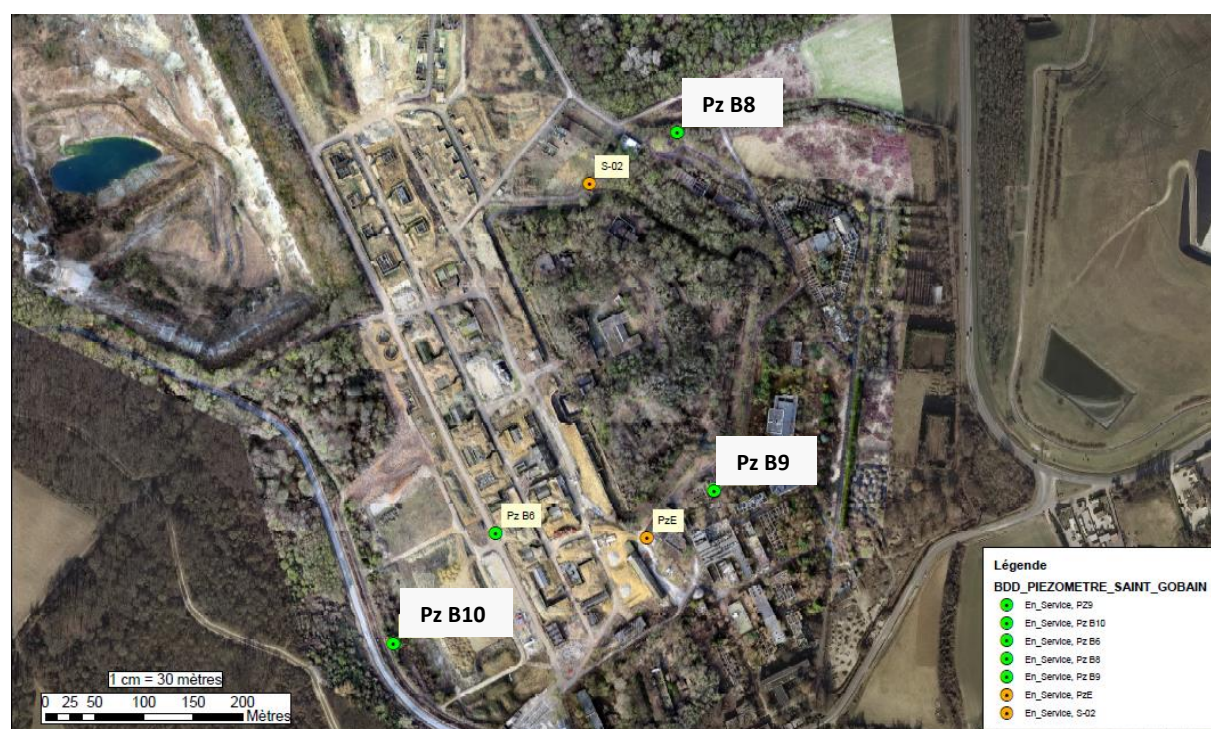


Figure 8 - Localisation des piézomètres supplémentaires dans la nappe de Brie

3.2.2. Synthèse des résultats

Une campagne de prélèvement d'eau a été réalisée en décembre 2022. Le pZ-B10 ne présentait pas un volume d'eau suffisant après la purge pour effectuer les prélèvements et la source des malade était à sec. Les échantillons ont fait l'objet d'analyses radiologiques et physico-chimiques dont les rapports correspondants sont fournis en Annexe 3.

		piézomètre Pz-B6					piézomètre Pz-B9				
		29/10/20	21/04/21	21/12/21	26/04/22	14/12/22	29/10/20	21/04/21	21/12/21	26/04/22	14/12/22
pH	-	7,3	7,1	7,3	7,3	7,2	7,3	7,0	7,1	7,3	7,1
Température de mesure du pH	°C	20,2	18,7	20,2	20,3	20,3	20,2	19,1	20,1	20,3	20,3
Matières en suspension totales	mg/l	880	380	620	34	340	160	250	500	50	100
Carbone organique total (COT)	mg/l C	2,3	1,8	1,9	1,2	1,9	1,9	2,0	1,8	1,5	2,0

Tableau 7 : Paramètres physico-chimiques mesurés pour la nappe de Brie

BILAN ENVIRONNEMENTAL

		piézomètre Pz-B6					piézomètre Pz-B9				
		29/10/20	21/04/21	21/12/21	26/04/22	14/12/22	29/10/20	21/04/21	21/12/21	26/04/22	14/12/22
Activité alpha globale	Bq/l	0,07	0,05	0,08	0,06	0,08	0,15	0,07	0,13	0,06	0,17
Activité beta globale	Bq/l	0,06	0,06	0,11	0,10	0,05	0,16	0,04	0,24	0,12	0,15
Uranium total	µg/l	2,7	2,3	2,4	2,6	2,5	4,8	1,70	2,70	1,70	3,90

Tableau 8 : Résultats des analyses radiologiques effectuées pour la nappe de Brie

		piézomètre Pz-B6					piézomètre Pz-B9				
		29/10/20	21/04/21	21/12/21	26/04/22	14/12/22	29/10/20	21/04/21	21/12/21	26/04/22	14/12/22
Hydrocarbures											
Indice hydrocarbures (C10-C40)	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Fraction C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fraction C12-C16	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C20-C24	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C24-C28	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	5,90	5,10	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C28-C32	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Cations / Anions											
Ammonium (NH4)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Carbonates (CO3)	mg/l	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6
Bicarbonates	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chlorures (Cl)	mg/l	18	17	16	20	17	33	34	40	47	37
Sulfates (SO4)	mg/l	210	180	190	260	280	86	84	83	91	88
Nitrates (NO3)	mg/l	0,86	0,57	1,40	1,50	2,10	0,96	0,38	0,43	0,73	0,78
Nitrites (NO2)	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluorures	mg/l	0,33	0,33	0,33	0,33	0,31	0,22	0,22	0,23	0,20	0,23
Métaux											
Antimoine total (Sb)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Arsenic total (As)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Baryum total (Ba)	µg/l	43	45	48	48	49	160	100	140	93	140
Béryllium (Be)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Cadmium total (Cd)	µg/l	<0,10	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chrome total (Cr)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Cuivre total (Cu)	µg/l	<2,0	<2,0	2,20	<2,0	<2,0	5,50	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Etain (Sn)	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Manganèse (Mn)	µg/l	1,7	1,1	1,1	3,6	<1,0	3,3	60,0	14,0	2,4	23,0
Mercuré total (Hg)	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Molybdène total (Mo)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Nickel total (Ni)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	9,00	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Plomb total (Pb)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Sélénium total (Se)	µg/l	13,0	8,8	10,0	12,0	11,0	17,0	15,0	11,0	10,0	16,0
Thallium (Tl)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Vanadium (V)	µg/l	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Zinc total (Zn)	µg/l	<2,0	<2,0	3,3	2,8	18,0	5,2	2,4	<2,0	2,30	<2,0
COV											
BTEX											
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Xylènes (m+p)	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Xylène ortho	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2,4-triméthylbenzène (pseudo-c)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,23
1,2,3-triméthylbenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,3,5-triméthylbenzène (mésitylène)	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
alpha-Méthylstyrène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Styrène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cumène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
n-Propylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Solvants organohalogénés											
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-dichloroéthylène	µg/l	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-dichloroéthène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cis 1,2-dichloroéthène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	0,9	<0,5	<0,5	0,70	0,60	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,60
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,6	1,4	0,9	1,0	1,2

BILAN ENVIRONNEMENTAL

HAP		piézomètre Pz-B6					piézomètre Pz-B9				
		29/10/20	21/04/21	21/12/21	26/04/22	14/12/22	29/10/20	21/04/21	21/12/21	26/04/22	14/12/22
Acénaphthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acénaphthylène	ng/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Anthracène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (a) anthracène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (b) fluoranthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (k) fluoranthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (a) pyrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (g,h,i) pérylène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Indéno (1,2,3 cd) pyrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Chrysène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Dibenzo (a,h) anthracène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluorène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Naphtalène	ng/l	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Pyrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Phénanthrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10
PCB											
PCB 28	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 52	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 101	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 118	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 138	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 153	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 180	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Substances pyrochimiques											
Acide picrique (PA)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dinitrate de diéthylèneglycol (DEG)	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<2,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Diphénylamine (DPA)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Hexogène	µg/l	30	20	20	22	22	<0,20	<0,20	0,31	<0,20	<0,20
Hexyle	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nitroglycérine (NG)	µg/l	<1,0	<1,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	1,30
Octogène (HMX)	µg/l	5,5	3,8	3,8	4,1	4,5	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Penthrène (PETN)	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Tétryle (CE)	µg/l	<0,2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
1,3-Dinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,3,5-Trinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2-Amino-4,6-dinitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2-Nitrotoluène	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
2,4-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
3-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4-Amino-2,6-dinitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nitrocellulose-N	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	10,00	<10	<10	<10	<10
Perchlorates	mg/l	<0,001	0,1300	0,1300	0,1600	<0,10	0,0003	0,2100	<0,10	0,3000	<0,10

Tableau 9 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur la nappe de Brie

3.2.3. Conclusions

Les conclusions sont extraites de la note rédigée par Nudac, jointe en annexe 3 de ce bilan.

Analyses radiologiques

Les valeurs de la présente campagne sont du même ordre de grandeur que celles observées lors des précédentes campagnes.

De ce fait, il n'est pas identifié de variation significative depuis le début des travaux de démolition du Fort de Vaujours.

BILAN ENVIRONNEMENTAL

Analyses physico-chimiques

- Les composés / paramètres chimiques, matières en suspension, COT, chlorures, nitrates, fluorures, des métaux, des COHV, ponctuellement des BTEX sont quantifiés à des teneurs supérieures aux seuils de quantification du laboratoire mais inférieures aux seuils de potabilité.
- La concentration du sélénium (11 à 16 µg/l) est supérieure au seuil de potabilité pour les ouvrages PZB6 et PZB9,
- La concentration en sulfates (280 mg/l) est supérieure au seuil de potabilité pour PZB6,
- La teneur en manganèse en PZB9 est de 23 µg/l, en augmentation par rapport à la campagne précédente (2,4 µg/l),
- La teneur en zinc en PZB6 est de 18 µg/l, en augmentation par rapport à la campagne précédente (2,8 µg/l),
- Les autres concentrations mesurées sont globalement du même ordre de grandeur que celles de la campagne précédente.
- Les composés pyrochimiques, hexogène et octogène, composés traceurs des explosifs militaires qui ont été utilisés sur le site, sont quantifiés pour PZB6. Les teneurs enregistrées sont du même ordre de grandeur que celles des précédentes campagnes. En l'absence de valeur de comparaison, il convient de continuer à suivre l'évolution de ces teneurs dans les eaux au cours des prochaines campagnes.
- Lors de la présente campagne, de la Nitroglycérine est quantifiée dans PZB9 (1,3 µg/l).

3.3. La fosse d'Aiguisy

Ce bassin collecte les eaux de pluie et les eaux de ruissellement via le talus commun au Nord-Ouest du site. La Fosse d'Aiguisy est aussi fortement minéralisée du fait du ruissellement des eaux météoriques sur des formations marneuses gypsifères.

3.3.1. Dispositif

Des prélèvements sont effectués au niveau du bassin.

NB : Conformément aux remarques de la note de l'ASN du 07 novembre 2016 relative à la tierce expertise des contrôles radiologiques réalisée par le CENBG, **des analyses complémentaires ont été menées fin novembre 2016 dans des bassins des carrières de Le Pin-Villeparisis et de Bernouille**. Les résultats sont présentés dans le bilan environnemental n°2.

3.3.2. Synthèse des résultats

Une campagne de prélèvement d'eau a été réalisée en décembre 2022. L'échantillon a fait l'objet d'analyses radiologiques et physico-chimiques dont le rapport correspondant est fourni en Annexe 3.

		Fosse d'Aiguisy				
		30/10/20	15/04/21	21/12/21	04/05/22	14/12/22
pH	-	7,8	7,7	7,6	8,2	7,6
Température de mesure du pH	°C	20,3	19,3	20,5	20,1	20,2
Matières en suspension totales	mg/l	17,0	13,0	6,6	5,2	180,0
Carbone organique total (COT)	mg/l C	15,0	9,8	9,8	9,6	16,0

Tableau 10 : Paramètres physico-chimiques mesurés dans la fosse d'Aiguisy

BILAN ENVIRONNEMENTAL

		Fosse d'Aiguisy				
		30/10/20	15/04/21	21/12/21	04/05/22	14/12/22
Activité alpha globale	Bq/l	0,14	0,25	0,27	0,25	0,15
Activité beta globale	Bq/l	2,46	1,05	1,71	1,68	1,52
Uranium total	µg/l	7,30	10,40	12,50	7,60	7,70

Tableau 11 : Mesures radiologiques effectuées pour la fosse d'Aiguisy

		Fosse d'Aiguisy				
		30/10/20	15/04/21	21/12/21	04/05/22	14/12/22
Hydrocarbures						
Indice hydrocarbures (C10-C40)	µg/l	<50	67	<50	<50	<50
Fraction C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10
Fraction C12-C16	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C20-C24	µg/l	11,0	8,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C24-C28	µg/l	13,0	32,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C28-C32	µg/l	5,6	16,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Cations / Anions						
Ammonium (NH ₄)	mg/l	1,80	1,60	2,10	0,05	0,13
Carbonates (CO ₃)	mg/l	<6	<6	<6	<6	<6
Bicarbonates	mg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Chlorures (Cl)	mg/l	68	54	52	50	56
Sulfates (SO ₄)	mg/l	1500	1800	1700	1800	1700
Nitrates (NO ₃)	mg/l	0,33	<0,05	0,17	<0,05	0,07
Nitrites (NO ₂)	mg/l	0,0	0,0	0,0	<0,01	<0,01
Fluorures	mg/l	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1
Métaux						
Antimoine total (Sb)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Arsenic total (As)	µg/l	12	9	9	8	<5,0
Baryum total (Ba)	µg/l	32	27	30	22	18
Béryllium (Be)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Cadmium total (Cd)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Chrome total (Cr)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Cuivre total (Cu)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Etain (Sn)	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10
Manganèse (Mn)	µg/l	80	60	91	2	2
Mercure total (Hg)	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Molybdène total (Mo)	µg/l	77	51	47	46	38
Nickel total (Ni)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Plomb total (Pb)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Sélénium total (Se)	µg/l	<5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Thallium (Tl)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Vanadium (V)	µg/l	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Zinc total (Zn)	µg/l	10,0	14,0	5,5	3,0	33,0

BILAN ENVIRONNEMENTAL

		Fosse d'Aiguisy				
		30/10/20	15/04/21	21/12/21	04/05/22	14/12/22
COV						
BTEX						
Benzène	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Toluène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Ethylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Xylènes (m+p)	µg/l	0,40	0,40	0,65	<0,2	<0,2
Xylène ortho	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
1,2,4-triméthylbenzène (pseudo-cumène)	µg/l	0,19	0,40	0,64	<0,10	<0,10
1,2,3-triméthylbenzène	µg/l	0,13	0,22	0,33	<0,10	<0,10
1,3,5-triméthylbenzène (méstyliène)	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
alpha-Méthylstyrène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Styrène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cumène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
n-Propylbenzène	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Solvants organohalogénés						
Dichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachlorométhane	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trichlorométhane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,1-trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1,2-trichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
1,1-dichloroéthylène	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chlorure de vinyle	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
1,2-dichloroéthane	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cis 1,2-dichloroéthène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trans 1,2-dichloroéthylène	µg/l	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Trichloroéthylène (TCE)	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Tétrachloroéthylène (PCE)	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
HAP						
Acénaphène	ng/l	66	110	240	30	20
Acénaphthylène	ng/l	<50	<50	<50	<50	<50
Anthracène	ng/l	23	<10	<10	12	<10
Benzo (a) anthracène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (b) fluoranthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	15
Benzo (k) fluoranthène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10
Benzo (a) pyrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	11
Benzo (g,h,i) pérylène	ng/l	<10	<10	<10	<10	11
Indéno (1,2,3 cd) pyrène	ng/l	<10	<10	<10	<10	11
Chrysène	ng/l	<10	<10	<10	<10	14
Dibenzo (a,h) anthracène	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoranthène	ng/l	75	61	110	27	26
Fluorène	ng/l	49	120	280	42	24
Naphtalène	ng/l	300	880	1600	900	80
Pyrène	ng/l	35	29	60	<10	19
Phénanthrène	ng/l	140	190	450	35	23
PCB						
PCB 28	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 52	ng/l	<10	<10	<10	<10	31
PCB 101	ng/l	<10	<10	<10	<10	13
PCB 118	ng/l	<10	<10	<10	<10	11
PCB 138	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 153	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10
PCB 180	ng/l	<10	<10	<10	<10	<10

BILAN ENVIRONNEMENTAL

		Fosse d'Aiguisy				
		30/10/20	15/04/21	21/12/21	04/05/22	14/12/22
Substances pyrochimiques						
Acide picrique (PA)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Dinitrate de diéthylèneglycol (DEGN)	µg/l	<1,0	<1,0	<3,5	<0,50	<0,50
Dinitrate d'éthylèneglycol (EGDN)	µg/l	<1,5	<1,0	<2,2	<0,50	<0,50
Diphénylamine (DPA)	µg/l	<0,40	<0,40	<1	<0,20	<0,40
Hexogène	µg/l	<0,40	<0,20	<1	<0,20	<0,20
Hexyle	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nitroglycérine (NG)	µg/l	<9,5	<0,50	<2,9	<5,3	<2,0
Octogène (HMX)	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Penthrite (PETN)	µg/l	<6,0	<1,0	<1,0	<0,50	<0,50
Tétryle (CE)	µg/l	<0,20	<0,20	<1,0	<0,20	<0,20
1,3-Dinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
1,3,5-Trinitrobenzène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2-Amino-4,6-dinitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2-Nitrotoluène	µg/l	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
2,4-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
2,4,6-Trinitrotoluène (TNT)	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
3-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4-Amino-2,6-Dinitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
4-Nitrotoluène	µg/l	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Nitrocellulose-N	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10
Perchlorates	mg/l	0,0001	0,3000	<0,1	<0,10	0,7600

Tableau 12 : Résultats des analyses chimiques effectuées sur la fosse d'Aiguisy

3.3.3. Conclusion

Les conclusions sont extraites de la note rédigée par Nudac, jointe en annexe 3 de ce bilan.

Analyses radiologiques

Les valeurs de la présente campagne sont du même ordre de grandeur que celles observées lors des précédentes campagnes.

De ce fait, il n'est pas identifié de variation significative depuis le début des travaux de démolition du Fort de Vaujours.

Analyses physico-chimiques

- les composés chimiques / paramètres physico-chimiques, matières en suspension, COT, ammonium, chlorures, sulfates, fluorures, nitrates, des métaux, des HAP, des PCB et ponctuellement des phtalates sont retrouvés à des teneurs supérieures aux seuils de quantification du laboratoire et inférieures aux seuils de potabilité à l'exception des sulfates. Rappelons que la fosse d'Aiguisy n'est pas en communication avec la nappe de l'Eocène supérieur mais récupère les eaux de ruissellement et celles des exutoires de la nappe de Brie, eaux qui percolent au travers des colluvions riches en argiles, marnes et gypse.
- Les teneurs sont globalement du même ordre de grandeur que celles de la campagne précédente, hormis pour les substances suivantes :
 - le zinc, en augmentation : 3 µg/l en avril 2022 et 33 µg/l en décembre 2022

BILAN ENVIRONNEMENTAL

- les HAP, où une augmentation est observée : somme des 6 HAP de 27 ng/l en mai 2022, et de 62 ng/l en mai 2022,
- les PCB, qui sont détectés lors de la présente campagne (11 à 31 ng/l).

4. Les déchets

4.1.1. Suivi des matériaux sortis du site

Aucun déchet n'est sorti du site sur la période.

Ci-dessous le total des déchets sortis du site depuis janvier 2017 :

		31/12/2020	30/06/2021	31/12/2021	10/02/2022	31/12/2022
Amiante	big bag	663	663	663	663	663
	palettes (300 kg)	111	111	111	111	111
	body bennes (8 t)	85	85	85	85	85
DIB	bennes (30 m ³)	7	8	8	8	8
	m ³	-	-	-	4	4
Gravats	camions (10 m ³)	90	90	90	90	90
Ferraille	camions (60 m ³)	55	55	55	55	55
	bennes (30 m ³)	29	29	29	29	29
	tonnes	23,28	25,28	25,28	59,24	59,24
Bois	camions (± 25 t)	59	59	59	59	59
	bennes	4	4	4	4	4
Terre	big-bag	-	-	37	37	37
Divers	big bag	3	3	3	3	3

4.1.2. Destination des Déchets Industriels Dangereux (DID)

Les déchets amiantés ont été évacués :

- à destination de SITA VILLEPARIS pour l'amiante libre
- à destination de COSSON SAINT-WITZ pour l'amiante liée

4.1.3. A venir

Les objets découverts en zone A4/A5/A8 et présentant des traces d'uranium manufacturé ont été retirés et conditionnés dans des sacs vinyles. Les terres situées autour ont quant à elle été curées et conditionnées en big-bags. Il y avait au total 1406 big bags de terre et 19 big-bag de ferrailles qui ont été/seront envoyés à l'ANDRA en filière TFA ou en filière autorisée.

A ce jour 53 big bags, dont ceux contenant les ferrailles, ont été envoyés à l'ANDRA.

ANNEXES