

RECYCLEO

12 rue Notre-Dame des Victoires – 75002 PARIS

COMMUNE D'EOLE-EN-BEAUCE (28)



**INSTALLATION DE STOCKAGE DE DECHETS INERTES
A VILLEAU**

ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE

Ref. **22-033/28**

Version 1 / févr.-23



CPGF-HORIZON

DESTINATAIRE**RECYCLEO****LOCALISATION****Commune d'EOLE-EN-BEAUCE (28)****OBJET DE L'ETUDE****Installation de stockage de déchets inertes à Villeau****N° AFFAIRE : 22-033/28****INTITULE DU RAPPORT****Etude hydrogéologique****Conditions d'utilisation du rapport**

Ce présent document est, dans sa globalité :

Rédigé à l'usage exclusif du maître d'ouvrage et de façon à répondre aux objectifs contractuels ;

La propriété exclusive de maître d'ouvrage, les conséquences des décisions prises suite aux recommandations émises ne pourront en aucun cas être imputées à CPGF HORIZON ;

Basé sur les connaissances techniques, réglementaires et scientifiques disponibles à la date d'émission du rapport et se limite à la zone étudiée ;

Indissociable, une utilisation partielle ou toute interprétation dépassant les recommandations émises ne saurait engager la responsabilité de CPGF HORIZON sauf en cas d'accord préalable établi.

version N°	Date	Rédigé par	Relecture	Modifications / Evolutions
1	22/02/2023	A. Boulais	M. Moreau	

Ce rapport peut être cité comme suit :

CPGF-HORIZON, 2023. Installation de stockage de déchets inertes à Villeau. Etude hydrogéologique.

Rapport n°22-033/28, v1. Auteur(s) : Adrien Boulais, Mickaël Moreau

SOMMAIRE

1 Introduction	5
2 Contexte hydrogéologique	7
2.1 Contexte géologique	7
2.2 Contexte hydrogéologique	10
2.2.1 Aquifère multicouche de Beauce	10
2.2.2 Paramètres hydrodynamiques	10
2.2.3 Recharge.....	10
2.2.4 Piézométrie	12
2.2.5 Ancien captage AEP Tilleau à Villeau	16
2.2.6 Suivi de la qualité des eaux souterraines	18
3 Impacts des déblais inertes à surconcentration	19
3.1 Méthodologie : présentation de l'outil HYDROTEX	19
3.1.1 Etape 1 : Concentrations dans les terres et dans la nappe	19
3.1.2 Etape 2 : Concentrations dans la nappe au droit du projet	20
3.1.3 Etape 3 : Concentrations en nappe en aval hydraulique	20
3.2 Calculs des concentrations dans les terres et dans la nappe (étape 1)	20
3.2.1 Concentrations dans les terres d'apport	20
3.2.2 Concentrations initiales dans la nappe	21
3.2.3 Concentrations cibles.....	22
3.2.4 Bilan de l'étape 1.....	22
3.3 Concentrations dans la nappe au droit du site de stockage (étape 2).....	23
3.4 Concentrations dans la nappe en aval hydraulique (étape 3)	24
3.4.1 Paramétrisation	24
3.4.2 Tests de sensibilité des paramètres	25
3.5 Impact sur les forages d'irrigation	27
3.6 Impacts des déblais à surconcentrations d'origine naturelle (TN+)	28
3.7 Synthèse des seuils d'acceptation des déchets inertes présentant des surconcentrations K3+ et TN+	29
4 Bilan	30
5 Références	31
6 Annexes	32

FIGURES

Figure 1-1 : Carte de situation générale	6
Figure 2-1 : Contexte géologique	8
Figure 2-2 : Photographie des « Marnes de Villeau » - carrière MEAC (CPGF, 2022).....	9
Figure 2-3 : Hauteurs moyennes mensuelles de pluviométrie et d'évapotranspiration - station climatique de Chartres.....	11
Figure 2-4 : Extrait de la carte piézométrique hautes eaux 2002 (source SIGES/BRGM).....	12
Figure 2-5 : Esquisse piézométrique de mai 2022	14
Figure 2-6 : Photographies des 4 piézomètres de surveillance RECYCLEO (CPGF, mai 2022)	15
Figure 2-7 : Photographies des 3 puits mesurés (CPGF, mai 2022)	15
Figure 2-8 : Photographies des 2 forages d'irrigation mesurés hors pompage (CPGF, mai 2022)	16
Figure 2-9 : Log géologique validé du forage 03262X0009 (source BSS/BRGM)	16
Figure 2-10 : Concentrations en nitrates et pesticides sur le forage de Tilleau (source ADES)	17
Figure 3-1 : Schéma de principe de l'approche en 3 étapes d'HYDROTEX (source BRGM).....	19

TABLEAUX

Tableau 1-1 : Identification du demandeur	5
Tableau 2-1 : Log géologique de synthèse au droit du projet	9
Tableau 2-2 : Estimation de la recharge pour des RFU de 75, 100 et 150 mm.....	11
Tableau 2-3 : Mesures piézométriques effectuées au cours de la campagne du 12 mai 2022.....	13
Tableau 2-4 : Résultats d'analyses sur les piézomètres P2, P3 et P4 (prélèvements du 07/04/2022)	18
Tableau 3-1 : Concentrations dans les terres d'apport (déblais inertes).....	21
Tableau 3-2 : Concentrations initiales dans la nappe	21
Tableau 3-3 : Définition des concentrations cibles.....	22
Tableau 3-4 : Bilan des concentrations dans l'éluât en étape 1 (calculs HYDROTEX)	22
Tableau 3-5 : Paramètres à renseigner dans Hydrotex pour l'étape 2	23
Tableau 3-6 : Bilan des concentrations après dilution en étape 2 (calculs HYDROTEX)	23
Tableau 3-7 : Paramètres à renseigner dans Hydrotex (étape 3 – HYDROTEX).....	24
Tableau 3-8 : Bilan des concentrations dans la nappe après transport (étape 3 – HYDROTEX)	24
Tableau 3-9 : Bilan des concentrations pour l'arsenic et le plomb - étapes 1 à 3.....	25

Tableau 3-10 : Test de sensibilité - paramètre infiltration	25
Tableau 3-11 : Test de sensibilité - paramètre perméabilité	25
Tableau 3-12 : Test de sensibilité - paramètre porosité efficace	26
Tableau 3-13 : Classes d'aptitude à l'irrigation selon le SEQ-Eau souterraine	27
Tableau 3-14 : Compatibilité des lixiviats des déblais+ avec un usage de l'eau pour l'irrigation	27
Tableau 3-15 : Calculs des seuils pour les déblais à surconcentration d'origine naturelle	28
Tableau 3-16 : Seuils d'acceptation des déchets inertes présentant des surconcentrations	29

ANNEXES

ANNEXE 1 : Fiche climatique Météo-France de Chartres	33
--	----

ANNEXE 2 : Rapports d'analyses SYPAC – prélèvements du 07/04/22 sur les Piézomètres Pz2, Pz3, Pz4	
---	--

Introduction

La société RECYCLEO projette le stockage de déchets inertes dont des déblais à surconcentrations d'origine naturelle du Grand Paris à Villeau, sur la commune d'Eole-en-Beauce (28).

La nouvelle zone concernée est reportée sur la Figure 1-1. Elle s'étend sur une superficie d'environ 31 ha.

Tableau 1-1 : Identification du demandeur

Nom de la société	RECYCLEO
Gérant	Serge MARTEL de la CHESNAYE
Adresse	12 rue Notre Dame des Victoires 75002 PARIS
Téléphone	+33 (0)6 45 67 14 51
Numéro de SIRET :	79192979700029

Selon l'arrêté du 12 décembre 2014 (article 3) et le guide d'orientation de la DRIEE d'Ile-de-France intitulé « Acceptation des déblais et terres excavées », il est mentionné le point suivant : « Dans le cas où les valeurs demandées ne sont pas compatibles avec le fond géochimique local, l'exploitant devra démontrer, à l'aide d'une étude fournie par un hydrogéologue indépendant, que les risques de pollution des eaux de surface et des eaux souterraines sont acceptables ».

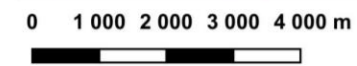
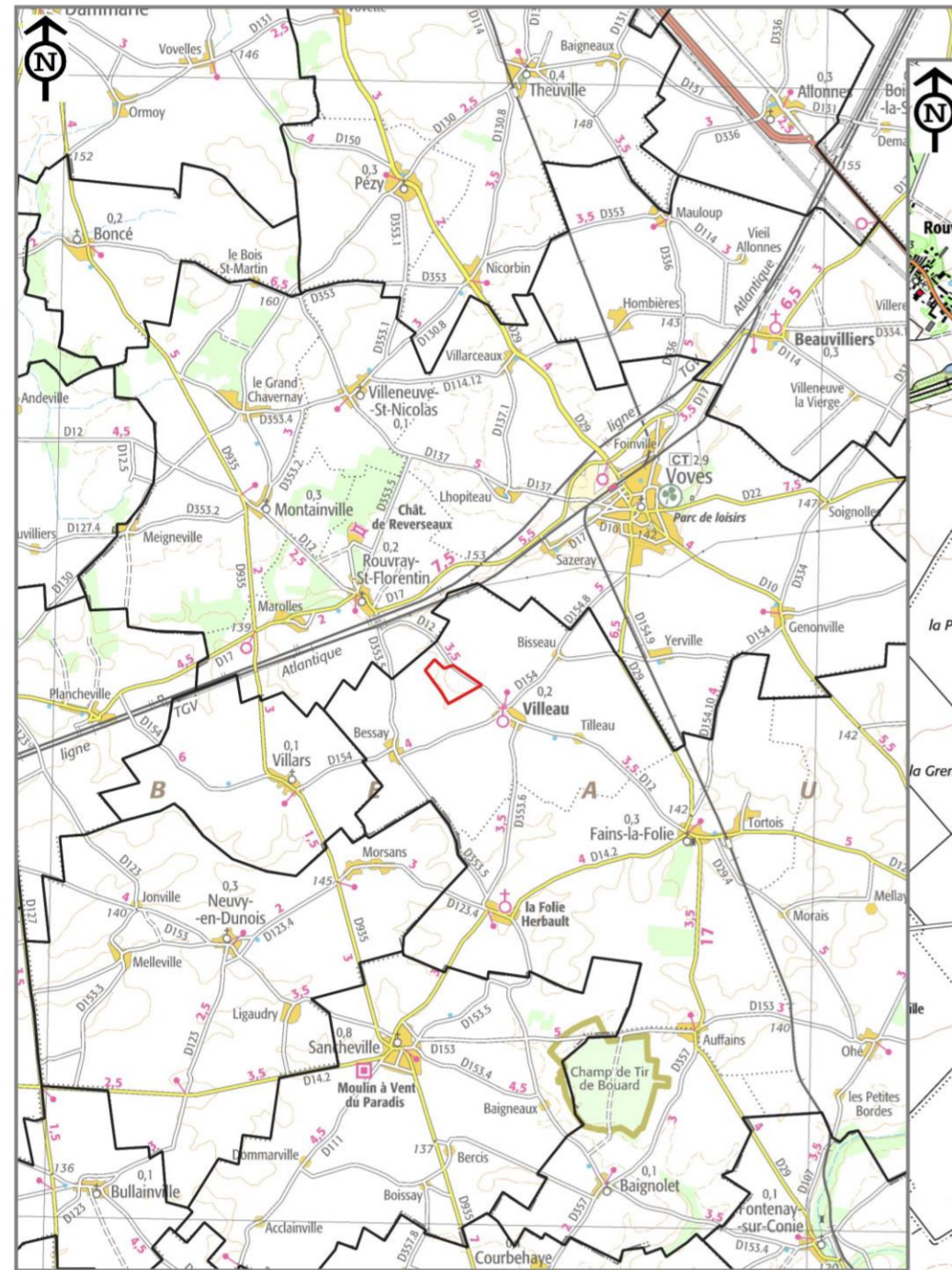
Le substratum correspond à des carbonates (calcaires pulvérulents) dénommés « Marnes de Villeau ». Les calcaires reposent sur la craie sénonienne. Le fond pédogéochimique n'étant pas comparable avec les déblais envisagés, une étude hydrogéologique s'avère nécessaire.

L'outil HYDROTEX développé par le BRGM a été utilisé afin de vérifier si la réutilisation hors site des terres excavées, pour des conditions hydrogéologiques données, affecte ou non la qualité des eaux de la nappe de Beauce.

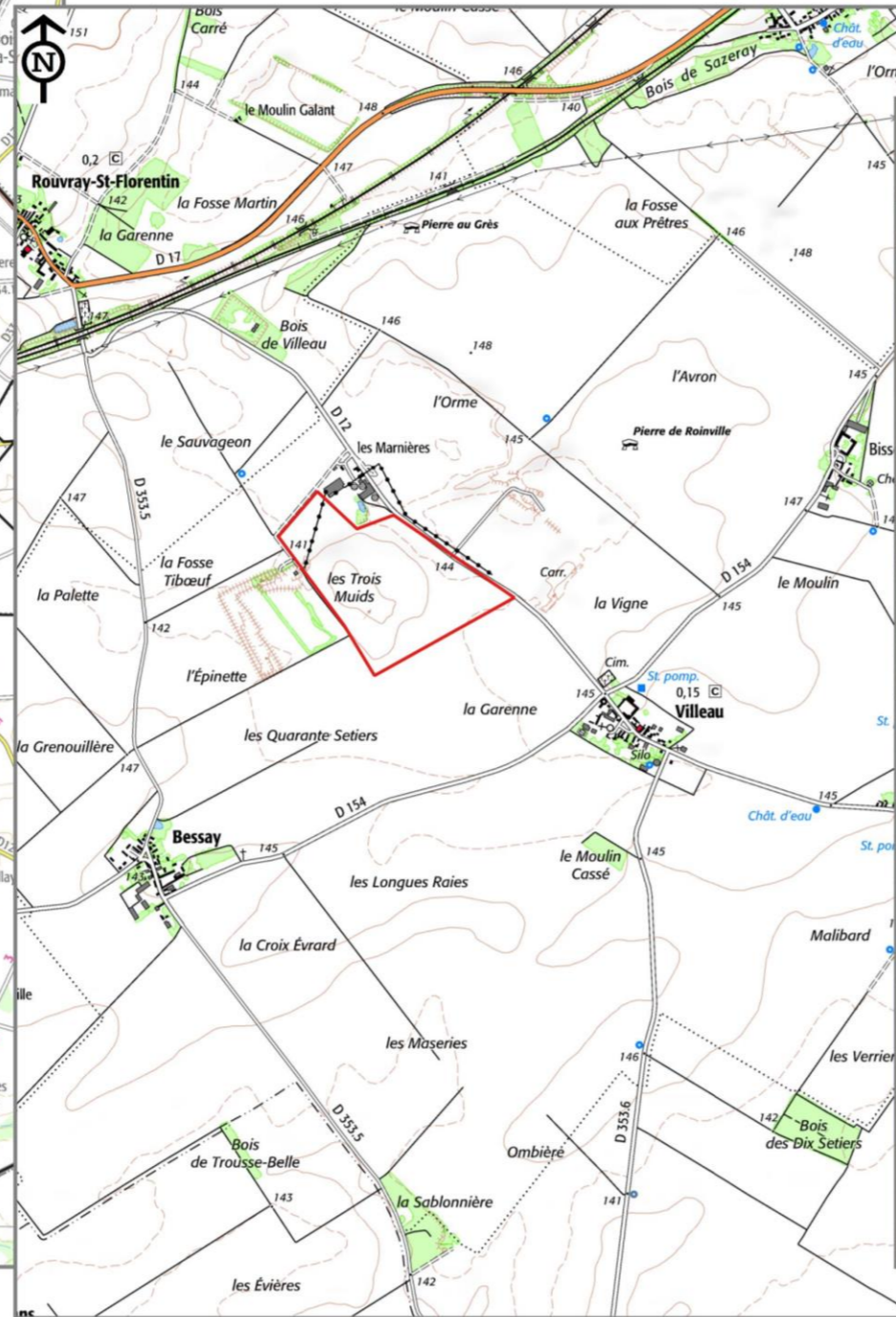
La présente étude a pour objectif d'étudier les seuils d'acceptation des matériaux inertes conformément aux textes en vigueur.

CARTE DE SITUATION GENERALE

Extrait carte IGN 1/100 000



Extrait carte IGN 1/25 000



Emprise du projet
Limites de communes

Extrait BDOrtho IGN

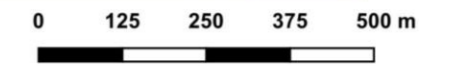


Figure 1-1 : Carte de situation générale

Contexte hydrogéologique

Les contextes géologiques et hydrogéologiques ont été analysés en 2019 par la société ERM (réf. Rapport ERM 19 238 ABo 283). Les données sont actualisées dans le présent chapitre.

2.1 Contexte géologique

Le projet est reporté sur fond de carte géologique du BRGM en Figure 2-1.

2.1.1.1 Cadre général

Située à moins d'une centaine de kilomètres au sud-ouest de Paris, la zone d'étude concerne la région naturelle de la Beauce. Il s'agit d'une entité morphologique très plane qui s'étend au nord de la Loire, depuis Orléans jusqu'à Etampes. Elle correspond à un bassin de sédimentation tertiaire qui s'est formé entre 43 et 23 millions d'années, de l'Eocène à l'Aquitainien.

Le bassin de la Beauce est centré vers Pithiviers et se compose des calcaires de Pithiviers et des calcaires d'Etampes (ou calcaires de Morancez) sous-jacents. Cet ensemble n'atteint pas les cours d'eau du Loing, du Loir et de l'Eure où apparaît la craie. Les calcaires s'enfoncent en direction de la Loire, vers la fosse de Sologne.

Les calcaires lacustres de Beauce sont constitués de deux assises calcaires principales : le calcaire de Pithiviers et le calcaire d'Etampes, séparés par un banc marneux dénommé Molasse du Gâtinais (ou marnes de Voise).

Sous les calcaires de Beauce se trouvent les calcaires crayeux du Sénonien-Turonien, séparés par de l'argile à silex, produit de décalcification de cette craie. Epaisse de 300 m, la craie devient marneuse vers sa base et passe à une série détritique formée d'une alternance d'argile et de sable du Crétacé inférieur. C'est dans cet ensemble que l'on trouve les formations aquifères de l'Albien et du Néocomien, jusqu'à près de 1000 m de profondeur.

Les dépôts calcaires du Jurassique se retrouvent plus profondément ; ils sont connus comme réservoir géothermique et pétrolier sous un faciès de barrière calcaire oolithique.

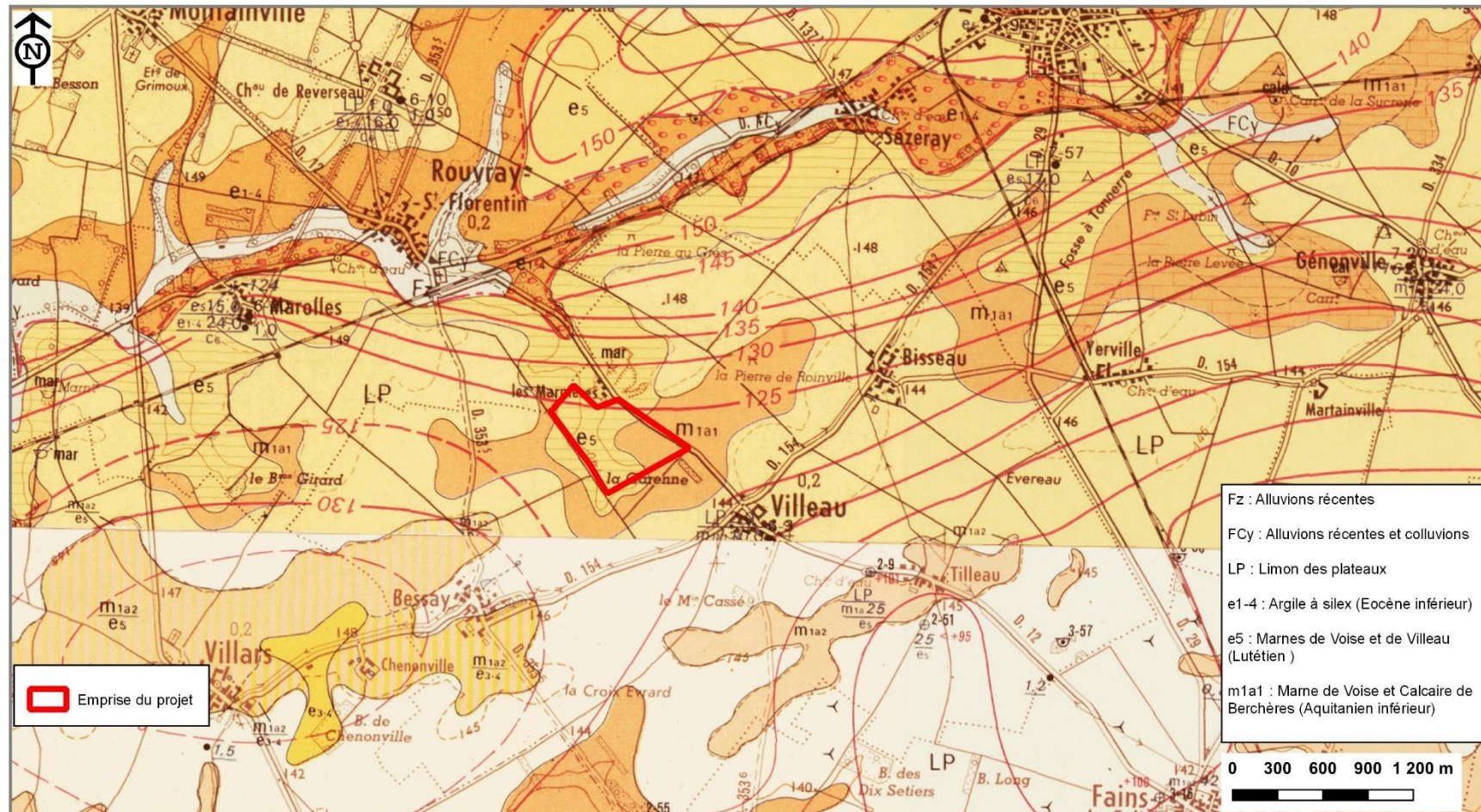
A la base des terrains sédimentaires, se rencontrent les argiles du Trias inférieur, ces derniers constituant l'ultime réservoir aquifère du Bassin de Paris.

RECYCLEO

Installation de stockage de déchets inertes à Villeau

Contexte géologique

Extrait carte géologique BRGM au 1/50 000



CPGF-HORIZON 22-033/28

Figure 2-1 : Contexte géologique

2.1.1.2 Contexte local

Le projet intéresse la formation dénommée « Marnes dites de Villeau », qui affleurent entre l'Argile à silex à l'ouest et le calcaire de Beauce à l'est. L'épaisseur moyenne est de l'ordre de 8 m et peut atteindre localement 15 m.

Les photographies ci-dessous présentent les Marnes de Villeau qui sont exploitées par la carrière MEAC en limite sud-ouest du projet. La notice géologique précise qu'il s'agit plutôt d'un calcaire pulvérulent que d'une véritable marne et que cette formation est constituée par plus de 98 % de calcite pure.

Les photographies permettent de visualiser la présence des limons bruns qui reposent sur le calcaire par un lapiez d'érosion. Des poches d'argiles vertes sont relevées au sommet du calcaire.



Figure 2-2 : Photographie des « Marnes de Villeau » - carrière MEAC (CPGF, 2022)

Le Tableau 2-1 présente le log stratigraphique de synthèse extrait de l'étude ERM de 2020, qui a été élaboré à partir des données de la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM.

Tableau 2-1 : Log géologique de synthèse au droit du projet

Formation	Epaisseur	Lithologie	Stratigraphie
Sol - Limons des plateaux	1 à 2 m	Terre végétale + limons fins brun	Quaternaire
Marnes de Villeau	4 à 7 m	Calcaire pulvérulent	Lutétien
Argiles à silex post-Campanien	7 à 9 m	Argile à silex	Paléocène
Craie blanche à silex	> 25 m	Craie à silex	Séno-Turonien

2.2 Contexte hydrogéologique

2.2.1 Aquifère multicouche de Beauce

Les 2 aquifères principaux exploités sur la zone d'étude sont :

- les calcaires de Beauce ;
- la craie séno-turonienne.

Les aquifères des calcaires de Beauce et de la craie sont considérés en continuité hydrauliques et sont rattachés à une même masse d'eau dénommée : « Multicouches craie du Séno-turonien et calcaires de Beauce libres » (Code FRGG092).

Au droit du projet, les Marnes de Villeau sont peu épaisses et seule la craie sénonienne est aquifère. La nappe de la craie est exploitée pour l'alimentation en eau et pour l'agriculture.

L'aquifère des calcaires de Beauce apparaît plus à l'Est du site du fait du plongement des formations crayeuses (et des argiles à Silex) et de l'augmentation de l'épaisseur des formations calcaires de Beauce.

2.2.2 Paramètres hydrodynamiques

D'après la fiche de caractérisation de la masse d'eau FRGG092 (source SIGES/BRGM), les points suivants sont précisés concernant les paramètres hydrodynamiques :

- Les calcaires (et marnes) de Beauce sont intensément fracturés, créant un réservoir à caractère continu ;
- Une perméabilité de 10^{-2} m.s⁻¹ est retenue pour les calcaires d'Étampes et les calcaires de Pithiviers ;
- Craie : transmissivité de 10^{-4} à 10^{-1} m²/s et coefficient d'emmagasinement de 0,05 en nappe libre.

D'après le modèle de gestion de la nappe de Beauce repris par HYDROEXPERT (réf. RPP04M026b, 2004), les perméabilités appliquées à la craie sur le territoire de Villeau sont comprises entre 10^{-4} et 10^{-3} m.s⁻¹.

2.2.3 Recharge

La recharge de la nappe par infiltration est calculée à partir d'un bilan hydrique qui s'appuie sur les chroniques de pluies (P), d'évapotranspiration potentielle (ETP) et de la réserve facilement utilisable des sols (RFU). A chaque pas de temps mensuel, les paramètres suivants sont calculés (unité : mm):

- La pluie efficace (P – ETP) ;
- La réserve d'eau facilement utilisable par les plantes dans le sol (RFU) ;
- La recharge (infiltration vers la nappe).

Nota : en raison de la forte perméabilité des sols et en l'absence de cours d'eau sur le secteur, le ruissellement est considéré comme négligeable.

Les données climatologiques relatives au secteur d'étude ont été obtenues à partir de la station climatique Météo-France de Chartres (cf. Annexe 1), sur la période 1991-2020.

La pluviométrie moyenne interannuelle atteint 606 mm et demeure faible à l'échelle nationale. La pluviométrie moyenne mensuelle, comprise entre 40 et 60 mm, est relativement homogène sur l'année.

De mars à septembre, l'évapotranspiration devient nettement supérieure à la pluviométrie. La période de déficit hydrique s'étend sur 7 mois.

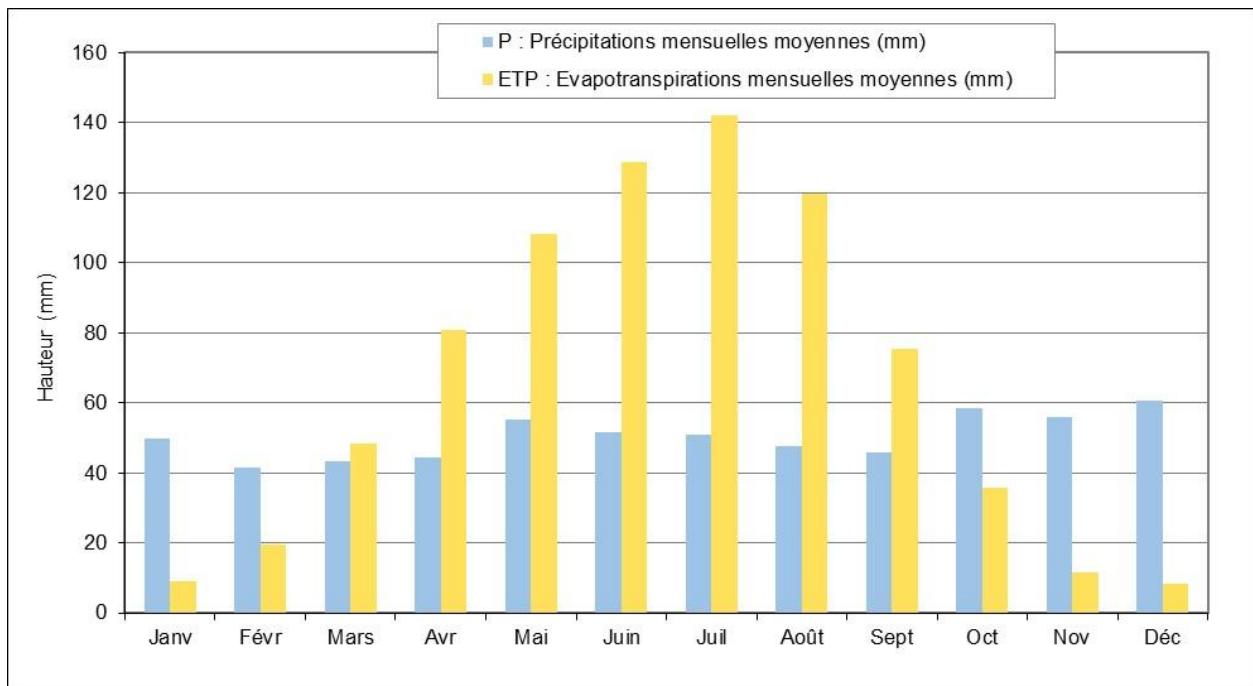


Figure 2-3 : Hauteurs moyennes mensuelles de pluviométrie et d'évapotranspiration - station climatique de Chartres

Des RFU de 75 mm, 100 mm et 150 mm sont prises en compte pour des sol bruns limoneux. La recharge de la nappe (infiltration) varie entre 84 et 151 mm/an (Tableau 2-2).

Tableau 2-2 : Estimation de la recharge pour des RFU de 75, 100 et 150 mm

Station climatique : CHARTRES (28)													
	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
<i>P (mm)</i>	49,9	41,5	43,5	44,6	55,3	51,6	51,0	47,7	46,0	58,4	56,0	60,7	606
<i>ETP (mm)</i>	9,2	19,6	48,4	80,7	108,2	128,9	142,0	119,9	75,3	35,7	11,8	8,4	788
<i>P efficaces (mm)</i>	41	22	0	0	0	0	0	0	0	23	44	52	182
RFU (mm) = 75 mm													
<i>RFU (mm)</i>	75	75	70	34	0	0	0	0	0	23	67	75	
Recharge (mm)	41	22	0	0	0	0	0	0	0	0	36	52	151
RFU (mm) = 100 mm													
<i>RFU (mm)</i>	100	100	95	59	6	0	0	0	0	23	67	100	
Recharge (mm)	41	22	0	0	0	0	0	0	0	0	11	52	126
RFU (mm) = 150 mm													
<i>RFU (mm)</i>	150	150	145	109	56	0	0	0	0	23	67	119	
Recharge (mm)	41	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	84
<i>P : Précipitations mensuelles moyennes (mm)</i>													
<i>ETP : Evapotranspirations mensuelles moyennes (mm)</i>													
<i>Précipitations efficaces (mm) = P - ETP</i>													
<i>RFU : Réserve Facilement Utilisable du sol par la plante</i>													

2.2.4 Piézométrie

2.2.4.1 Données piézométriques régionales

La Figure 2-4 présente un extrait des cartes piézométriques de la nappe de la craie, réalisées en période de hautes eaux 2002. Au niveau du projet, les sens des écoulements de la nappe sont orientés :

- vers le sud-est en amont hydrogéologique ;
- vers le sud-sud-est en aval hydrogéologique.

Le gradient hydraulique est très faible : environ 1 ‰.

En période de hautes eaux 2002, les cotes piézométriques de la nappe de la craie sont voisines de 123 m NGF au droit du projet, ce qui correspond à une profondeur d'eau d'environ 17 m.

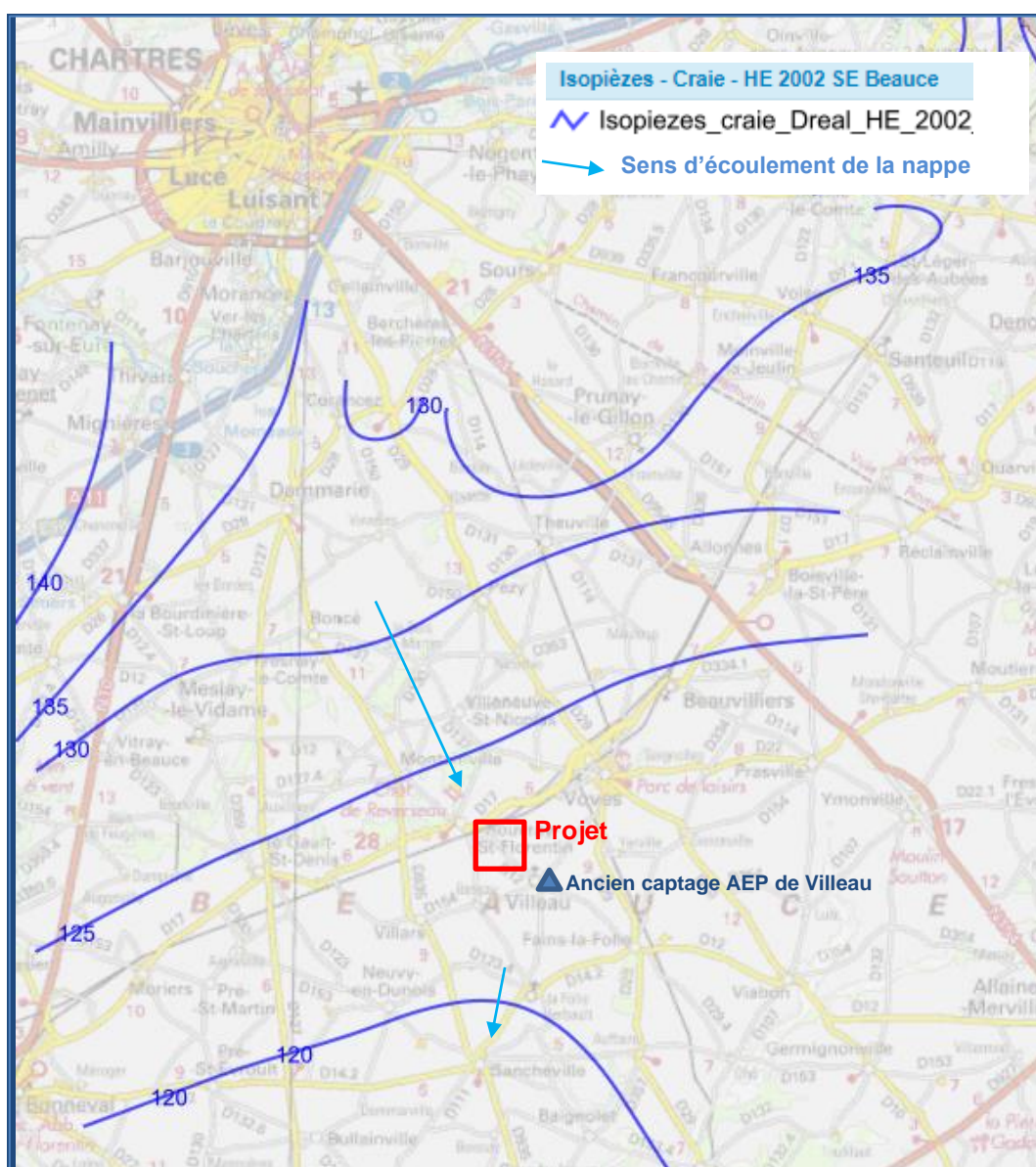


Figure 2-4 : Extrait de la carte piézométrique hautes eaux 2002 (source SIGES/BRGM)

2.2.4.2 Esquisse piézométrique CPGF

Des relevés piézométriques en nappe de Beauce ont été réalisés par CPGF HORIZON le 12 mai 2022 afin de préciser localement les conditions d'écoulement de la nappe. Les mesures ont été réalisées :

- Sur les 4 piézomètres de surveillance du site RECYCLEO (P1 à P4) ;
- Sur 3 forages exploités pour des besoins agricoles (irrigation) ;
- Sur 3 puits qui ne sont plus exploités.

Les mesures sont détaillées dans le Tableau 2-3 et l'esquisse piézométrique est reportée sur la Figure 2-5.

Nota : la campagne s'est déroulée en période d'irrigation. Les forages d'irrigation mesurés n'étaient pas pompés lors de la mesure à l'exception du forage P5, où la mesure n'a pas été possible.

Tableau 2-3 : Mesures piézométriques effectuées au cours de la campagne du 12 mai 2022

N° Etude	Code BSS	Type d'ouvrage	Coordonnées L93		Altitude (mNGF)		Repère / TN (m)	Prof. ouvrage (m/sol)	Relevés du 12/05/22		Usage
			X (m)	Y (m)	Zsol	Précision			Prof. Eau / sol (m)	Cote (mNGF)	
P1	BSS003KBUA	Piézomètre	595647	6795446	145,4	MNT	0,6	38,2	27,55	117,85	Surveillance
P2	BSS003KBXI	Piézomètre	595092	6795214	142,8	MNT	0,46	32,55	25,32	117,48	Surveillance
P3	BSS003KBVE	Piézomètre	595351	6794998	142,9	MNT	0,3	32,75	25,61	117,29	Surveillance
P4	-	Piézomètre	595303	6795737	146	MNT	0,66	39,14	28,2	117,8	Surveillance
P5	BSS000VZYR	Forage	595725	6795515	145,14	MNT	-0,4	65	<i>Non mesuré (pompage)</i>		Irrigation
P6	BSS000VZXV	Puits	593699	6796305	143,6	MNT	0,11	25	25	118,6	Non exploité
P7	BSS000VZWY	Puits	593768	6796179	140,6	MNT	0,18	24,25	22,1	118,5	Non exploité
P8	BSS000VZXU	Puits	592614	6795792	145,6	MNT	0	30	27,51	118,09	Non exploité
P9	BSS000YAPW	Puits/forage	595161	6793682	144,69	MNT	0,34	47,1	27,24	117,45	Irrigation
P10	BSS000VZXA	Forage	596076	6794464	144,5	MNT	-1,28	48	26,87	117,63	Irrigation

D'après les suivis réalisés sur le piézomètre régional BSS000YATY (03263X0004/FAEP), les mesures ont été réalisées en condition de moyennes eaux de la nappe.

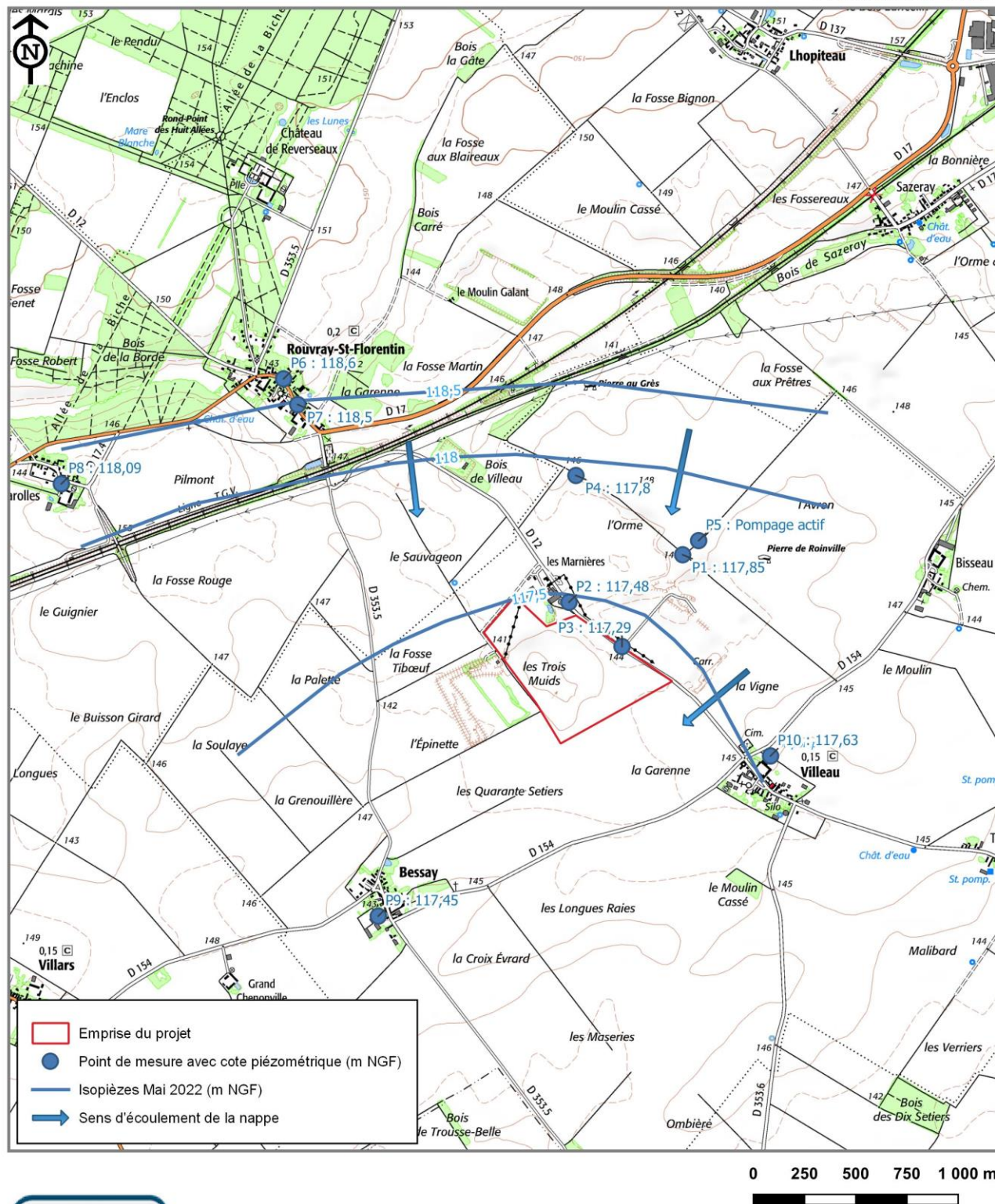
Les principaux résultats obtenus à partir des relevés piézométriques de mai 2022 sont :

- Au droit du projet, les cotes sont voisines de 117,5 m NGF, ce qui correspond à une profondeur de nappe de 16,1 m (au droit du point bas à la cote au sol de 133,6 m NGF) ;
- Le sens d'écoulement de la nappe est orienté vers le sud.

Nota : les prélèvements pour l'irrigation sont susceptibles d'impacter localement la piézométrie et les sens d'écoulements. Le sens général d'écoulement apparaît toutefois conforme aux résultats de la carte piézométrique régionale hautes de 2002.

Carte piézométrique mai 2022

Extrait carte IGN 1/25 000



CPGF-HORIZON 22-033/14

Figure 2-5 : Esquisse piézométrique de mai 2022

Les photographies suivantes présentent les points de mesures du 12 mai 2022.



Figure 2-6 : Photographies des 4 piézomètres de surveillance RECYCLEO (CPGF, mai 2022)



Figure 2-7 : Photographies des 3 puits mesurés (CPGF, mai 2022)



Figure 2-8 : Photographies des 2 forages d'irrigation mesurés hors pompage (CPGF, mai 2022)

2.2.5 Ancien captage AEP Tilleau à Villeau

Le forage de Tilleau (03262X0009), situé à 1,45 km à l'est-sud-est du projet correspond à un ancien captage AEP qui a été récemment abandonné, en raison de fortes teneurs en nitrates. Selon le schéma départemental d'alimentation en eau potable du département d'Eure-et-Loir, le captage fait partie de la liste des ouvrages à combler.

Le Log géologique validé du forage est reporté en Figure 2-9. Il recoupe les calcaires de Pithiviers et de Morancez entre 1,14 m et 32,20 m puis la craie entre 35 m et 36 m de profondeur. Le log géologique met en évidence le changement de faciès : les marnes de Villeau qui sont présentes au droit du site ISDI disparaissent et sont relayées par le Calcaire de Beauce et la craie se situe plus en profondeur.

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude	
1.14	Limon des plateaux		Limon et terre végétale	Quaternaire	142.86	
3.00			Calcaire à silex		141.00	
7.90	Calcaire de Pithiviers		Calcaire avec niveau de silex	Aquitanien	136.10	
9.10			Calcaire siliceux		134.90	
14.90			Calcaire irrégulièrement marneux		129.10	
19.00			Calcaire siliceux		125.00	
21.00	Molasse du Gâtinais		Calcaire irrégulièrement marneux	Lutétien supérieur	123.00	
	Calcaire de Morancez		Calcaire et marne jaunes			
32.20	Argiles à silex		Argile jaune à silex	Paléocène à Eocène inférieur	111.80	
34.00	Craie blanche à silex		Marne blanche à silex		Coniacien à Campanien inférieur	110.00
35.00	Craie à silex		Craie à silex		109.00	

Figure 2-9 : Log géologique validé du forage 03262X0009 (source BSS/BRGM)

Sur le plan hydrochimique, la nappe présente les caractéristiques suivantes (source ADES) :

- Dureté comprise entre 20 °F et 22 °F ;
- pH moyen de 7,5 ;
- Conductivité moyenne à 20 °C de 527 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Chlorures entre 23 mg/L et 31,7 mg/L ;
- Sulfates entre 20,6 mg/L et 24 mg/L ;
- Nitrates entre 42 mg/L et 60,7 mg/L (depuis 1985).

Les teneurs en pesticides totaux sont comprises entre 0,19 $\mu\text{g}/\text{L}$ et 0,38 $\mu\text{g}/\text{L}$.

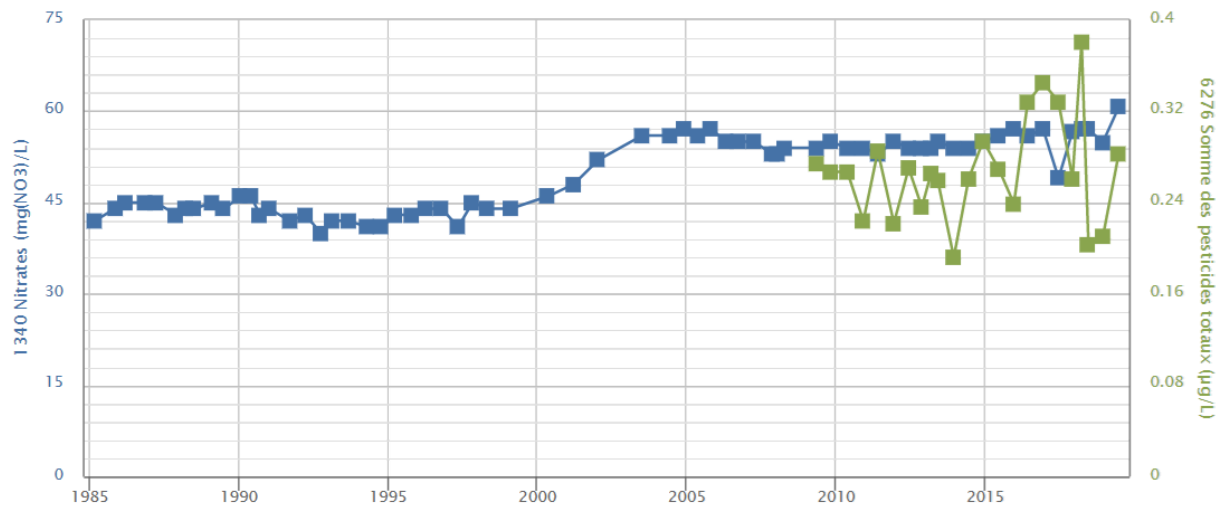


Figure 2-10 : Concentrations en nitrates et pesticides sur le forage de Tilleau (source ADES)

2.2.6 Suivi de la qualité des eaux souterraines

Dans le cadre de la surveillance de la nappe au droit du site actuellement exploité par RECYCLEO, des prélèvements d'eau pour analyses ont été effectués sur les piézomètres P2, P3 et P4 par le laboratoire SYPAC (Lucé) le 07/07/2022.

Les résultats d'analyses ne mettent pas en évidence de pollution au droit du site.

Tableau 2-4 : Résultats d'analyses sur les piézomètres P2, P3 et P4 (prélèvements du 07/04/2022)

Paramètres analysés	Unités	P2	P3	P4
pH sur site	-	7.2	7.1	7.2
ME S	mg/L	< 2	5	2
ST DCO	mg O2/L	<5	<5	<5
DBO 5	mg O2/L	2	2	2.1
COT	mg/L	0.67	0.78	0.66
Sulfates	mg/L	20	24	17
Indice Hydrocarbure	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Aluminium	µg/L	6	7	7
Arsenic	µg/L	<1	<1	<1
Cadmium	µg/L	<0.5	<0.5	<0.5
Chrome	µg/L	<2	<2	<2
Cuivre	µg/L	<5	<5	<5
Etain	µg/L	<5	<5	<5
Fer	µg/L	<10	100	<10
Manganèse	µg/L	<1	<1	<1
Mercure	µg/L	<0.015	<0.015	<0.015
Nickel	µg/L	<5	<5	<5
Plomb	µg/L	<5	<5	<5
Zinc	µg/L	<5	13	<5
Conductivité à 25°C sur site	µS/cm	648	666	615
Oxygène dissous sur site	mg O2/L	8.7	9,3	9,6
PCB (somme des 7)	µg/L	<0.035	<0.035	<0.035
Indice phénol	µg/L	< 10	< 10	< 10
Antimoine	µg/L	<1	<1	<1
Baryum	µg/L	52	55	55
Molybdène	µg/L	<2	<2	<2
Sélénium	µg/L	<2	<2	<2
Fluorures	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Chlorures	mg/L	28	29	30
Sulfures	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1

Impacts des déblais inertes à surconcentration

3.1 Méthodologie : présentation de l'outil HYDROTEX

L'outil HYDROTEX a été développé par le BRGM afin de vérifier si la réutilisation hors site des terres excavées, pour des conditions hydrogéologiques données, affecte ou non la qualité des eaux souterraines. Cette évaluation se base sur le calcul de la concentration dans les eaux souterraines, à une certaine distance de la zone de réutilisation (au niveau de la cible), à partir de la concentration dans les terres d'apport. L'outil propose une approche graduée selon **3 étapes** qui permettent de prendre en compte successivement différents phénomènes d'atténuation de la concentration dans la zone saturée. Chaque étape se base sur les résultats de l'étape précédente et intègre de nouveaux paramètres.

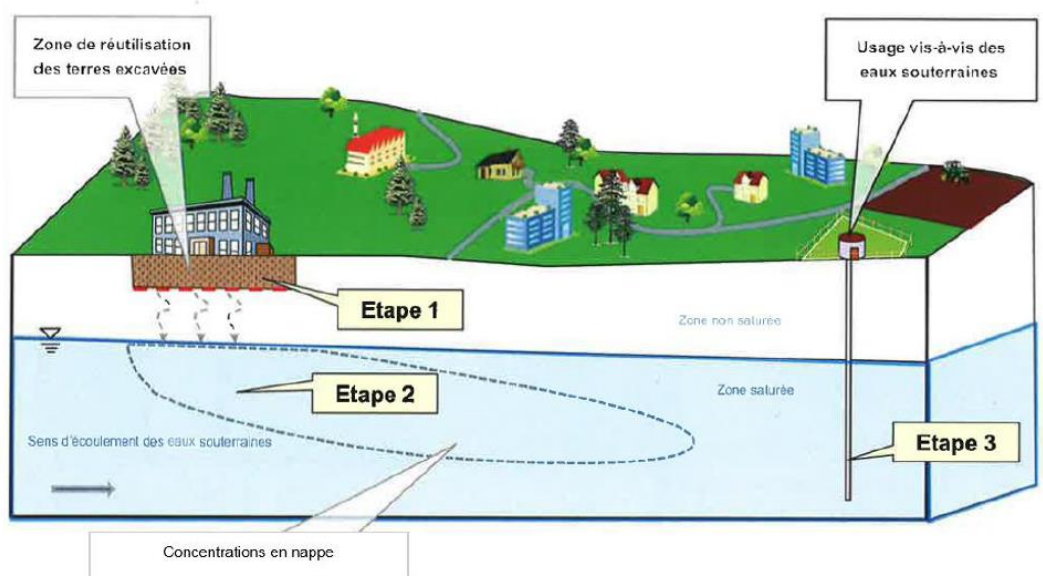


Figure 3-1 : Schéma de principe de l'approche en 3 étapes d'HYDROTEX (source BRGM)

3.1.1 Etape 1 : Concentrations dans les terres et dans la nappe

Cette étape permet le calcul de la concentration dans l'eau des terres d'apport, à partir de la concentration mesurée sur éluât lors d'un essai de lixiviation avec un rapport Liquide/Solide de 10 L/kg (pour les substances inorganiques) ou à partir de la concentration sur brut (pour les substances organiques).

- Concentration mesurée dans les terres d'apport (hors nappe) :

Cette concentration correspond à la concentration mesurée pour la substance considérée lors du test normé NF EN 12457-2, sur un échantillon représentatif de terres d'apport.

- Concentration cible :

Les calculs seront réalisés successivement pour toutes les substances détaillées dans l'annexe II de l'Arrêté du 12 décembre 2014 (As, Ba, Cd, Cr total, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Chlorure, Fluorure, Sulfate).

- Concentration initiale :

Afin de caractériser l'impact sur le fond géochimique de la nappe, la concentration initiale avant l'apport des terres excavées, est renseignée. Les analyses réalisées sur les piézomètres RECYCLEO ont été intégrés.

3.1.2 Etape 2 : Concentrations dans la nappe au droit du projet

L'étape 2 est basée sur les résultats obtenus à l'issue de l'étape 1. Cette étape permet de prendre en compte le phénomène de dilution dans la nappe, au droit de la zone de réutilisation. Les paramètres pris en compte sont :

- les dimensions de la zone de stockage ;
- l'infiltration vers la nappe en (recharge) ;
- les caractéristiques de l'aquifère (épaisseur, perméabilité, gradient d'écoulement de la nappe).

3.1.3 Etape 3 : Concentrations en nappe en aval hydraulique

L'étape 3 permet de prendre en compte les phénomènes de dispersion, adsorption et dégradation, en aval hydraulique de la zone de stockage des remblais. Les paramètres pris en compte sont :

- Dimension de la zone de réutilisation perpendiculaire au sens d'écoulement de la nappe ;
- Masse volumique apparente sèche ;
- Porosité efficace ;
- Distance entre la cible (captage) et la zone de stockage ;
- Dispersivité longitudinale ;
- Dispersivité transversale ;
- Coefficient de partage sol/eau pour les substances inorganiques ;
- Fraction de carbone organique soluble dans la nappe ;
- Coefficient de partage carbone organique/eau ;
- pH dans la nappe ;
- pka de la substance ;
- Temps de demi-vie du polluant dans la nappe.

3.2 Calculs des concentrations dans les terres et dans la nappe (étape 1)

3.2.1 Concentrations dans les terres d'apport

Les critères d'acceptabilité sur éluât sont définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014.

L'article 6 de cet arrêté permet de porter les valeurs limites mentionnées en Annexe II à un facteur 3. Cette adaptation des valeurs limites ne concerne pas la valeur du carbone organique total (COT) sur l'éluât qui reste limitée à un facteur 2.

Pour les calculs, le remblai est considéré comme présentant les teneurs maximales en polluants lixiviables par rapports aux valeurs seuils de l'arrêté du 12/12/14 alors que la majorité des remblais présente des teneurs inférieures à celles-ci. En outre les remblais ne présenteront pas en simultanément les teneurs maximales pour tous les paramètres.

Le tableau ci-dessous présente les valeurs limites maximales à respecter à partir de tests de lixiviation selon le test normalisé NF EN 12457-2. Les valeurs limites ont été multipliées par 3 à l'exception du COT (facteur 2).

Tableau 3-1 : Concentrations dans les terres d'apport (déblais inertes)

Paramètres	Valeur limite à respecter (mg/kg de matière sèche)	Concentration dans l'éluat (mg/L)
As	1,5	0,150
Ba	60	6,00
Cd	0,12	0,012
Cr total	1,5	0,15
Cu	6	0,60
Hg	0,03	0,003
Mo	1,5	0,15
Ni	1,2	0,12
Pb	1,5	0,15
Sb	0,18	0,02
Se	0,3	0,03
Zn	12	1,20
Chlorure	2400	240
Fluorure	30	3,00
Sulfate	3000	300
Indice phénols	3	0,30
COT sur éluat	500	50
Fraction soluble	12000	1200

3.2.2 Concentrations initiales dans la nappe

Les concentrations initiales dans la nappe ont été établies à partir des analyses effectuées sur les piézomètres du site : P2, P3 et P4 (cf. prélèvement du 07/04/2022).

Tableau 3-2 : Concentrations initiales dans la nappe

Paramètres	RECYCLEO P2 (mg/L)	RECYCLEO P3 (mg/L)	RECYCLEO P4 (mg/L)	Concentration initiale en nappe (mg/L)
As	<1	<1	<1	0
Ba	0,052	0,055	0,055	0,055
Cd	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0
Cr total	<0,002	<0,002	<0,002	0
Cu	<0,005	<0,005	<0,005	0
Hg	<0,000015	<0,000015	<0,000015	0
Mo	<0,002	<0,002	<0,002	0
Ni	<0,005	<0,005	<0,005	0
Pb	<0,005	<0,005	<0,005	0
Sb	<0,001	<0,001	<0,001	0
Se	<0,002	<0,002	<0,002	0
Zn	<0,005	0,013	<0,005	0,013
Chlorure	28	29	30	30
Fluorure	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0
Sulfate	20	24	17	24
Indice phénols	<0,00010	<0,00010	<0,00010	0
COT	0,67	0,78	0,66	0,78

3.2.3 Concentrations cibles

Les concentrations cibles (Tableau 3-3) ont été définies à partir des seuils réglementaires fixés dans l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine :

- Annexe I : Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine ;
- Annexe II : Références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

L'arrêté du 11 janvier 2007 ne propose pas de limite ou de référence de qualité concernant le molybdène. Une limite de 0,07 mg/L est proposée par le BRGM dans le document de gestion des sites (potentiellement) pollués et évaluation simplifiée des risques version 2 du BRGM (2001).

Tableau 3-3 : Définition des concentrations cibles

Paramètres	Annexe I Arrêté du 11/01/2007 (mg/L)	Annexe II Arrêté du 11/01/2007 (mg/L)	BRGM gestion des sites pollués (mg/L)	Concentration Cible (mg/L)
As	0,01	0,1		0,01
Ba	0,7	1		0,7
Cd	0,005	0,005		0,005
Cr total	0,05	0,05		0,05
Cu	1	-		1
Hg	0,001	0,001		0,001
Mo	-	-	0,07	0,07
Ni	0,02	-		0,02
Pb	0,01	0,05		0,01
Sb	0,005	-		0,005
Se	0,01	0,01		0,01
Zn	-	5		5
Chlorure	-	200		200
Fluorure	1,5	-		1,5
Sulfate		250		250
Indice phénols		0,1		0,1
COT sur éluat		10		10
Fraction soluble	-	-	-	-

3.2.4 Bilan de l'étape 1

Les concentrations dans l'éluât sont comparées aux concentrations cibles dans le Tableau 3-4.

A l'exception du cuivre et du zinc, les concentrations dans l'éluât sont significativement supérieures aux concentrations cibles.

Tableau 3-4 : Bilan des concentrations dans l'éluât en étape 1 (calculs HYDROTEX)

Paramètres	Concentration cible (mg/L)	Concentration initiale nappe (mg/L)	Etape 1	
			Concentration dans l'éluat (mg/L)	Bilan
As	0,01	0	0,150	> Concentration cible
Ba	0,7	0,055	6,00	> Concentration cible
Cd	0,005	0	0,012	> Concentration cible
Cr total	0,05	0	0,15	> Concentration cible
Cu	1	0	0,60	< Concentration cible
Hg	0,001	0	0,003	> Concentration cible
Mo	0,07	0	0,15	> Concentration cible
Ni	0,02	0	0,12	> Concentration cible
Pb	0,01	0	0,15	> Concentration cible
Sb	0,005	0	0,02	> Concentration cible
Se	0,01	0	0,03	> Concentration cible
Zn	5	0,013	1,20	< Concentration cible
Chlorure	200	30	240	> Concentration cible
Fluorure	1,5	0	3,00	> Concentration cible
Sulfate	250	24	300	> Concentration cible
Indice phénols	0,1	0	0,30	> Concentration cible
COT sur éluat	10	0,78	50	> Concentration cible

3.3 Concentrations dans la nappe au droit du site de stockage (étape 2)

L'étape 2 permet de prendre en compte le phénomène de dilution dans la nappe au droit de la zone de réutilisation. Les paramètres pris en compte dans Hydrotex sont détaillés dans le Tableau 3-5. Les résultats des calculs de dilutions dans la nappe sont reportés dans le Tableau 3-6.

Tableau 3-5 : Paramètres à renseigner dans Hydrotex pour l'étape 2

Longueur de la zone de stockage dans le sens d'écoulement de la nappe	1 300	m
Nom de l'aquifère	Multi couche de Beauce	
Infiltration vers la nappe (recharge)	159	mm
Epaisseur moyenne de l'aquifère	50	m
Perméabilité	0,001	m/s
Gradient hydraulique	1	‰

Nota :

- Les paramètres COT, indice phénols et fraction soluble sont des paramètres intégrateurs de plusieurs substance et ne peuvent être intégré via Hydrotex ;
- La longueur de la zone de stockage de 1,3 km intègre l'actuelle zone de stockage qui est exploitée par RECYCLEO en amont ;
- La recharge a été calculée pour une RFU de 50 mm afin de ne pas minimiser les volumes d'eau qui s'infiltreront vers la nappe.

Tableau 3-6 : Bilan des concentrations après dilution en étape 2 (calculs HYDROTEX)

Paramètres	Concentration cible (mg/L)	Concentration initiale nappe (mg/L)	Etape 2	
			Concentration après dilution dans la nappe (mg/L)	Bilan
As	0,01	0	0,017	> Concentration cible
Ba	0,7	0,055	0,31	< Concentration cible
Cd	0,005	0	0,001	< Concentration cible
Cr total	0,05	0	0,17	< Concentration cible
Cu	1	0	0,07	< Concentration cible
Hg	0,001	0	0,0003	< Concentration cible
Mo	0,07	0	0,017	< Concentration cible
Ni	0,02	0	0,014	< Concentration cible
Pb	0,01	0	0,017	> Concentration cible
Sb	0,005	0	0,002	< Concentration cible
Se	0,01	0	0,003	< Concentration cible
Zn	5	0,013	0,68	< Concentration cible
Chlorure	200	30	150	< Concentration cible
Fluorure	1,5	0	0,035	< Concentration cible
Sulfate	250	24	56,000	< Concentration cible

Les concentrations en nappe et au droit du projet sont supérieures aux concentrations cibles pour l'arsenic et plomb. Concernant les autres paramètres, la réutilisation des remblais est possible sans prendre en compte le processus de dilution en nappe en aval hydraulique.

3.4 Concentrations dans la nappe en aval hydraulique (étape 3)

3.4.1 Paramétrisation

L'étape 3 permet de prendre en compte les processus de dispersion, d'adsorption et de dégradation qui s'effectuent en aval hydraulique du site.

Les paramètres à renseigner dans HYDROTEX sont détaillés dans le Tableau 3-7 et les résultats sont reportés dans le Tableau 3-8.

En l'absence de captage AEP en aval du projet, l'ancien captage de Villeau est pris en compte pour quantifier l'impact sur la nappe.

Concernant la dispersivité, les calculs prennent en compte les 2 méthodes proposées par HYDROTEX :

- Un pourcentage de la distance entre la cible et la zone de stockage : $a_x = \frac{x}{10}$; $a_y = \frac{x}{100}$ et $a_z = \frac{x}{1000}$
- L'équation proposée par Xu & Eckstein (1995) : $a_x = 0,83 \cdot (\log(x))^{2,414}$; $a_y = \frac{a_x}{10}$ et $a_z = \frac{a_x}{100}$

Tableau 3-7 : Paramètres à renseigner dans Hydrotex (étape 3 – HYDROTEX)

Longueur de la zone de stockage perpendiculairement au sens d'écoulement de la nappe	750	m
Distance entre la cible et la zone de stockage Cible : ancien captage AEP de Villeau	1 450	m
Porosité efficace de l'aquifère	5	%
Dispersivité longitudinale calculée	13 à 145 m	m
Dispersivité transversale calculée	1,3 à 14,5 m	m
Dispersivité verticale calculée	0,13 à 1,45 m	m

Tableau 3-8 : Bilan des concentrations dans la nappe après transport (étape 3 – HYDROTEX)

Paramètres	Concentration cible (mg/L)	Concentration initiale nappe (mg/L)	Etape 3	
			Concentration au captage après transport (mg/L)	Bilan
As	0,01	0	0,0052 à 0,0096	< Concentration cible
Ba	0,7	0,055	0,16 à 0,17	< Concentration cible
Cd	0,005	0	0,0004 à 0,0008	< Concentration cible
Cr total	0,05	0	0,005 à 0,009	< Concentration cible
Cu	1	0	0,021 à 0,039	< Concentration cible
Hg	0,001	0	0,0001 à 0,0002	< Concentration cible
Mo	0,07	0	0,0052 à 0,0096	< Concentration cible
Ni	0,02	0	0,004 à 0,008	< Concentration cible
Pb	0,01	0	0,0052 à 0,0096	< Concentration cible
Sb	0,005	0	0,007 à 0,0013	< Concentration cible
Se	0,01	0	0,0001 à 0,002	< Concentration cible
Zn	5	0,013	0,2 à 0,377	< Concentration cible
Chlorure	200	30	45 à 83	< Concentration cible
Fluorure	1,5	0	0,1 à 0,19	< Concentration cible
Sulfate	250	24	17 à 31	< Concentration cible

Les concentrations sont inférieures aux concentrations cibles pour chaque paramètre. L'arsenic et le plomb présentent les concentrations les plus proches des concentrations cibles.

3.4.2 Tests de sensibilité des paramètres

Des tests de sensibilité des paramètres ont été réalisés afin :

- D'identifier les paramètres les plus sensibles vis-à-vis des résultats obtenus ;
- D'évaluer la nécessité d'acquérir de nouvelles données ou d'approfondir leur connaissance (via l'acquisition de données de terrain, des analyses...) et ainsi réduire l'incertitude liée au résultat ;
- De choisir volontairement une valeur conservatoire pour certains paramètres afin de rester majorant ;
- De mieux argumenter le choix des valeurs et donc de renforcer la robustesse du calcul.

3.4.2.1 Identification des éléments les plus sensibles

Les calculs réalisés à partir d'HYDROTEX ont démontré que l'arsenic et le plomb présentent les concentrations les plus proches des concentrations cibles. Ces 2 paramètres ont donc été pris en compte pour les tests de sensibilité des paramètres.

Tableau 3-9 : Bilan des concentrations pour l'arsenic et le plomb - étapes 1 à 3

	Concentration (mg/L)			C° Cible (mg/L)
	Etape 1	Etape 2	Etape 3	
[As] & [Pb]	0,150	0,017	0,0052 à 0,0096	0,01

3.4.2.2 Infiltration

L'infiltration qui participe à la recharge de la nappe conditionne les transferts des polluants par percolation vers la nappe, au travers des remblais. Le Tableau 3-10 présente les résultats obtenus dans le cas d'une année sèche et humide en comparaison avec une année moyenne.

Tableau 3-10 : Test de sensibilité - paramètre infiltration

	Infiltration (mm)	[As] & [Pb] (mg/L)	C° cible (mg/L)
Année moyenne	159	0,005 à 0,0096	0,010
Année sèche (-20 %)	127	0,002 à 0,008	
Année humide (+20 %)	191	0,004 à 0,011	

En année sèche les concentrations diminuent tandis qu'en année humide, elles augmentent et sont voisines de la concentration cible de 0,01 mg/L.

3.4.2.3 Perméabilité

D'après le modèle de gestion de la nappe de Beauce repris par HYDOEXPERT (réf. RPP04M026b, 2004), les perméabilités appliquées à la craie sur le territoire de Villeau sont comprises entre 10^{-4} et 10^{-3} m.s⁻¹.

Une perméabilité de 1.10^{-3} a été prise en compte par défaut dans les calculs précédents.

Une perméabilité de 1.10^{-4} conduit à une forte baisse des concentrations (Tableau 3-11).

Tableau 3-11 : Test de sensibilité - paramètre perméabilité

Perméabilité (m/s)	[As] & [Pb] (mg/L)	C° cible (mg/L)
1.10-3	0,005 à 0,0096	0,010
1.10-4	< 0,001	

3.4.2.4 Porosité efficace

La porosité efficace de l'aquifère crayeux n'est pas connue au droit du site. Elle est généralement comprise entre 2 % et 5 %. Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus pour ces 2 valeurs.

Tableau 3-12 : Test de sensibilité - paramètre porosité efficace

Porosité efficace (%)	[As] & [Pb] (mg/L)	C° cible (mg/L)
5	0,005 à 0,0096	0,010
2	0,007 à 0,013	

Une porosité efficace plus faible à 2 % contribue à augmenter les concentrations en aval. Les concentrations maximales calculées sont voisines de la concentration cible.

3.4.2.5 Dispersivité

La dispersivité permet de traduire l'étalement d'un panache des concentrations. La difficulté à l'estimer sur le terrain (réalisation d'un traçage) et sa forte dépendance à l'échelle d'étude en font un paramètre de calibrage.

Les 2 méthodes de calcul proposées par HYDROTEX (% à la distance et formule de Xu & Eckstein) ont donc été utilisées pour chaque calcul, afin de présenter des fourchettes basses et hautes.

La méthode Xu & Eckstein conduit à des concentrations de l'ordre de 2 fois supérieures à celles de la méthode du pourcentage à la distance).

3.4.2.6 Bilan

Les principaux paramètres qui influencent les résultats de concentration sont la perméabilité, la porosité efficace et la dispersivité. Un calage précis de ces paramètres hydrodynamiques nécessiterait la réalisation d'un traçage avec injection d'un colorant en nappe. Toutefois, les tests de sensibilités réalisés ne conduisent pas à de trop fortes incertitudes.

Par ailleurs, HYDROTEX prend en compte des hypothèses de calcul qui conduisent à majorer l'impact :

- les phénomènes d'atténuation des concentrations dans la zone non saturée ne sont pas considérés ;
- dans le cas où la cible correspond à un captage, la dilution des concentrations au niveau du captage (dû au mélange avec les eaux environnantes) n'est pas intégrée ;
- la concentration est calculée au niveau de la cible, dans l'axe du panache ;
- les concentrations cibles correspondent aux limites et références de qualité pour l'eau potable alors qu'aucun captage AEP n'est exploité en aval du projet.

Eu égard résultats des calculs et aux hypothèses majorantes prises en compte, l'impact sur la nappe apparaît réduit et aucun effet n'est attendu sur les captages AEP. L'arsenic et le plomb constituent les éléments les plus sensibles à surveiller en priorité.

3.5 Impact sur les forages d'irrigation

L'irrigation des cultures demeure le seul usage à proximité immédiate du site. Afin d'évaluer le risque vis-à-vis de cet usage, les concentrations dans l'éluât et dans la nappe sont comparées aux concentrations issues du système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ-EAU). Ces valeurs sont prises en compte comme concentrations cibles.

Tableau 3-13 : Classes d'aptitude à l'irrigation selon le SEQ-Eau souterraine

Classes d'aptitude →	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
MINERALISATION					
Résidu sec à 105°C (mg/l)	500	1500	2500	3500	
Chlorures (mg/l)	180	360	700		
MICRO-ORGANISMES					
Coliformes thermotolérants (u/100 ml) ¹⁰	100				
Coliformes totaux (u/100ml)	1000				
MICROPOLLUANTS MINERAUX SUR EAU BRUTE					
Arsenic (µg/l)	100		2000		
Cadmium (µg/l)	10				
Chrome total (µg/l)	100				
Nickel (µg/l)	200		2000		
Plomb (µg/l)	200		2000		
Sélénium (µg/l)	20				
Cuivre (µg/l)	200	1000	5000		
Zinc (µg/l)	5000				

- Eau permettant l'irrigation des plantes très sensibles ou de tous les sols.
- Eau permettant l'irrigation des plantes sensibles ou de tous les sols.
- Eau permettant l'irrigation des plantes tolérantes ou des sols alcalins ou neutres.
- Eau permettant l'irrigation des plantes très tolérantes ou des sols alcalins ou neutres.
- Eau inapte à l'irrigation.

Tableau 3-14 : Compatibilité des lixiviats des déblais+ avec un usage de l'eau pour l'irrigation

	Concentration cible pour l'irrigation (mg/L)	Concentration initiale nappe (mg/L)	Etape 1 - Eluat		Etape 2 - Dilution en nappe	
			Concentration (mg/L)	Bilan	Concentration (mg/L)	Bilan
As	0,1	0	0,150	> Concentration cible	0,017	< Concentration cible
Cd	0,01	0	0,012	~ Concentration cible	0,001	< Concentration cible
Cr total	0,1	0	0,15	> Concentration cible	0,17	< Concentration cible
Cu	0,2 à 1	0	0,60	~ Concentration cible	0,07	< Concentration cible
Ni	0,2	0	0,12	< Concentration cible	0,014	< Concentration cible
Pb	0,2	0	0,15	< Concentration cible	0,017	< Concentration cible
Se	0,02	0	0,03	> Concentration cible	0,003	< Concentration cible
Zn	5	0,013	1,20	< Concentration cible	0,68	< Concentration cible
Chlorure	180 à 360	30	240	> Concentration cible	150	< Concentration cible

Les concentrations dans l'éluât, en étape 1, sont proches ou dépassent les concentrations cibles concernant l'arsenic, le cadmium, le chrome total et le sélénium.

Après dilution dans la nappe au droit du site (étape 2), les concentrations calculées deviennent toutes significativement inférieures aux concentrations cibles.

Le stockage de déblais à surconcentrations d'origine naturelle est compatible avec un usage de l'eau pour l'irrigation et ce, quel que soit la distance du point de prélèvement par rapport au site.

3.6 Impacts des déblais à surconcentrations d'origine naturelle (TN+)

La société RECYCLEO projette une demande de dérogation de seuils pour des terres à surconcentrations d'origine naturelle notamment pour les déblais du Grand Paris (code déchet 17 05 04 : terres et cailloux).

Le guide d'orientation de la DRIEE d'Ile-de-France précise en complément de l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 le point suivant :

« Dans le cas où des analyses sont réalisées sur déchets relevant de l'annexe I de l'arrêté de décembre 2014, il convient alors de les prendre en compte. Ainsi, lorsque ces mesures démontrent l'absence de contamination anthropique mais révèlent néanmoins une sur-concentration d'origine naturelle, il est nécessaire de vérifier leur acceptabilité au sein d'aménagements ou d'installations de stockage de déchets inertes par une évaluation au cas par cas afin de s'assurer de l'absence d'impact sur l'environnement, en particulier sur les eaux souterraines et sur la santé, ainsi que sur les eaux superficielles. »

Les surconcentrations naturelles en certains composants chimiques (seuils « TN+ » en mg/kg) ont été calculées via HYDROTEX. Les seuils des TN+ sont calculés de manière à respecter les concentrations cibles en étape 2 (dilution dans la nappe).

Les concentrations calculées en étape 3 sont comparées aux concentrations cibles principalement issues de l'Arrêté du 11 janvier 2007 qui concernent **les eaux brutes destinées à l'AEP**.

Les paramètres COT, indice phénols et fraction soluble sont des paramètres intégrateurs de plusieurs substances qui ne peuvent être intégrées dans Hydrotex. L'arrêté ministériel du 12/12/2014 prévoit que « la valeur du carbone organique total (COT) sur l'éluât reste limitée à un facteur 2 », soit 1 000 mg/kg de matières sèches.

Tableau 3-15 : Calculs des seuils pour les déblais à surconcentration d'origine naturelle

	Concentration limite dans l'éluat (mg/L)	Valeur limite à respecter (mg/kg de matière sèche)
As	0,150	1,5
Ba	14,00	140
Cd	0,040	0,4
Cr total	0,42	4,2
Cu	8,00	80
Hg	0,008	0,08
Mo	0,60	6
Ni	0,16	1,6
Pb	0,150	1,5
Sb	0,04	0,4
Se	0,08	0,8
Zn	8,00	80
Chlorure	320	3200
Fluorure	12,00	120
Sulfate	1900	19000

3.7 Synthèse des seuils d'acceptation des déchets inertes présentant des surconcentrations K3+ et TN+

Le Tableau 3-16 présente les seuils d'acceptation pour des déchets inertes présentant des surconcentrations.

Tableau 3-16 : Seuils d'acceptation des déchets inertes présentant des surconcentrations

	K3	K3+	TN+
	Déchets inertes selon arrêté du 12 décembre 2014 (mg/kg de matière sèche)	Déchets inertes à surconcentration selon arrêté du 12 décembre 2014 (mg/kg de matière sèche)	Terres et cailloux à surconcentration d'origine naturelle (mg/kg de matière sèche)
As	0,5	1,5	1,5
Ba	20	60	140
Cd	0,08	0,12	0,4
Cr total	1	1,5	4,2
Cu	4	6	80
Hg	0,01	0,03	0,08
Mo	0,5	1,5	6
Ni	0,4	1,2	1,6
Pb	0,5	1,5	1,5
Sb	0,06	0,18	0,4
Se	0,1	0,3	0,8
Zn	4	12	80
Chlorure	800	2400	3200
Fluorure	10	30	120
Sulfate	1000	3000	19000
Indice phénols	1	3	3
COT sur éluat	500	500	500
Fraction soluble	4000	12000	19000

Bilan

L'outil HYDROTEX développé par le BRGM a été employé pour quantifier l'impact des remblais sur la qualité de la nappe, à partir de données hydrogéologiques locales (piézométrie, paramètres hydrodynamiques, fond géochimique).

Dans un premier temps, les caractéristiques des matériaux extérieurs accueillis pris en compte sont celles pour les critères d'acceptabilité sur éluât maximale définies à l'annexe II de l'arrêté du 12 décembre 2014 (article 6). Ces seuils dérogatoires sont fixés à hauteur de 3 fois les seuils ISDI pour les paramètres sur éluât. Dans un second temps, les calculs ont été réalisés pour des déblais à surconcentrations d'origine naturelle afin de définir des seuils d'acceptabilité.

Les principales hypothèses de calculs d'HYDROTEX sont majorantes vis-à-vis des impacts :

- les phénomènes d'atténuation des concentrations dans la zone non saturée ne sont pas pris en compte ;
- le phénomène de dilution des concentrations au niveau du captage (mélange avec les eaux environnantes) n'est pas pris en compte ;
- la concentration au niveau de la cible est calculée dans l'axe du panache ;

Par ailleurs, la lixiviation selon la norme NF EN 13547-2 est réalisée dans des conditions particulières : sur 24 heures, sous agitation et avec une réduction granulométrique du déchet. Dans le cas d'un remblaiement, la lixiviation des matériaux se déroule sur du long terme et sur des matériaux bruts. Les concentrations retenues de lixiviation surestiment le risque réel.

L'ancien captage AEP de Villeau, situé à 1,45 km du projet est abandonné et sera rebouché. Ce captage a toutefois été pris en compte dans les calculs pour définir la cible, en appliquant les seuils réglementaires fixés dans l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine. L'usage local de la nappe pour l'irrigation a également été pris en compte en intégrant les limites fixées par le SEQ-EAU pour cet usage.

Eu égard aux résultats obtenus, l'impact attendu sur la nappe et ses usages apparaît très limité. Le site est également compatible avec l'accueil de terres à surconcentrations d'origine naturelle sous réserve du respect des seuils d'acceptation calculés.

Afin d'assurer la surveillance de la nappe, le site Villeau sera suivi à partir du piézomètre existant P1 et de 2 nouveaux piézomètres à réaliser en aval hydrogéologique, en limite Sud du projet.

oooOOOooo

Références

Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie île-de-France. 2018. *Guide d'orientation - « Acceptation des déblais et terres excavées » Version 2.* 2018.

ERM. 2020. *Etude hydrogéologique dans le cadre d'un projet de stockage de déchets inertes à Villeau.* 2020. ERM-19-238-ABo-283.

HYDROEXPERT. 2004. *Reprise du modèle de gestion de la nappe de Beauce - PHASE 1 - Calage en régime permanent et transitoire.* 2004. RPP04M026b.

Annexes

**ANNEXE 1 : FICHE
CLIMATIQUE METEO-
FRANCE DE CHARTES**

FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1991-2020 et records

CHARTRES (28)

Indicatif : 28070001, alt : 155m, lat : 48°27'37"N, lon : 1°30'04"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C)													
Records établis sur la période du 01-07-1923 au 03-08-2022													
	16.1	20.5	24.8	28.2	31.4	37.2	41.4	39.6	34.3	29.4	20.9	17	41.4
Date	27-2003	27-2019	31-2021	18-1949	16-1945	18-2022	25-2019	06-2003	14-2020	01-2011	07-2015	06-1979	2019
Température maximale (moyenne en °C)													
	6.9	8.2	12.2	15.6	19	22.5	25.2	25.3	21.4	16.2	10.6	7.3	15.9
Température moyenne (moyenne en °C)													
	4.3	4.8	7.8	10.3	13.8	17	19.4	19.4	15.9	12.1	7.6	4.8	11.4
Température minimale (moyenne en °C)													
	1.8	1.5	3.4	5.1	8.5	11.6	13.5	13.4	10.5	8	4.5	2.2	7
La température la plus basse (°C)													
Records établis sur la période du 01-07-1923 au 03-08-2022													
	-18.4	-15	-11	-4.9	-1	1.4	0.9	3	0.5	-5.4	-11.3	-14.2	-18.4
Date	17-1985	24-1963	01-2005	04-1973	01-1945	02-1962	30-1928	17-1927	22-1928	28-1931	30-2010	29-1964	1985
Nombre moyen de jours avec													
Tx >= 30 °C	.	.	.	.	0.0	1.8	4.8	4.7	0.7	.	.	.	12.0
Tx >= 25 °C	.	.	.	0.9	2.8	8.1	15.2	14.4	5.4	0.5	.	.	47.2
Tx <= 0 °C	1.9	1.3	0.0	.	.	.	.	.	.	.	0.2	1.3	4.7
Tn <= 0 °C	10.7	10.9	5.9	2.4	0.2	.	.	.	.	1.0	3.7	10.3	45.1
Tn <= -5 °C	2.3	1.9	0.1	.	.	.	.	.	.	.	0.4	1.6	6.3
Tn <= -10 °C	0.3	0.2	0.0	.	.	.	.	.	.	.	0.0	0.1	0.7
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)													
Records établis sur la période du 01-07-1923 au 03-08-2022													
	25.4	41	31.4	39.2	42.5	44.4	67	38.3	39.6	59.2	36.5	54.1	67
Date	21-1995	25-1997	07-1989	08-2022	20-1937	11-2018	08-1927	30-1931	13-2015	25-1981	08-1927	21-1927	1927
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)													
	49.9	41.5	43.5	44.6	55.3	51.5	51	47.7	46	58.4	56	60.7	606.1
Nombre moyen de jours avec													
Rr >= 1 mm	10.3	9.3	8.9	8.6	9.3	8.4	7.1	6.9	7.6	9.8	11.0	11.5	108.8
Rr >= 5 mm	3.5	2.5	3.0	3.1	3.8	3.6	3.3	3.3	2.9	4.0	3.4	4.2	40.5
Rr >= 10 mm	1.0	0.5	1.0	0.8	1.6	1.5	1.7	1.5	1.2	1.7	1.2	1.5	15.3
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													

Page 1/2

N.B.: La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues en l'état ou sous forme de produits dérivés est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Edité le : 06/08/2022 dans l'état de la base

Direction de la Climatologie et des Services Climatiques
42 avenue Gustave Coriolis - 31057 Toulouse Cedex

FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1991–2020 et records

CHARTRES (28)

Indicatif : 28070001, alt : 155m, lat : 48°27'37"N, lon : 1°30'04"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)													
	423.4	372.1	316.3	229.8	136	54.8	19.2	18.1	75.1	184.2	312.5	410.4	2551.9
Rayonnement global (moyenne en J/cm²) <small>Statistiques établies sur la période 2009–2020</small>													
	9545	17498	32982	49404	59505	61515	64247	55270	40473	23529	11607	8504	434079.0
Durée d'insolation (moyenne en heures)													
	63.5	87.6	140.3	183.6	208.7	221.5	230.3	220	181.1	118.4	72.4	60.1	1787.4
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)													
	9.2	19.6	48.4	80.7	108.2	128.9	142.0	119.8	75.3	35.7	11.8	8.4	788.0
La rafale maximale de vent (m/s) <small>Records établis sur la période du 01-01-1981 au 03-08-2022</small>													
	29	40	31	29	29	27	29	26	25	27	28	40	40
Date	25-1990	03-1990	25-1988	04-1994	13-2007	19-2007	21-1992	08-1992	07-1995	16-1987	27-1983	26-1999	1999
Vitesse du vent moyenné sur 10 mn (moyenne en m/s)													
	3.6	3.5	3.4	3.2	3.1	3	2.9	2.8	2.8	3	3.2	3.4	3.2
Nombre moyen de jours avec rafales													
>= 16 m/s	5.0	4.6	3.5	2.8	1.9	1.1	1.3	1.3	1.3	2.2	2.6	4.0	31.6
>= 28 m/s	0.0	0.0	.	0.0	0.0	.	0.0	.	.	.	.	0.0	0.2
<small>16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h</small>													
Nombre moyen de jours avec brouillard / orage / grêle / neige Données non disponibles													

- : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1991–2020 sauf pour les paramètres suivants : rayonnement global (2009–2020), ETP (2001–2020).

Page 2/2

N.B.: La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues

Edité le : 06/08/2022 dans l'état de la base

en l'état ou sous forme de produits dérivés est strictement interdite sans l'accord de MÉTÉO-FRANCE

Direction de la Climatologie et des Services Climatiques
42 avenue Gustave Coriolis – 31057 Toulouse Cedex

**ANNEXE 2 : RAPPORTS
D'ANALYSES SYPAC –
PRELEVEMENTS DU
07/04/22 SUR LES
PIEZOMETRES PZ2, PZ3,
PZ4**

SYPAC
59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80
FAX : 02.37.91.05.22
MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr
WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO

12 rue Notre dame des victoires
75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 01
Echantillon n° : 103390
Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :	INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
Identification : PZ 2	Date : 07/04/2022
Matrice : EAUX DOUCES	Heure : 10:10
N° de commande : DV 01573A avril 2022	
Votre Réf : -	Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
Date de réception : 07/04/2022	
Temp de réception en °C : 5.7	
Date de début d'analyse : 07/04/2022	Lieu : PZ 2

Remarques : Néant

Paramètres analysés	Résultats	Unités	Méthodes
* pH sur site	7.2		NF EN ISO 10523
* Température (sur site)	12.7	°C	MO-METH-2-037
* M E S (filtre WhatmanGF/C)	< 2	mg/L	NF EN 872
* ST DCO	<5	mg O2/L	ISO 15705
* DBO 5	2	mg O2/L	NF EN 1899-2
* COT	0.67	mg/L	NF EN 1484
* Sulfates	20	mg/L	NF EN ISO 10304-1
* Indice Hydrocarbure	< 0.1	mg/L	NF EN ISO 9377-2
Benzène	<0.5	µg/L	Méthode interne
Toluène	<0.5	µg/L	Méthode interne
Ethyl benzène	<0.5	µg/L	Méthode interne
o-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
m-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
p-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes)	<3	µg/L	Calcul
* Aluminium	6	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Arsenic	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Cadmium	<0.5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Chrome	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Cuivre	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Etain	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Fer	<10	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Manganèse	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Mercure	<0.015	µg/L	NF EN ISO 17852
* Nickel	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Plomb	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Zinc	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
Résidu Sec (à 105°C)	430	mg/L	NF T 90-029
* Conductivité à 25°C sur site (correction mathémat)	648	µS/cm	NF EN 27888
* Oxygène dissous sur site	8.7	mg O2/L	NF EN ISO 5814
* Acénaphthylène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581

SYPAC

59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80
FAX : 02.37.91.05.22
MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr
WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO

12 rue Notre dame des victoires
75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 01
Echantillon n° : 103390
Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :	INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
Identification : PZ 2	Date : 07/04/2022
Matrice : EAUX DOUCES	Heure : 10:10
N° de commande : DV 01573A avril 2022	Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
Votre Réf : -	Lieu : PZ 2
Date de réception : 07/04/2022	
Temp de réception en °C : 5.7	
Date de début d'analyse : 07/04/2022	

Paramètres analysés	Résultats	Unités	Méthodes
* Acénaphène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(a)pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(a)anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(b)Fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo (ghi) pérylène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo (k) fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Chrysène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Dibenzo (a, h) anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Fluorène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Naphtalène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Phénanthrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 101	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 118	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 138	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 153	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 180	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 28	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 52	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
PCB (somme des 7)	<0.035	µg/L	Calcul
Arochlor 1254	< 0.05	µg/L	CPG/MS
Arochlor 1260	< 0.05	µg/L	CPG/MS
* Indice phénol	< 10	µg/L	NF EN ISO 14402
* Antimoine	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Baryum	52	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Molybdène	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Sélénium	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Fluorures	< 0.1	mg/L	NF T 90-004
* Chlorures	28	mg/L	NF EN ISO 10304-1
* TA	< 2	°F	NF EN ISO 9963-1
* TAC	23.92	°F	NF EN ISO 9963-1

SYPAC
59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80
FAX : 02.37.91.05.22
MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr
WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO
12 rue Notre dame des victoires
75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 01
Echantillon n° : 103390
Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

Paramètres analysés		Résultats	Unités	Méthodes
Bicarbonates et carbonates		239.2	mg CaCO3/L	NF EN ISO 9963-1
Sulfures		< 0.1	mg/L	Rodier

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :
 Identification : PZ 2
 Matrice : EAUX DOUCES
 N° de commande : DV 01573A avril 2022
 Votre Réf : -
 Date de réception : 07/04/2022
 Temp de réception en °C : 5.7
 Date de début d'analyse : 07/04/2022

INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
 Date : 07/04/2022
 Heure : 10:10
 Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
 Lieu : PZ 2

E.C. = en cours d'analyse N/A. = non analysé <. = résultat inférieur à la limite de quantification. stt = sous-traité * = paramètre accrédité

Commentaires :

Le délai de réalisation de l'analyse des BTEX est supérieur aux exigences normatives en raison d'une panne d'appareil, les paramètres ne seront pas sous accréditation.

*Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons soumis au Laboratoire reçus en l'état (prélèvement client), et tels qu'ils sont définis dans le présent document.
 Toute donnée transmise par le client ne relève pas de la responsabilité du Laboratoire
 Lors de déclaration de conformité, le résultat ne tient pas compte de l'incertitude associée. Une réserve est émise dans le cas de l'utilisation du flaconnage client.
 Les incertitudes associées aux résultats sont tenues à disposition sur demande.
 La référence à l'accréditation sur les prélèvements ne se rapporte qu'aux analyses physico-chimiques.
 L'accréditation de la Section Laboratoires du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation.*

Date de validation : 06/05/2022

Responsable Secteur
G.GALLONI



La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme d'un facsimilé photographique intégral. Il comporte 3 pages.

SYPAC
59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80
FAX : 02.37.91.05.22
MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr
WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO
12 rue Notre dame des victoires
75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 02
Echantillon n° : 103391
Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :	INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
Identification : PZ 3	Date : 07/04/2022
Matrice : EAUX DOUCES	Heure : 10:45
N° de commande : DV 01573A avril 2022	Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
Votre Réf : -	Lieu : PZ 3
Date de réception : 07/04/2022	
Temp de réception en °C : 5.7	
Date de début d'analyse : 07/04/2022	

Remarques : Néant

Paramètres analysés	Résultats	Unités	Méthodes
* pH sur site	7.1		NF EN ISO 10523
* Température (sur site)	12.9	°C	MO-METH-2-037
* M E S (filtre WhatmanGF/C)	5	mg/L	NF EN 872
* ST DCO	<5	mg O2/L	ISO 15705
* DBO 5	2	mg O2/L	NF EN 1899-2
* COT	0.78	mg/L	NF EN 1484
* Sulfates	24	mg/L	NF EN ISO 10304-1
* Indice Hydrocarbure	< 0.1	mg/L	NF EN ISO 9377-2
Benzène	<0.5	µg/L	Méthode interne
Toluène	<0.5	µg/L	Méthode interne
Ethyl benzène	<0.5	µg/L	Méthode interne
o-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
m-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
p-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes)	<3	µg/L	Calcul
* Aluminium	7	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Arsenic	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Cadmium	<0.5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Chrome	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Cuivre	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Etain	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Fer	100	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Manganèse	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Mercure	<0.015	µg/L	NF EN ISO 17852
* Nickel	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Plomb	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Zinc	13	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
Résidu Sec (à 105°C)	444	mg/L	NF T 90-029
* Conductivité à 25°C sur site (correction mathématique)	666	µS/cm	NF EN 27888
* Oxygène dissous sur site	9.3	mg O2/L	NF EN ISO 5814
* Acénaphylène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581

SYPAC
59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80
FAX : 02.37.91.05.22
MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr
WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO

12 rue Notre dame des victoires
75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 02
Echantillon n° : 103391
Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :	INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
Identification : PZ 3	Date : 07/04/2022
Matrice : EAUX DOUCES	Heure : 10:45
N° de commande : DV 01573A avril 2022	Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
Votre Réf : -	Lieu : PZ 3
Date de réception : 07/04/2022	
Temp de réception en °C : 5.7	
Date de début d'analyse : 07/04/2022	

Paramètres analysés	Résultats	Unités	Méthodes
* Acénaphène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(a)pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(a)anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(b)fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo (ghi) pérylène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo (k) fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Chrysène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Dibenzo (a,h) anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Fluorène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Naphtalène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Phénanthrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 101	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 118	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 138	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 153	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 180	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 28	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 52	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
PCB (somme des 7)	<0.035	µg/L	Calcul
Arochlor 1254	< 0.05	µg/L	CPG/MS
Arochlor 1260	< 0.05	µg/L	CPG/MS
* Indice phénol	< 10	µg/L	NF EN ISO 14402
* Antimoine	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Baryum	55	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Molybdène	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Sélénium	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Fluorures	< 0.1	mg/L	NF T 90-004
* Chlorures	29	mg/L	NF EN ISO 10304-1
* TA	< 2	°F	NF EN ISO 9963-1
* TAC	24.62	°F	NF EN ISO 9963-1

SYPAC
59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80
FAX : 02.37.91.05.22
MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr
WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO
12 rue Notre dame des victoires
75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 02
Echantillon n° : 103391
Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :	INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
Identification : PZ 3	Date : 07/04/2022
Matrice : EAUX DOUCES	Heure : 10:45
N° de commande : DV 01573A avril 2022	Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
Votre Réf : -	Lieu : PZ 3
Date de réception : 07/04/2022	
Temp de réception en °C : 5.7	
Date de début d'analyse : 07/04/2022	

Paramètres analysés	Résultats	Unités	Méthodes
Bicarbonates et carbonates	246.2	mg CaCO3/L	NF EN ISO 9963-1
Sulfures	< 0.1	mg/L	Rodier

E.C. = en cours d'analyse N/A. = non analysé <. = résultat inférieur à la limite de quantification. stt = sous-traité * = paramètre accrédité

Commentaires :

Le délai de réalisation de l'analyse des BTEX est supérieur aux exigences normatives en raison d'une panne d'appareil, les paramètres ne seront pas sous accréditation.

*Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons soumis au Laboratoire reçus en l'état (prélèvement client), et tels qu'ils sont définis dans le présent document.
Toute donnée transmise par le client ne relève pas de la responsabilité du Laboratoire
Lors de déclaration de conformité, le résultat ne tient pas compte de l'incertitude associée. Une réserve est émise dans le cas de l'utilisation du flaconnage client.
Les incertitudes associées aux résultats sont tenues à disposition sur demande.
La référence à l'accréditation sur les prélèvements ne se rapporte qu'aux analyses physico-chimiques.
L'accréditation de la Section Laboratoires du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation.*

Date de validation : 06/05/2022

Responsable Secteur
G.GALLONI



La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme d'un facsimilé photographique intégral. Il comporte 3 pages.

SYPAC
59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80
FAX : 02.37.91.05.22
MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr
WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO

12 rue Notre dame des victoires
75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 03
Echantillon n° : 103392
Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :	INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
Identification : PZ 4	Date : 07/04/2022
Matrice : EAUX DOUCES	Heure : 09:30
N° de commande : DV 01573A avril 2022	
Votre Réf : -	Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
Date de réception : 07/04/2022	
Temp de réception en °C : 5.7	
Date de début d'analyse : 07/04/2022	Lieu : PZ4

Remarques : Néant

Paramètres analysés	Résultats	Unités	Méthodes
* pH sur site	7.2		NF EN ISO 10523
* Température (sur site)	12.6	°C	MO-METH-2-037
* M E S (filtre WhatmanGF/C)	2	mg/L	NF EN 872
* ST DCO	<5	mg O2/L	ISO 15705
* DBO 5	2.1	mg O2/L	NF EN 1899-2
* COT	0.66	mg/L	NF EN 1484
* Sulfates	17	mg/L	NF EN ISO 10304-1
* Indice Hydrocarbure	< 0.1	mg/L	NF EN ISO 9377-2
Benzène	<0.5	µg/L	Méthode interne
Toluène	<0.5	µg/L	Méthode interne
Ethyl benzène	<0.5	µg/L	Méthode interne
o-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
m-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
p-xylène	<0.5	µg/L	Méthode interne
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes)	<3	µg/L	Calcul
* Aluminium	7	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Arsenic	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Cadmium	<0.5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Chrome	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Cuivre	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Etain	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Fer	<10	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Manganèse	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Mercure	<0.015	µg/L	NF EN ISO 17852
* Nickel	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Plomb	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Zinc	<5	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
Résidu Sec (à 105°C)	442	mg/L	NF T 90-029
* Conductivité à 25°C sur site (correction mathémat)	615	µS/cm	NF EN 27888
* Oxygène dissous sur site	9.6	mg O2/L	NF EN ISO 5814
* Acénaphthylène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581

SYPAC

59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80

FAX : 02.37.91.05.22

MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr

WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO

12 rue Notre dame des victoires

75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 03

Echantillon n° : 103392

Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :	INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
Identification : PZ 4	Date : 07/04/2022
Matrice : EAUX DOUCES	Heure : 09:30
N° de commande : DV 01573A avril 2022	Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
Votre Réf : -	Lieu : PZ4
Date de réception : 07/04/2022	
Temp de réception en °C : 5.7	
Date de début d'analyse : 07/04/2022	

Paramètres analysés	Résultats	Unités	Méthodes
* Acénaphène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(a)pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(a)anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo(b)Fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo (ghi) pérylène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Benzo (k) fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Chrysène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Dibenzo (a,h) anthracène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Fluoranthène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Fluorène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Indéno (1,2,3-cd) pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Naphtalène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Phénanthrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* Pyrène	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 101	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 118	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 138	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 153	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 180	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 28	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
* PCB 52	<0.005	µg/L	XP ISO/TS 28581
PCB (somme des 7)	<0.035	µg/L	Calcul
Arochlor 1254	< 0.05	µg/L	CPG/MS
Arochlor 1260	< 0.05	µg/L	CPG/MS
* Indice phénol	< 10	µg/L	NF EN ISO 14402
* Antimoine	<1	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Baryum	55	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Molybdène	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Sélénium	<2	µg/L	NFENISO17294-1 et 2
* Fluorures	< 0.1	mg/L	NF T 90-004
* Chlorures	30	mg/L	NF EN ISO 10304-1
* TA	< 2	°F	NF EN ISO 9963-1
* TAC	21.99	°F	NF EN ISO 9963-1

SYPAC
59, RUE DU MAL LECLERC
28110 LUCE

TEL : 02.37.30.78.80
FAX : 02.37.91.05.22
MAIL: service.client@laboratoire-sypac.fr
WEB : www.laboratoire-sypac.fr

RECYCLEO
12 rue Notre dame des victoires
75002 PARIS

A l'attention de Vincent Brigault

RAPPORT D'ANALYSE du 06/05/2022

Dossier n° : 220408 001463 03
Echantillon n° : 103392
Bordereau : 463011

Demandeur : RECYCLEO

INFORMATION SUR L'ECHANTILLON :	INFORMATION SUR LE PRELEVEMENT :
Identification : PZ 4	Date : 07/04/2022
Matrice : EAUX DOUCES	Heure : 09:30
N° de commande : DV 01573A avril 2022	Prélevé par : SYPAC-MCL selon NFX 31-615 et FDT -90-523-3 (*)
Votre Réf : -	Lieu : PZ4
Date de réception : 07/04/2022	
Temp de réception en °C : 5.7	
Date de début d'analyse : 07/04/2022	

Paramètres analysés	Résultats	Unités	Méthodes
Bicarbonates et carbonates	220	mg CaCO3/L	NF EN ISO 9963-1
Sulfures	< 0.1	mg/L	Rodier
Rapport de prélèvement	cf annexe n°A26794		

E.C. = en cours d'analyse N/A. = non analysé < = résultat inférieur à la limite de quantification. stt = sous-traité * = paramètre accrédité

Commentaires :

Le délai de réalisation de l'analyse des BTEX est supérieur aux exigences normatives en raison d'une panne d'appareil, les paramètres ne seront pas sous accréditation.

Les résultats mentionnés ne sont applicables qu'aux échantillons soumis au Laboratoire reçus en l'état (prélèvement client), et tels qu'ils sont définis dans le présent document.

Toute donnée transmise par le client ne relève pas de la responsabilité du Laboratoire. Lors de déclaration de conformité, le résultat ne tient pas compte de l'incertitude associée. Une réserve est émise dans le cas de l'utilisation du flaconnage client.

Les incertitudes associées aux résultats sont tenues à disposition sur demande. La référence à l'accréditation sur les prélèvements ne se rapporte qu'aux analyses physico-chimiques.

L'accréditation de la Section Laboratoires du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation.

Date de validation : 06/05/2022

Responsable Secteur
G.GALLONI



La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme d'un facsimilé photographique intégral. Il comporte 3 pages.