



**PROJET D'ISDND AMIANTE  
COMMUNE DE GOURNAY (36)**

**ETUDE DE QUALIFICATION GEOLOGIQUE  
ET HYDROGEOLOGIQUE  
SELON LA NORME FD X30-438**

**2020/02/E136/V0**

Mars 2020

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PRESENTATION DE L'ETUDE .....</b>	<b>1</b>
1.1	PRESENTATION DU PROJET.....	1
1.2	SITUATION .....	1
1.3	CADRE REGLEMENTAIRE .....	4
1.3.1	<i>Réglementation ISDND</i> .....	4
1.3.2	<i>Réglementation K3+</i> .....	5
1.4	OBJECTIF DE L'ETUDE DE QUALIFICATION .....	6
1.5	PROBLEMATIQUES IDENTIFIEES .....	6
1.6	MOYENS D'ETUDE .....	7
1.6.1	<i>Contexte géologique et structural</i> .....	7
1.6.2	<i>Contexte hydrogéologique et usage des eaux</i> .....	7
1.6.3	<i>Contexte hydrologique</i> .....	8
1.6.4	<i>Etudes de projet</i> .....	8
<b>2</b>	<b>ETUDE D'APTITUDE.....</b>	<b>9</b>
2.1	CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL .....	10
2.1.1	<i>Préambule : Données d'ordre général</i> .....	10
2.1.2	<i>Cadre hydrologique régional : le bassin versant de la Creuse</i> .....	11
2.1.3	<i>SDAGE et SAGE</i> .....	12
2.1.3.1	SDAGE.....	12
2.1.3.2	SAGE .....	13
2.1.3.3	Stations de suivi de la qualité des eaux de surface .....	14
2.1.4	<i>Espaces naturels sensibles</i> .....	15
2.1.5	<i>Risques naturels</i> .....	15
2.1.5.1	Risque sismique.....	15
2.1.5.2	Aléas retrait-Gonflement des argiles.....	15
2.1.5.3	Glissements de terrain.....	16
2.1.5.4	Risque de fontis .....	16
2.1.5.5	Risque d'inondation.....	16
2.1.5.6	Synthèse sur les risques naturels.....	16
2.2	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL .....	17
2.2.1	<i>Données d'ordre général</i> .....	17
2.2.2	<i>Succession lithologique du Berry et histoire géologique associée</i> .....	18
2.2.3	<i>Contexte structural</i> .....	19
2.2.4	<i>Contexte géologique et structural local</i> .....	20
2.2.5	<i>Nature et épaisseur des couches géologiques</i> .....	23
2.2.6	<i>Synthèse sur le contexte géologique et structural</i> .....	24
2.3	CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE .....	24
2.3.1	<i>Données d'ordre général</i> .....	25
2.3.2	<i>Aquifère et nappe des Sables du Trias</i> .....	26
2.3.3	<i>Les captages d'alimentation en eau potable</i> .....	29
2.3.4	<i>Synthèse sur l'aptitude hydrogéologique</i> .....	32

<b>3</b>	<b>ETUDE DE QUALIFICATION .....</b>	<b>33</b>
3.1	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL .....	34
3.1.1	<i>Données géologiques locales historiques.....</i>	<i>34</i>
3.1.1.1	Inventaire des données historiques .....	34
3.1.1.2	Données lithologiques et qualité des matériaux .....	34
3.1.1.3	Interprétation : Cartes et coupes géologiques locales .....	38
3.1.2	<i>Données du site.....</i>	<i>42</i>
3.1.2.1	Investigations réalisées sur site pour le projet .....	44
3.1.2.2	Définition de la nature et de la qualité des matériaux du site .....	44
3.1.2.3	Perméabilité des matériaux.....	45
3.1.2.4	Interprétation : coupes géologiques du site.....	45
3.1.3	<i>Définition du fond géochimique local .....</i>	<i>48</i>
3.1.4	<i>Conclusion sur le contexte géologique.....</i>	<i>49</i>
3.2	CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE .....	50
3.2.1	<i>Contexte hydrologique local .....</i>	<i>50</i>
3.2.2	<i>Hydrologie du site et point de rejet.....</i>	<i>53</i>
3.2.3	<i>Contexte hydrogéologique du site .....</i>	<i>56</i>
3.2.3.1	Absence de niveau de nappe au droit du site .....	56
3.2.3.2	Niveau de saturation dans les argiles du Toarcien .....	56
3.2.4	<i>Conclusion sur le contexte hydrologique et hydrogéologique .....</i>	<i>57</i>
<b>4</b>	<b>PRECONISATIONS TECHNIQUES ZONE ISDND.....</b>	<b>58</b>
4.1	QUALITE ET USAGE DES MATERIAUX.....	58
4.2	BARRIERE PASSIVE DE L'ISDND AMIANTE .....	59
4.3	RESEAU DE CONTROLE PIEZOMETRIQUE PRECONISE.....	60
4.4	POINT ET MODE DE REJET DES EAUX DU SITE .....	60
<b>5</b>	<b>FAISABILITE D'UN REAMENAGEMENT DE CARRIERE PAR REMBLAIEMENT D'INERTES AVEC DEPASSEMENT DE SEUILS.....</b>	<b>62</b>
5.1	RAPPEL DU CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE POSEE .....	62
5.2	ETAPE 1 : QUANTIFICATION DE LA SOURCE .....	63
5.2.1	<i>Géométrie du stockage ISDI.....</i>	<i>63</i>
5.2.2	<i>Quantité d'eau pluviale infiltrée et débit du flux induit.....</i>	<i>63</i>
5.2.3	<i>Temps théorique de lessivage du massif.....</i>	<i>64</i>
5.2.4	<i>Concentration du flux.....</i>	<i>64</i>
5.3	ETAPE 2 : EFFET THEORIQUE SUR LA NAPPE.....	66
5.3.1	<i>Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe du Trias .....</i>	<i>66</i>
5.3.2	<i>Qualité initiale de la Nappe .....</i>	<i>66</i>
5.3.3	<i>Valeur seuil à ne pas dépasser .....</i>	<i>67</i>
5.3.4	<i>Calcul de l'effet maximal théorique du projet sur la nappe.....</i>	<i>68</i>
5.4	CONCLUSION .....	70

# LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE (EXTRAIT IGN 1/200 000).....	2
FIGURE 2. LOCALISATION TOPOGRAPHIQUE.....	3
FIGURE 3. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL GENERAL (BRGM).....	10
FIGURE 4. BASSIN VERSANT DE LA CREUSE (SOURCE : SANDRE).....	12
FIGURE 5. CARTE DE LOCALISATION DES POINTS DE SUIVI DES EAUX DE SURFACE (ACG).....	14
FIGURE 6. CONTEXTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIE DU BERRY (BRGM, 1993).....	17
FIGURE 7. COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE DU BERRY (BRGM, 1998).....	19
FIGURE 8. CONTEXTE STRUCTURAL LOCAL (BRGM).....	20
FIGURE 9. CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCAL.....	22
FIGURE 10. LOG GEOLOGIQUE PROFOND LOCAL (BSS N°5934X0027).....	23
FIGURE 11. COUPE HYDROGEOLOGIQUE SCHEMATIQUE (SAFEGE - 2011).....	26
FIGURE 12. CARTE DES CAPTAGES AEP.....	31
FIGURE 13. LOCALISATION DES SONDAGES REFERENCES A L'ECHELLE LOCALE.....	36
FIGURE 14. CARTE DU TOIT DES ARGILES DU TOARCIEN.....	39
FIGURE 15. CARTE DU TOIT DES MARNES DU TOARCIEN.....	39
FIGURE 16. COUPE SCHEMATIQUE OUEST - EST AA' (ACG).....	40
FIGURE 17. COUPE SCHEMATIQUE OUEST-EST BB' (ACG).....	41
FIGURE 18. LOCALISATION DES SONDAGES REFERENCES SUR SITE.....	43
FIGURE 19. COUPE GEOLOGIQUE DU SITE NS.....	46
FIGURE 20. COUPE GEOLOGIQUE DU SITE EW.....	47
FIGURE 21. BASSINS VERSANTS HYDROGRAPHIQUES.....	51
FIGURE 22. MESURES HYDRO LOCALES.....	52
FIGURE 23. HYDROLOGIE DU SITE ET POINT DE REJET.....	54
FIGURE 24. RESEAU DE CONTROLE PIEZOMETRIQUE PRECONISE (ACG).....	61

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1. OBJECTIF QUALITE POUR LES MASSES D'EAU DE SURFACE (SOURCE SDAGE).....	13
TABLEAU 2. STATIONS DE MESURES DES EAUX DE SURFACE (AGENCE DE L'EAU).....	14
TABLEAU 3. SUCCESSION LITHOSTRATIGRAPHIQUE DU BERRY.....	18
TABLEAU 4. QUALITE DE LA NAPPE DU TRIAS (MAILLET, SOURCE ADES).....	28
TABLEAU 5. DONNEES AEP (SOURCE ARS).....	30
TABLEAU 6. DONNEES LITHOLOGIQUES DES SONDEGES HISTORIQUES. ....	37
TABLEAU 7. NATURE DES MATERIAUX EN FLANC DE SITE (TRANLABOGE0, 2020).....	44
TABLEAU 8. FOND GEOCHIMIQUE SOL LOCAL. ....	48
TABLEAU 9. PHYSICO-CHIMIE DES EAUX (MESURES ACG, 2019).....	50
TABLEAU 10. TEMPS DE LESSIVAGE NECESSAIRE POUR LIXIVIER TOUT LE SITE. ....	64
TABLEAU 11. CONCENTRATION MAXIMALE DU FLUX. ....	65
TABLEAU 12. VITESSE DE LA NAPPE ET VOLUME TRANSITANT SOUS LE SITE PAR AN (DARCY). ....	66
TABLEAU 13. CONCENTRATION INITIALE DANS LA NAPPE SELON LES ELEMENTS CONTROLES .....	67
TABLEAU 14. VALEUR SEUIL PAR ELEMENT. ....	67
TABLEAU 15. HAUSSE DE CONCENTRATION ET EFFETS SUR LA NAPPE (HYPOTHESE PENALISANTE).....	69

## LISTE DES GRAPHERS

GRAPHE 1. CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE DE LA NAPPE DU TRIAS (MAILLET, BSS 05933X0006).....	27
---	----

## LISTE DES PLANCHES PHOTOS

PLANCHE PHOTO 1. FRONT DE TAILLE DE LA CARRIERE. ....	42
PLANCHE PHOTO 2. ILLUSTRATION DU CONTEXTE HYDROLOGIQUE. ....	55

# LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1.**      **Données bibliographiques sur le contexte environnemental**
- Annexe 2.**      **Données bibliographiques sur les risques naturels**
- Annexe 3.**      **Données AEP**  
*Périmètres de protection des captages AEP (Agence de l'Eau)*
- Annexe 4.**      **Données géologiques et hydrogéologiques**  
**acquises sur site**

# 1

## Présentation de l'étude

### 1.1 Présentation du projet

La Société d'Exploitation de Gournay (SEG) exploite une carrière d'argile au lieu-dit de Pongautron sur la commune de Gournay (36). Elle envisage l'exploitation d'une Installation de Stockage de Déchets minéraux sur une partie de l'emprise de la carrière.

La Société d'Exploitation de Gournay exploite déjà une ISDND sur la commune de Gournay à moins de 500 m au nord-ouest du projet actuel dans un même contexte. Le secteur est donc très bien connu géologiquement parlant.

Plus précisément, le projet s'oriente vers un stockage double :

- Une prolongation d'exploitation de la carrière d'argile avec réaménagement final en matériaux inertes avec dépassements de seuils (type K3+);
- Une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux minéral (ISDND) et plus spécifiquement un stockage d'amiante (K2).

S'agissant Installations Classées pour la Protection de l'Environnement [ICPE] soumises à autorisation, ce projet fait l'objet d'une étude d'impact parmi lesquelles un volet géologique et hydrogéologique. Ce volet technique est détaillé dans l'étude de qualification géologique, hydrogéologique, objet de présent dossier réalisé par ACG ENVIRONNEMENT.

L'installation la plus contraignante, en termes réglementaire et environnemental, est le projet d'ISDND amiante. L'étude est donc tournée sur cet objet. Elle suit les recommandations du « *Guide de bonnes pratiques pour les caractérisations géologiques, hydrogéologiques et géotechniques* » de l'AFNOR (FD X30-438) de juillet 2017.

### 1.2 Situation

Le projet est localisé sur la commune de Gournay (36) à une vingtaine de kilomètres au Sud de Châteauroux et à une quinzaine de kilomètres à l'Est d'Argenton-sur-Creuse comme illustré en [figure 1](#).

Depuis Gournay, on y accède en empruntant la D42 puis la D927 qui relie le bourg de Neuvy-Saint-Sépulchre à Argenton-sur-Creuse selon un axe Ouest-Est.



**Figure 1. Localisation géographique (extrait IGN 1/200 000).**

L'ancienne carrière est située au niveau du lieu-dit de Pongautron à 3 km au nord-est du bourg de Gournay et à environ 4 kilomètres à l'Ouest de Neuvy-Saint-Sépulchre (voir figure 2 en page suivante).

La nature argileuse des formations géologiques à l'affleurement induit un relief mou (plateaux) qui favorise le développement du chevelu hydrographique (ruisseau, rivières, nombreuses réserves d'eau et lacs parsemés dans le pays). Le secteur est dédié aux pâtures et à l'élevage bovin (terres pauvres d'un point de vue agronomique).

Localement, le plateau est entaillé par le réseau hydrographique qui a profondément érodé les formations argileuses tendres. Ainsi, le plateau est segmenté en petites unités morphologiques (collines). Le site est posé sur une colline qui culmine à environ 235 mètres d'altitude et tranche avec le fond de la vallée de l'Auzon à l'Ouest (fond à 175 m NGF environ soit 60 m plus bas).

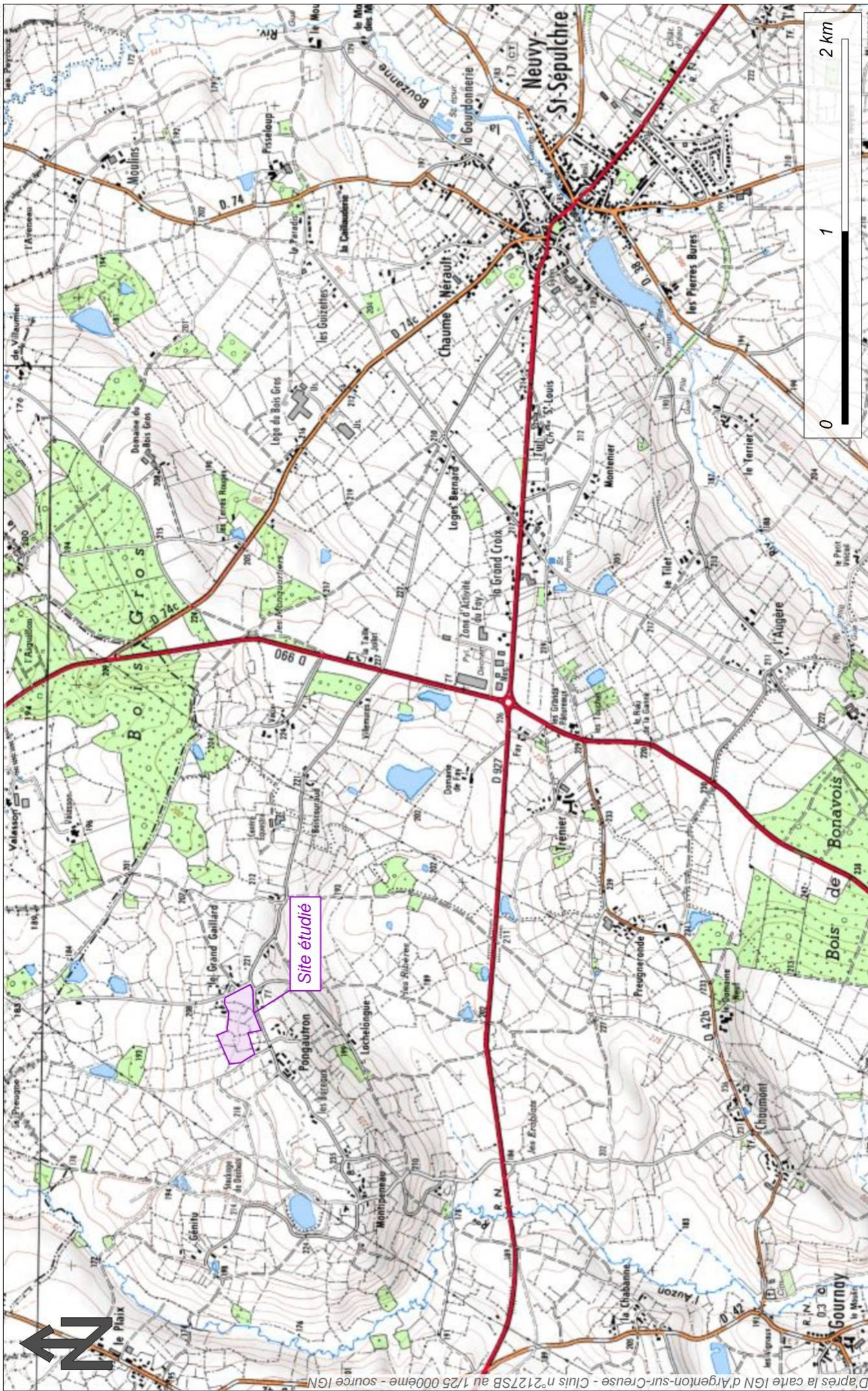
Les coordonnées topographiques au centre du site, rapportées au système géodésique français (Lambert II étendu, NGF) sont :

X = 555 226

Y = 2 179 157

Z = 220 m NGF





ETUDE DE QUALIFICATION  
GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)



Figure 2.  
Localisation topographique

D'après la carte IGN d'Argenton-sur-Creuse - Clus n°2127SB au 1/25 000ème - source IGN

## 1.3 Cadre réglementaire

### 1.3.1 Réglementation ISDND

Une ISDND est soumise à l'arrêté ministériel du 15 février 2016 (remplaçant l'arrêté ministériel du 9 septembre 1997 modifié). Ce texte réglementaire définit notamment les valeurs des coefficients de perméabilité et les épaisseurs minimales des formations géologiques recevant les installations de stockage, critères sur lesquels reposent les fondements de la notion de barrière de sécurité passive. Cet arrêté précise que : « *L'installation est implantée sur des terrains au contexte géologique, hydrologique et hydrogéologique favorable. Le sous-sol de la zone à exploiter constitue une barrière de sécurité passive qui ne doit pas être sollicitée pendant l'exploitation et permet d'assurer à long terme la prévention de la pollution des sols, des eaux souterraines et de surface par les déchets et les lixiviats.* »

La structure de la barrière passive est différente selon les activités projetées.

Dans le cas d'une Installation de stockage de déchets d'amiante liée, l'article 40 de cet arrêté stipule que : « *Pour les casiers mono-déchets dédiés au stockage de déchets de matériaux de construction contenant de l'amiante, la protection du sol, des eaux souterraines et de surface est assurée par une barrière géologique dite « barrière de sécurité passive » constituée du terrain naturel en l'état répondant aux critères suivants :*

- *le fond des casiers de stockage présente une perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s sur au moins 1 mètre d'épaisseur ;*
- *les flancs des casiers de stockage présentent une perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s sur au moins 0,5 mètre d'épaisseur.* »

Le second alinéa de l'article 9 stipule que : « *Lorsque la barrière géologique ne répond pas naturellement aux conditions précitées, elle est complétée et renforcée par d'autres moyens présentant une protection équivalente. L'épaisseur de la barrière ainsi reconstituée ne doit pas être inférieure à 1 mètre pour le fond de forme [...].* »

Dans le cas où le milieu géologique ne satisfait pas naturellement aux règles stipulées par l'arrêté, la réglementation offre la possibilité de mesures compensatoires en introduisant la notion de « *niveau de protection équivalent* ». Selon le guide de recommandations pour l'évaluation de « l'équivalence » en étanchéité passive d'installation de stockage de déchets, version 2 du MEEDDAT de février 2009 : « *Deux barrières d'étanchéité passives seront considérées comme « équivalentes » lorsqu'elles assurent un même niveau de protection en termes d'impact potentiel d'une installation de stockage sur une ressource en eau souterraine* ».

En ce qui concerne le contexte hydrologique, la réglementation précise que : « *les risques d'inondation sur le site doivent être pris en compte* » et imposent une gestion des eaux de ruissellement extérieures (événement pluvieux de fréquence décennale *a minima*), intérieures au site, et si nécessaire, des eaux souterraines « *permettant une décantation et un contrôle de leur qualité* », avant rejet dans le milieu naturel.

Enfin, la conception et le dimensionnement de l'installation de stockage doivent intégrer les spécificités géotechniques du site : « *les risques d'inondation, d'affaissement, de glissements de terrain ou d'avalanches sur le site doivent être pris en compte* » et que « *la hauteur de déchets dans un casier doit être déterminée de façon à ne pas dépasser la limite de stabilité des digues.* »

### 1.3.2 Réglementation K3+

Le remblaiement de carrière est soumis à la rubrique 2510. Le remblaiement en K3+ (inertes avec dépassements de seuils peut s'inspirer de l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées. Cet arrêté définit notamment les conditions dans lesquelles des matériaux peuvent être acceptés.

En particulier, l'article 6 stipule que :

*« Concernant les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760, après justification particulière et sur la base d'une étude visant à caractériser le comportement d'une quantité précise d'un déchet dans une installation de stockage donnée et son impact potentiel sur l'environnement et la santé, les valeurs limites à respecter par les déchets visés par l'annexe II peuvent être adaptées par arrêté préfectoral. Cette adaptation pourra notamment être utilisée pour permettre le stockage de déchets dont la composition correspond au fond géochimique local.*

***En tout état de cause, les valeurs limites sur la lixiviation retenues dans l'arrêté ne peuvent pas dépasser d'un facteur 3 les valeurs limites mentionnées en annexe II.***

*Cette adaptation des valeurs limites ne peut pas concerner la valeur du carbone organique total sur l'éluat. Concernant le contenu total, seule la valeur limite relative au carbone organique total peut être modifiée dans la limite d'un facteur 2. »*

L'annexe II prévoit 3 facilités :

- *Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.*
- *(2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S = 10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.*
- *(3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0. Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluat si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche.*

Ainsi, les valeurs seuils d'acceptation des déchets en ISDI peuvent être adaptées dans le cadre où les demandes de l'exploitant s'inscrivent dans les facilités prévues par l'arrêté ministériel en vigueur.

## 1.4 Objectif de l'étude de qualification

L'objectif de l'étude de qualification pour le projet d'ISDND amiante est de dimensionner le projet de stockage en fonction des contraintes induites par le contexte géologique et hydrogéologique local.

Pour ce faire, il est nécessaire de réaliser une étude itérative allant du général au particulier en réponse aux recommandations normatives nouvelles (Guide des Bonnes pratiques, norme FD X 30-438) qui régit les règles de l'art en termes de moyens d'études (phasage et justification des moyens techniques à mettre en œuvre).

Les arguments apportés et la façon de les amener sont capitaux pour la conformité de l'étude. Le document final est autant un rapport technique qu'un outil de communication et de vulgarisation. Il est établi par étapes successives. Il justifiera :

- phase 1 dite « d'aptitude » (échelle régionale et locale) qui justifie du positionnement du site dans son contexte géologique, hydrogéologique et hydrologique ;
- phase 2 dite « étude de qualification locale » : c'est à ce stade que sont analysées toutes les données locales existantes et que sont réalisées, au besoin, les investigations lourdes de terrain type sondage carotté, piézomètres, essais de perméabilité in situ... ;
- phase 3 dite étude « de faisabilité de projet ». Elle concerne les préconisations de dimensionnement du projet (altitude et structure de la BP, stabilité, gestion des eaux, usage des matériaux, etc...).

A chacune des phases d'études, c'est l'analyse des données existantes qui permet de justifier du programme de reconnaissances nécessaire et suffisant pour la phase suivante et ce, en fonction de la sensibilité locale.

Chacune des parties de l'étude fait l'objet de conclusions intermédiaires et de résumés faisant ressortir les données pertinentes et importantes. L'étude a une conclusion générale qui reprend les grandes lignes de l'étude.

## 1.5 Problématiques identifiées

Pour une ISDND, la notion importante est celle de la barrière de sécurité passive (couche géologique en fond et en flanc de site qui confine le stockage) qui statue sur la faisabilité du site.

Le projet est localisé dans le pays géologique du Berry en lieu et place d'une ancienne carrière d'argile exploitée jadis par la société CERATERA. Ces argiles sont bien connues et appartiennent aux premiers étages géologiques du Bassin Parisien (voir chapitre contexte géologique général en [paragraphe 2.1.1](#) en [page 10](#)). Elles sont, par nature, imperméables. Ainsi, il est acquis que le substratum géologique local (argiles du Toarcien) sont aptes à former la barrière passive du site (épaisseur du Toarcien de près de 75 m). Le contexte géologique est favorable tout comme le contexte hydrogéologique (aquifère potentiel à très forte profondeur confiné sous les argiles).

Le Berry est un pays géologique singulier dans le sens où il marque la transition entre le socle cristallin au sud formé par des horizons granitiques (roches plutoniques, massif central) et le Bassin Parisien au nord (roches sédimentaires). Les formations sédimentaires plongent et s'approfondissent vers le nord en direction du centre du

bassin. Le socle ancien a subi des déformations tectoniques (failles) héritées de son histoire géologique. Ainsi, il existe un réseau de fractures profondes qui ont rejouées et qui affectent potentiellement également les formations sédimentaires.

Ainsi, il existe 2 grandes problématiques qui contraignent le projet d'ISDND amiante :

- **Problématique 1 liée à la nature des roches (problématique dite géologique et structurale) :** Dans le cadre d'une ISDND spécifique pour le stockage d'amiante, la barrière de sécurité passive doit présenter une perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s sur 1 mètre (cf. § 1.3 Cadre réglementaire). La barrière passive doit être continue et homogène. Les argiles en fond de site présenteront ces gammes de perméabilité (les formations argileuses sont, par nature, peu perméables). Il conviendra de vérifier que le réseau de fractures présent à l'échelle régionale n'affecte pas la continuité et l'homogénéité des couches de la barrière passive ;
- **Problématique 2 liée aux eaux (problématique dite hydrogéologique et hydrologique) :** les argiles imperméables limitent substantiellement l'infiltration pluviale. Ainsi, il n'y a pas de nappe d'eau souterraine au droit du site du fait la nature même des argiles du Toarcien. Les eaux ruissèlent majoritairement. Le réseau hydrologique est par conséquent bien développé et potentiellement relativement sensible. Il conviendra donc d'être attentif au milieu récepteur des eaux d'exhaure du site.

## 1.6 Moyens d'étude

*Pour chacun des contextes caractérisant le site, les moyens d'études sont exposés ci-après.*

### 1.6.1 Contexte géologique et structural

- Analyse de la succession des couches géologiques, du contexte tectonique et structural régional, par la synthèse bibliographique de toutes les données disponibles et notamment celles de la banque de données du sous-sol (BSS) validées par le BRGM et les données historiques de l'exploitation du site et des activités voisines ;
- Visite de site et reconnaissance des terrains alentours pour comprendre la géologie locale (affleurements, vallées, témoins d'accidents structuraux...).

### 1.6.2 Contexte hydrogéologique et usage des eaux

- Synthèse des données bibliographiques pertinentes (ADES, atlas hydrogéologique, cartes hydrogéologiques, rapports des hydrogéologues agréés, reprises des données d'exploitation voisine en cours) ;
- Etude des usages de l'eau à partir des données issues de l'ARS ;
- Etude des écoulements de surface ;
- Conception du modèle hydrogéologique du site.

### 1.6.3 Contexte hydrologique

- Synthèse des éléments bibliographiques, définition des sous-bassins hydrographiques et étude des talwegs aux environs du site ;
- Relevés en aval du site depuis le point de rejet jusqu'à la confluence avec le cours d'eau permanent à l'aval (L'Auzon) ;
- Vulnérabilité des eaux de surface.

### 1.6.4 Etudes de projet

Pour la zone ISDND :

- Définition de l'altitude et de la structure de la barrière passive ;
- Qualité et usage des matériaux ;
- Définition du point et du mode de rejet des eaux ;
- Préconisation du contrôle piézométrique.

Pour la zone remblaiement de carrière de type K3+ :

- Définition du fond géochimique sol et eau ;
- Définition de la sensibilité locale ;
- Définition du flux lié au projet et effet potentiel sur la ressource en eau souterraine.

## 2

# ETUDE D'APTITUDE

Conformément au fascicule AFNOR FD X 30-438 « *Guide de bonnes pratiques pour les caractérisations géologiques, hydrogéologiques et géotechniques* », l'étude d'aptitude, principalement à l'échelle régionale, a pour but d'expliquer la démarche de caractérisation de site, de le replacer dans son environnement afin de justifier de la localisation du site en précisant les points positifs et contraignants. Cette étude doit en particulier mettre en évidence l'aspect non dangereux du projet sur la ressource AEP potentiellement présente.

La définition des contextes régionaux est issue de la synthèse bibliographique des données régionales et locales.

Cette analyse fait apparaître deux catégories de critères :

- Les critères positifs permettant de confirmer l'aptitude du site à accueillir une ISDND ;
- Les critères contraignants pour lesquels des mesures compensatoires doivent être proposées.

## 2.1 Contexte environnemental

L'état initial environnemental local est décrit succinctement afin de fixer les grandes contraintes à prendre en compte, au préalable à tout projet, pouvant modifier le paysage, le milieu végétal, les eaux de surface... Les éléments repris ci-après sont abordés afin de replacer le site dans son contexte et d'aider à mieux appréhender les contextes géologique et hydrogéologique.

*Se référer à l'annexe 1 pour l'illustration du contexte environnemental.*

### 2.1.1 Préambule : Données d'ordre général

La figure 3, ci-dessous (carte géologique de la France à 1/1 000 000) permet de replacer le secteur d'études dans son contexte géologique général.

Le site est localisé à l'extrémité méridionale du « Bassin Parisien », non loin de sa limite d'extension sud et de l'affleurement du socle cristallin (massif central en rouge).

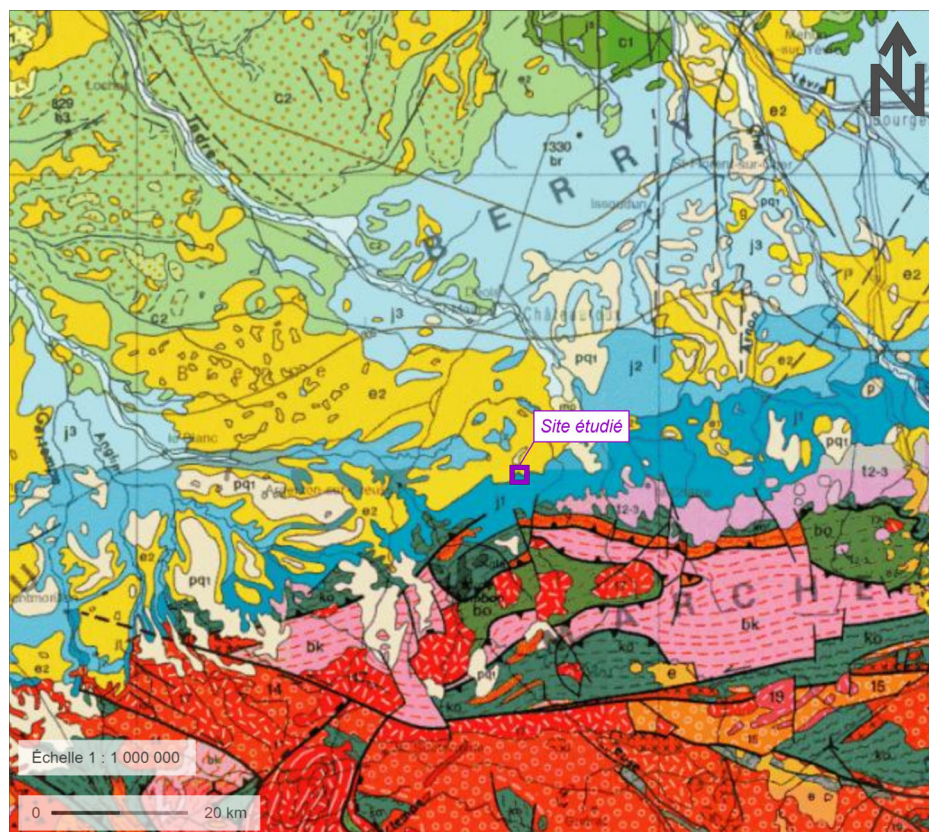


Figure 3. Contexte géologique et structural général (BRGM).

Le bassin sédimentaire est constitué d'un empilement de formations lithologiques majoritairement d'âge secondaire dont l'affleurement est séquencé du sud vers le nord à mesure que l'on s'enfonce vers le centre du bassin Parisien :

- les plus anciennes affleurent au sud (Trias en violet sur la carte, base du Secondaire) ;



- le Secondaire moyen affleure au centre de l'extrait (calcaires du Jurassique en bleu) ;
- le Secondaire terminal, représenté par la Craie du Crétacé (en vert), affleure au nord-ouest.

En couverture de ces horizons du Secondaire, on retrouve un reliquat des formations issues la transgression marine du Tertiaire non érodées (en jaune).

**Ainsi, le site est localisé sur l'auréole d'affleurement du Jurassique ancien (j1) dans le pays géologique de la plaine du Berry.**

La limite entre le socle cristallin au sud (massif central) et le Bassin Parisien, au nord, est soulignée par un réseau de fractures d'orientation sud-ouest/nord-est (traits noirs) qui a induit un approfondissement des couches vers le nord.

Tout naturellement, le réseau hydrographique prend naissance dans le massif central au sud et s'écoule vers le nord-ouest en direction de la Loire, collecteur principal des eaux du sud-ouest du bassin parisien. Plus spécifiquement, la plaine berrichonne est drainée par l'Indre à l'Est et la Creuse à l'ouest.

Le site étudié est localisé plus spécifiquement dans le grand bassin versant hydrographique de la Creuse qui constitue un axe de drainage des eaux d'envergure régionale et qui représente donc un point de confluence pour les nombreux cours d'eau de surface ainsi que pour les eaux souterraines. A l'Ouest de Gournay, le cours d'eau coule sur les formations argileuses du Lias (marnes et argiles Toarcien) puis sur les calcaires du Jurassique Moyen.

## 2.1.2 Cadre hydrologique régional : le bassin versant de la Creuse

Le site est localisé dans le bassin versant de la Creuse dont une carte générale du bassin versant est présentée en [figure 4](#) en page suivante. La zone d'études est plus précisément implantée en « Creuse Aval » (d'après l'Etablissement Public Territorial de Bassin, EPTB) qui s'étend, depuis le barrage d'Eguzon, au sud, à la confluence avec la Vienne au Nord.

Le bassin versant du cours d'eau a une superficie de 10 279 km<sup>2</sup>. La rivière s'écoule entre le plateau des Millevaches (23) où elle prend sa source à 811 m d'altitude et Port-de-Piles (86) où elle se jette dans la Vienne, à environ 44 m d'altitude. La Creuse parcourt environ 264 km entre sa source et la confluence avec la Vienne. La pente faible de la rivière, d'environ 0,3 % sur son cours, induit un régime principalement impacté par les précipitations sur son bassin versant.

Plus précisément, et à l'échelle locale, le site est localisé dans le sous-bassin versant de l'Auzon (en rosé sur la [figure 4](#)), cours d'eau affluent de la Bouzanne qui est elle-même un affluent en rive droite de la Creuse dans laquelle elle se jette à Le-Pont-Chrétien-Chabenet. Ainsi, le secteur est concerné par 3 masses d'eau de surface :

- L'Auzon jusqu'à sa confluence avec la Bouzanne (n° masse d'eau à l'agence de l'Eau : FRGR1517) ; le site est à 1,5 km à l'Est en rive droite du cours d'eau ;
- « La Bouzanne et ses affluents depuis Jeu-les-Bois jusqu'à sa confluence avec la Creuse » (n° FRGR0407) ;
- « La Creuse depuis le complexe d'Eguzon jusqu'à la confluence avec la Gartempe » (n° FRGR0365b).

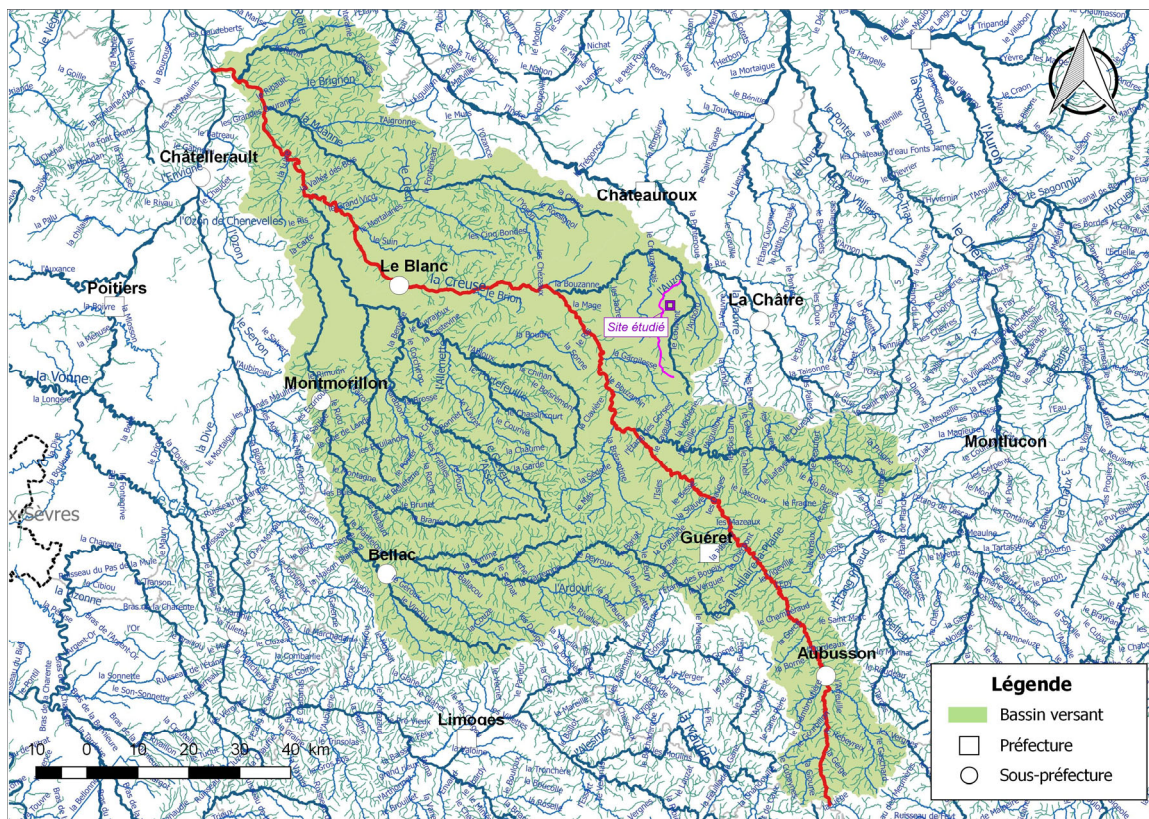


Figure 4. Bassin versant de la Creuse (source : Sandre).

Les objectifs pour les masses d'eau de surface correspondantes sont donnés dans le tableau 1 en page suivante (objectifs du SDAGE).

## 2.1.3 SDAGE et SAGE

### 2.1.3.1 SDAGE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) est un document de planification institué par la loi sur l'eau de 1992. Son contenu est défini par les articles L212-1 et 2 du code de l'environnement.

Le SDAGE est élaboré pour un grand bassin hydrographique (Loire-Bretagne, Seine-Normandie, Rhône-Méditerranée-Corse, Artois-Picardie, Adour-Garonne, Rhin-Meuse...). Il fixe les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. Le secteur est visé par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (AELB).

Le secteur est inclus dans le SDAGE Loire-Bretagne. Il définit notamment les objectifs de qualité à atteindre pour les différents types d'eau (consommation humaine, pisciculture, agriculture...) pour les eaux superficielles et souterraines, le but étant la préservation de la ressource.

Le SDAGE réglementairement en vigueur porte sur la période 2016-2021. Les principaux enjeux du SDAGE sont les suivants :

- Repenser les aménagements de cours d'eau ;
- Préserver la qualité des cours d'eau et des nappes souterraines en réduisant les pollutions issues de l'agriculture (nitrates, pesticides) et des industries (substances dangereuses) ;
- Garantir une eau potable en qualité et en quantité satisfaisante ;
- Maintenir et améliorer la biodiversité aquatique ;
- Préserver le littoral ;
- Préserver les têtes de bassin versant ;
- Faciliter la gouvernance et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques ;
- Mettre en place des outils réglementaires et financiers ;
- Informer, sensibiliser, favoriser les échanges

Pour la Bouzanne et la Creuse, cours d'eau en aval du site, l'objectif qualité est le bon état (voir tableau 1 ci-dessous).

Commission territoriale	Nom de la rivière	Code de la masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Objectif d'état écologique		Objectif d'état chimique		Objectif d'état global		Motivation du délai
				Objectif	Délai	Objectif	Délai	Objectif	Délai	
VC	AUZON	FRGR1517	LAUZON ET SES AFFLUENTS DEPUIS LA SOURCE JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA BOUZANNE	Bon Etat	2027	Bon Etat	ND	Bon Etat	2027	FT
VC	BOUZANNE	FRGR0407	LA BOUZANNE ET SES AFFLUENTS DEPUIS JEU-LES-BOIS JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA CREUSE	Bon Etat	2021	Bon Etat	ND	Bon Etat	2021	FT
VC	CREUSE	FRGR0365b	LA CREUSE DEPUIS LE COMPLEXE D'EGUZON JUSQU'A LA CONFLUENCE AVEC LA GARTEMPE	Bon Etat	2021	Bon Etat	ND	Bon Etat	2021	FT

**Tableau 1. Objectif qualité pour les masses d'eau de surface (source SDAGE).**

Une ISDND est une ICPE dont le degré d'exigence en termes de protection et de suivi des eaux superficielles et souterraines sont très exigeantes réglementairement et vont dans le sens des enjeux du SDAGE.

### 2.1.3.2 SAGE

Le site s'inscrit aussi dans un projet de Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), déclinaison locale des enjeux généraux du SDAGE : le SAGE de la Creuse. D'après les données issues de Gest'Eau, ce SAGE est en cours d'élaboration.

Un arrêté interpréfectoral (n°23-2019-07-28-001) portant sur la délimitation du périmètre du SAGE de la Creuse a été déposé le 28 juillet 2019. Les principaux enjeux sont les suivants :

- Améliorer la qualité des eaux générales du bassin versant de la Creuse en intensifiant le suivi des pollutions ;
- Préserver les milieux aquatiques, limiter les fortes variations de débits et préserver l'accès aux ressources en eau souterraine ;
- Créer une gouvernance commune entre les acteurs du SAGE tout en respectant la cohérence hydrographique.

### 2.1.3.3 Stations de suivi de la qualité des eaux de surface

Il existe 3 stations de suivi de la qualité des eaux de surface référencées à l'Agence de l'Eau pour le secteur considéré (voir tableau 2 et figure 5 ci-dessous, carrés verts) :

- Deux sur la Bouzanne respectivement en amont et en aval du site ;
- Une sur la Creuse localisée à Rivarennnes (première en aval après la confluence avec la Bouzanne).

La première station en aval du site est celle de Velles (n° 04061250) à 11 km au nord-ouest sur la Bouzanne. Il ny a pas de station référencée sur l'Auzon.

Cours d'eau	Station	Localisation par rapport au site	Etat écologique	Etat chimique
Bouzanne	04090800	La Bouzanne à Cluis	Bon état 2021	Bon état 2021
Bouzanne	04091250	La Bouzanne à Velles	Bon état 2021	Bon état 2021
Creuse	04091400	La Creuse à Rivarennnes	Bon état 2021	Bon état 2021

Tableau 2. Stations de mesures des eaux de surface (Agence de l'Eau).

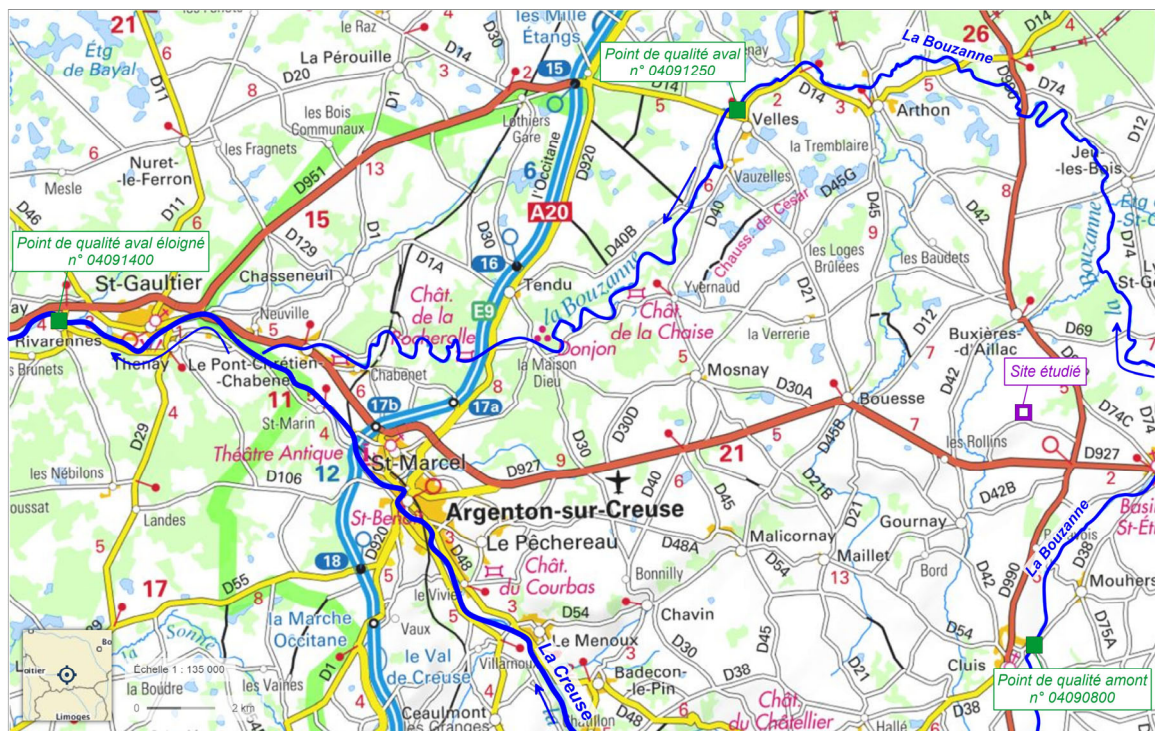


Figure 5. Carte de localisation des points de suivi des eaux de surface (ACG).

## 2.1.4 Espaces naturels sensibles

Le site, sur un plateau argileux, n'est pas situé sur une zone environnementale sensible. En particulier, dans un rayon de 5 km autour du site et plus particulièrement en aval, il n'existe aucun espace naturel sensible référencé (Natura 2000, ZNIEFF, ZICO, Parc régional, etc...).

Dans un rayon élargi à 10 km, il est référencé uniquement des zones d'inventaire de type ZNIEFF :

- Deux ZNIEFF de type I :
  - « Etangs de Varennes » n°240000566 ;
  - « Pelouses et étangs de Lys-Saint-Georges » n°240000564 ;
- Une ZNIEFF de type II « Massif forestier de Châteauroux » (n°240031741).

Aucune contrainte spécifique n'est induite par la présence de ces zones.

## 2.1.5 Risques naturels

*Se référer à l'annexe 2 pour l'illustration des risques naturels.*

### 2.1.5.1 Risque sismique

La France est découpée en 5 zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes. Le classement est fonction des aléas sismiques allant de zones de sismicité 1 (très faible) ne nécessitant pas de prescriptions parasismiques à sismicité 5 (forte) nécessitant l'application de règles de construction parasismiques.

Les communes sont classées suivant ces 5 zones de sismicité en application du décret n°2010-1255 du 22 Octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité.

Les communes du département de l'Indre sont classées en zone 2 (sismicité faible). Il n'y a donc aucune prescription spécifique relative aux séismes à prévoir pour le projet.

### 2.1.5.2 Aléas retrait-Gonflement des argiles

L'aléa retrait-gonflement des argiles est défini sur le site Infoterre du BRGM. Une cartographie de l'aléa est présentée et permet de définir le risque associé (fort pour les argiles plastiques, moyen pour les marnes et nul pour le socle cristallin ou les horizons calcaires du Jurassique).

Au niveau de la zone étudiée, l'aléa est noté comme **fort**. Il est lié à la présence des argiles du Toarcien.

Dans le cadre du projet d'ISDND et d'ISDI, la présence de cet aléa est une contrainte maîtrisée dans le sens où cette spécificité locale est prise en compte dans les calculs de stabilité réglementaires et dans les phases de terrassement et d'aménagement du site. En particulier, le comportement des argiles est intimement lié à la teneur en eau du matériau : il devient glissant (et gonfle potentiellement) quand il est humide ; L'argile se rétracte quand elle sèche (par temps sec et chaud). Une attention particulière devra être portée sur cet aspect lors des études de dimensionnement et les travaux d'aménagement du site.

### 2.1.5.3 Glissements de terrain

La position du site, sur un plateau à pente relativement faible, n'est pas sujette à favoriser un risque de glissements de terrain. Cependant, selon les données de Géorisques, le projet est concerné par un Plan de Prévention des Risques Naturels vis-à-vis des mouvements de terrain.

Les formations argileuses peuvent présenter un risque de glissement quand il existe une pente naturelle non maîtrisée (caractéristiques géomécaniques dites faibles). Comme pour l'aléa retrait/gonflement des argiles, cette contrainte est prise en compte et est étudiée dans des études de stabilité qui interviennent en phase de dimensionnement du projet.

Aucun mouvement de terrain n'a eu lieu lors des différentes activités passées sur site.

### 2.1.5.4 Risque de fontis

Les fontis et cavités souterraines se retrouvent potentiellement dans les roches calcaires qui subissent une altération par dissolution des carbonates sous l'action des eaux pluviales d'infiltration acides.

Au droit de la zone d'études, les formations sont constituées d'argiles et de marnes non sujettes à cet aléa. Le risque de fontis et d'effondrement de cavité souterraine est nul.

### 2.1.5.5 Risque d'inondation

Le site est positionné sur un plateau s'élevant à une altitude moyenne de 230 à 235 m NGF. La rivière la plus proche, l'Auzon, coule environ 60 mètres plus bas à une altitude moyenne de 175 m NGF. Le risque d'inondation par crue de rivière est exclu.

Les remontées de nappe peuvent aussi constituer un facteur de risque d'inondation. Au droit du site, les formations argileuses ont une épaisseur estimée de près de 100 m (non aquifères). Ainsi, il n'existe pas non plus de risque d'inondation par l'intermédiaire d'une remontée de nappe.

### 2.1.5.6 Synthèse sur les risques naturels

Au droit de la zone d'études, il existe 2 risques naturels potentiels liés à la nature argileuse du substratum :

- Aléa Retrait et gonflement des argiles ;
- Aléa Glissements de terrain.

Dans le cadre du projet d'ISDND et de réaménagement de carrière par remblaiement d'inertes avec dépassements de seuils, la présence de ces aléas est une contrainte maîtrisée dans le sens où cette spécificité locale est prise en compte dans les calculs de stabilité réglementaires et dans les phases de terrassement et d'aménagement du site.

## 2.2 Contexte géologique et structural

### 2.2.1 Données d'ordre général

Comme évoqué plus avant dans le [paragraphe 2.1.1 page 10](#), le projet est localisé dans le pays géologique du Berry qui correspond au domaine d'affleurement des formations du Secondaire à la base et en limite d'extension méridionale du Bassin Parisien.

Le Berry s'étend grossièrement d'Est en ouest entre la Loire et la Creuse et se prolonge vers l'Ouest jusqu'au Poitou (voir [figure 6](#) ci-dessous). Sa limite septentrionale est formée par l'affleurement des horizons de socle cristallin (massif central). Ce secteur, dit domaine de « La Marche » correspond à une zone de fractures (failles) liées aux formations de socle qui forment le massif central.

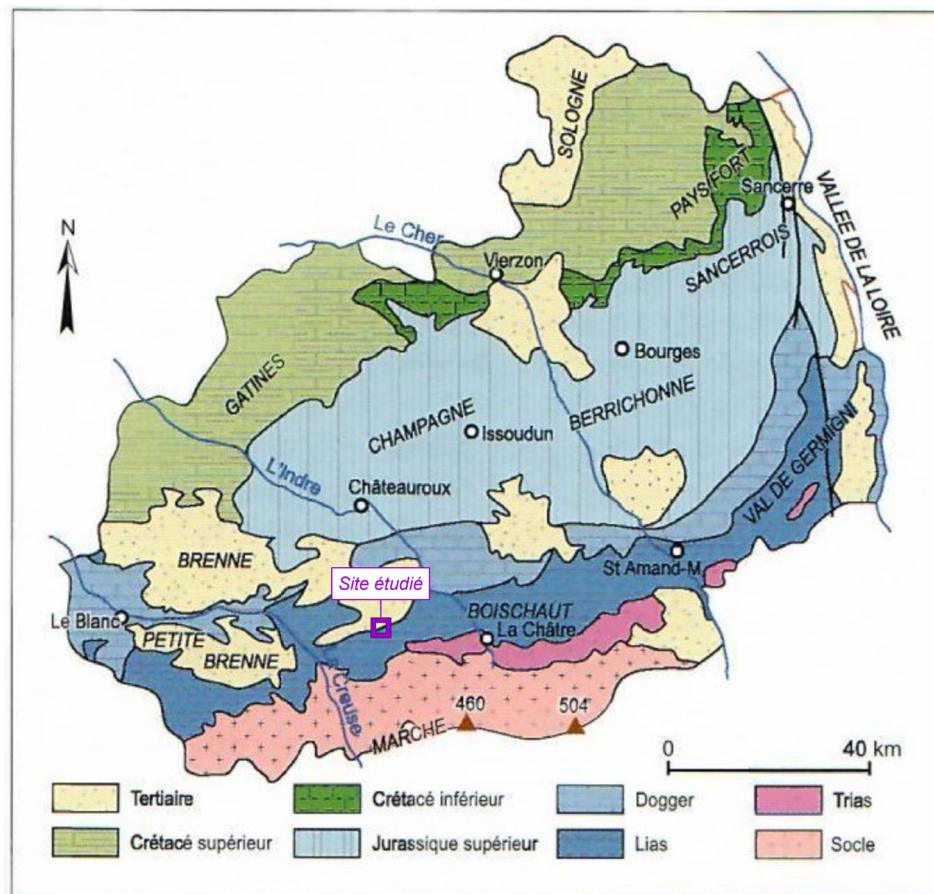


Figure 6. Contexte géologique simplifié du Berry (BRGM, 1993).

Plus précisément, le site étudié est situé dans la partie occidentale sud du Berry : la région du Boischaud, localisée dans l'auréole d'affleurement du Jurassique et plus spécifiquement du Lias dont les argiles du Toarcien (en bleu foncé sur la carte).

## 2.2.2 Succession lithologique du Berry et histoire géologique associée

Le [tableau 3](#) ci-dessous (source BRGM) illustre la succession lithologique moyenne rencontrée dans le Berry depuis les horizons de socle les plus anciens à la base (socle cristallin) et jusqu'aux terrains les plus récents datant du Plio-Quaternaire.

Terrasses alluviales	Mio - Plio - Quaternaire		
Sable et argile de Sologne - Calcaire du Berry	Tertiaire		
Argile à silex, craie mameuse	Turonien		CRETACE
Marnes à Ostracées	Cénomarien sup.		
Sable de Vierzon	Cénomarien inf.		
Sable et argile	Crétacé inférieur		
Calcaire	Portlandien		MALM
Marnes de Saint-Doulchard	Kimméridgien		
Calcaire	Oxfordien sup. Callovien		DOGGER
Marnes	Oxfordien inf.		
Calcaire marneux	Bathonien		
Marnes à Accuminata	Bathonien inf.		LIAS
Calcaire détritique	Bajocien		
Argile et marnes	Aalénien		JURASSIQUE
Calcaire	Toarcien		
Argiles, anhydrite	Hettangien Sinémurien		
Sable, grès, argile	Trias		
Grès argileux	Permien		
Roches cristallophyliennes	Socle		

**Tableau 3. Succession lithostratigraphique du Berry.**

Au Trias (Secondaire), après l'orogénèse hercynienne, une épaisse formation géologique, constituée de sédiments détritiques (arkoses, grès et argiles), pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres s'est déposée sur le flanc nord du Massif central en cours de pénépléation, lors de la transgression marine venue de l'Est. Cette sédimentation s'est poursuivie au cours du **Lias, avec des dépôts plus fins, épais de 100 à 300 m à dominante argileuse (Toarcien présent sur site)** et quelques dépôts carbonatés d'origine lagunaire.

Au Jurassique moyen (Dogger), les sédiments se sont déposés dans une mer peu profonde bordant le massif central complètement arasé, de faciès carbonatés voire récifaux avec traces d'immersion locales (karstification).

Au Jurassique supérieur (Malm), les calcaires francs prédominent (mer plus profonde).

Le Crétacé inférieur est marqué par une lacune de sédimentation et par l'existence de dépôts continentaux détritiques précédant les dépôts de la grande transgression marine du Crétacé supérieur (Craie).

**Au Tertiaire, la sédimentation fluvio-lacustre, de nature essentiellement argilo-sableuse, se manifeste dans de petits bassins individualisés sur le substrat Jurassique dans le secteur de Brenne.**



Ainsi, dans le Berry, les zones favorables à l'implantation d'une ISDND (notion de barrière passive) sont celles où affleurent les faciès argileux du Jurassique (Toarcien) et du Crétacé (Albien), réputées homogènes (dépôts marins francs, voir quadrillés verts dans le tableau 3 en page précédente). Le site repose donc sur les formations les plus favorables (argiles du Toarcien).

### 2.2.3 Contexte structural

La figure 7, ci-dessous, schématise l'orientation générale du pendage des formations lithologiques du Berry (coupe NO-SE depuis Mennetou-sur-Cher 41, à Lurcy-Lévis 03, BRGM). Elle met en évidence le **plongement des couches vers le Nord-Ouest**.

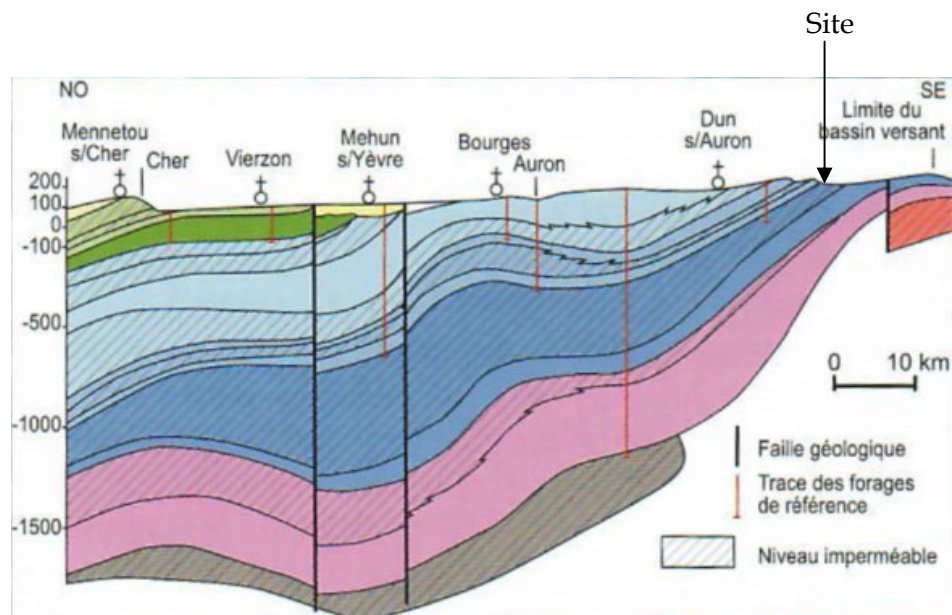
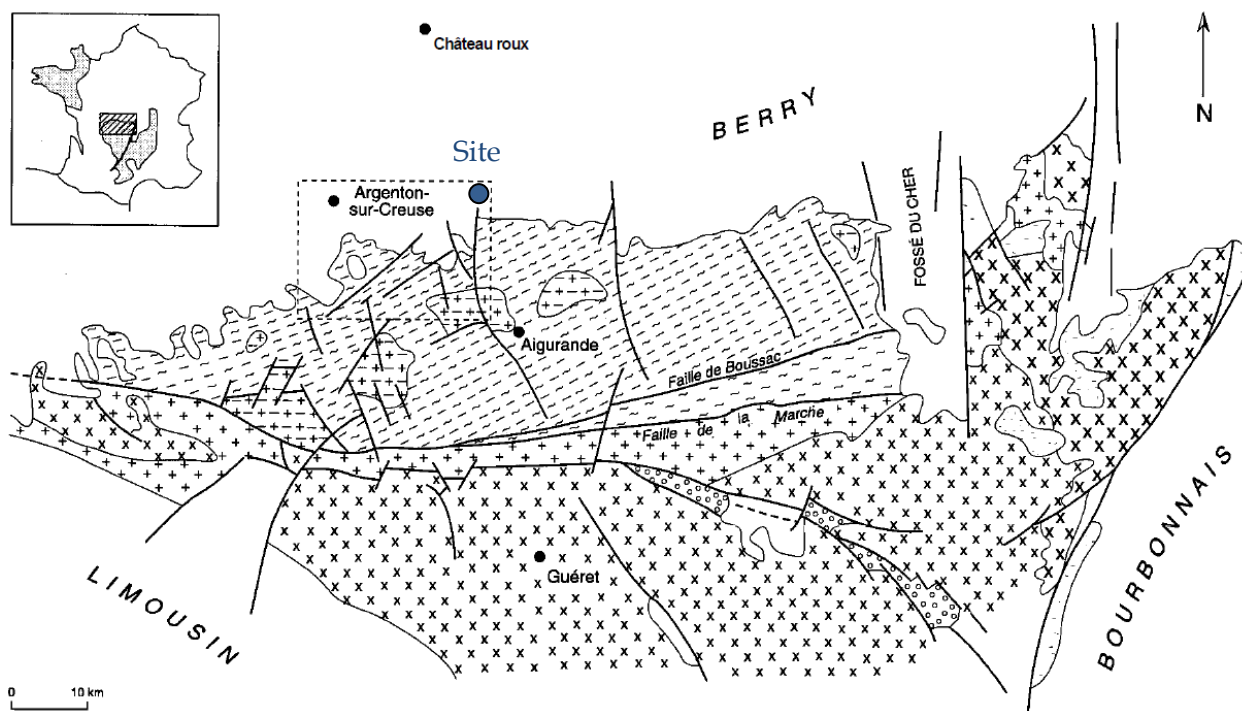


Figure 7. Coupe géologique schématique du Berry (BRGM, 1998).

La coupe illustre la position du site, sur l'auréole d'affleurement des argiles du Toarcien (en bleu foncé). Le socle est figuré en limite droite de la coupe (au sud, en rouge) et son réseau de fractures associées (trait noir).

Ce réseau de fractures est visible dans les horizons de socle comme illustré sur le schéma structural en page suivante (figure 8) et dans les horizons sédimentaires situés à proximité du socle. Les failles n'affectent quasiment pas les recouvrements sédimentaires du Secondaire dès lors qu'ils sont suffisamment éloignés (5 km environ d'après l'analyse de la carte géologique à 1/50 000).

Notons, pour mémoire, le principal accident du secteur : Le cisaillement de la « Marche » d'orientation Est-ouest qui est localisé à environ à 7 km au Sud de la zone d'études (sans effet sur le site).



En figurés hachurés et tirets : formations de socle cristallin, en fond blancs : terrains sédimentaires. Traits noirs : failles.

**Figure 8. Contexte structural local (BRGM).**

D'après la notice de la carte géologique d'Argenton-sur-Creuse à 1/50 000 :

« Les failles importantes qui affectent les terrains sédimentaires ne semblent exister qu'au voisinage du socle, vers le Sud ou plutôt le Sud-Est. **En rection du Nord, l'épaisse formation marneuse du Lias constitue une couche d'amortissement. Les failles paraissent plus ténues ou dépourvues de rejeux post-triasique.**

[...] Les deux accidents cassants majeurs qui affectent les terrains sédimentaires de la feuille Argenton sont la faille de Gargillesse et le faisceau de failles qui s'étend de Cluis au bassin de Lys-Saint-Georges. »

## 2.2.4 Contexte géologique et structural local

Le site s'inscrit sur la carte géologique à 1/50 000 d'Argenton-sur-Creuse (n°593) et en limite de la carte de Velles (n°570).

Le contexte géologique local est illustré par l'extrait de la carte géologique n°593 d'Argenton-sur-Creuse sur la [figure 9](#) en page 22.

Du fait du plongement vers le nord-ouest des formations sédimentaires en couverture du socle qui affleure au sud dans le massif central, la carte géologique permet de visualiser l'ensemble des faciès lithologiques du secteur, à savoir : les horizons de socle et la base du Jurassique Inférieur (début de la transgression marine).

Ainsi (de la base au sommet et du SE vers le NE), on retrouve 6 grands ensembles lithologiques :

- Le socle primaire qui affleure à 5 km au sud-est du site (Migmatites, notées Am sur la carte) ;
- La base sablo-gréseuse du Secondaire (début de la transgression marine) datant du Trias (notées T-IS) au nord immédiat du socle ;
- Les calcaires argileux et les marnes du Lias inférieur allant de l'Hettangien au Pliensbachien (Lias 1 à Lias, en violet-rosé sur la carte) biens visibles à hauteur de Neuvy-saint-Sépulchre ;
- **Les argiles et marnes du Toarcien-aalénien** (Lias terminal, Dogger inférieur en bleu-violacé) qui affleurent à hauteur du site ;
- **Les formations d'épandages continentaux Tertiaires sablo-argileuses** (jaune, orange et rouge) au nord immédiat du site ;
- Les alluvions fluviatiles quaternaires en fond de vallée (en bleu clair sur la carte).

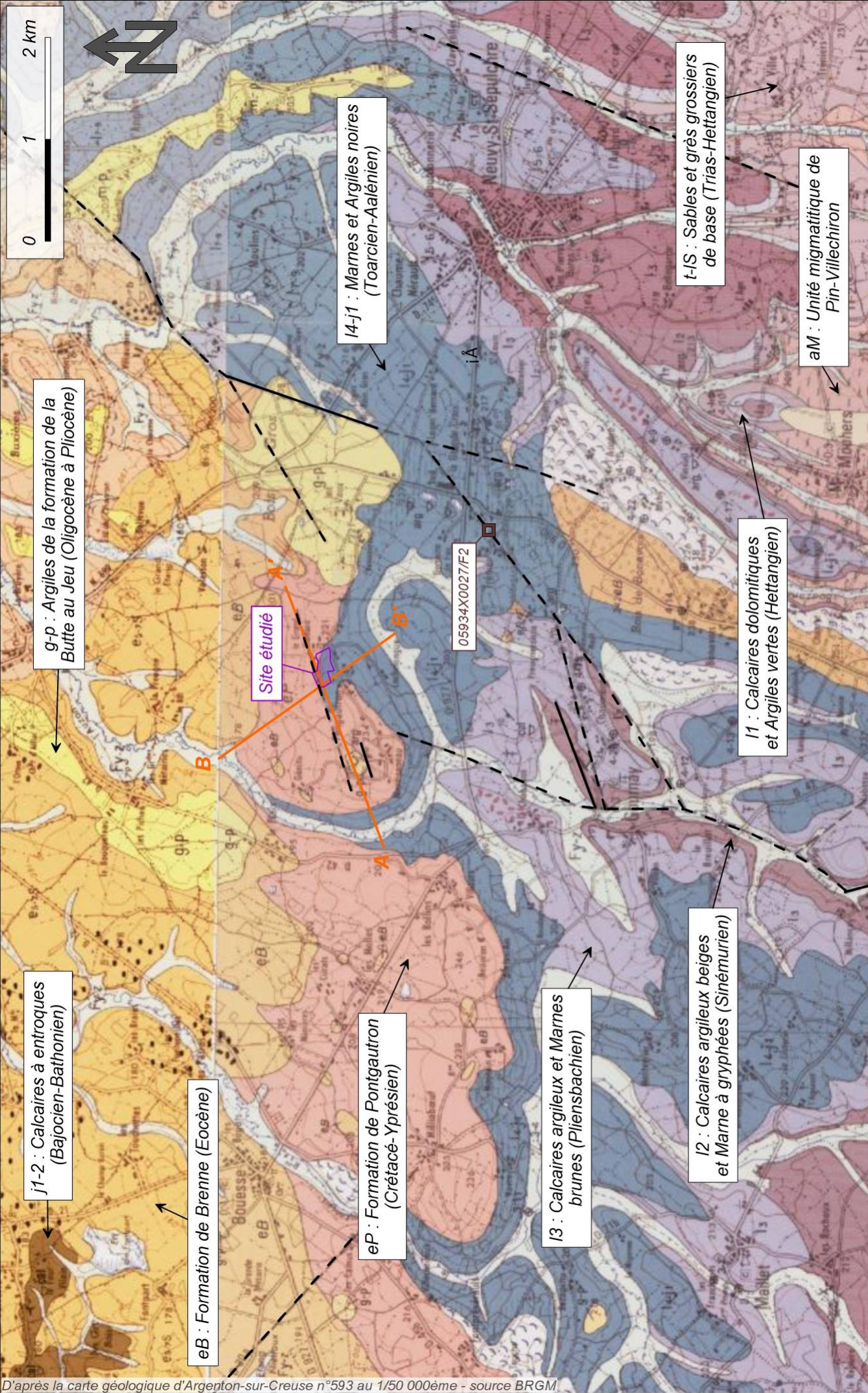
**Ainsi, le site repose sur les marnes et argiles du Toarcien. Ces formations du Jurassique sont chapeautées, sur les plateaux, par les formations argilo-sableuses datées de l'Eocène (Brenne et Pongautron).**

Ces horizons ont été étudiés sur le site voisin de l'ISDND de Gournay exploité par la SEG et notamment à travers l'étude de qualification géologique réalisée par SAFEGE datée de janvier 2011 (ref. 10SBO043). Entre les argiles sableuses du Tertiaire et les argiles attribuables au Toarcien, SAFEGE avait décrit un niveau de transition vraisemblablement formant le sommet du Toarcien (argiles de transition difficilement datable du fait de l'absence de fossiles marqueurs).

D'un point de vue structural, la carte géologique à 1/50 000 ainsi que sa notice font état de petites failles supposées :

*« Dans l'angle nord-est de la feuille, de petites failles de direction N80° ont été mises en évidence par de nombreux sondages de recherche d'argile. La carrière de Pongautron serait ouverte sur un petit horst (renseignement F. Bavouzet) ».*

Ce petit Horst (bloc relevé) bien visible dans le paysage (butte avec contournement du cours d'eau l'Auzon) a permis de faire remonter les argiles du Toarcien qui se sont alors retrouvées à l'affleurement sur la butte et non en fond de vallée.



Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)

ETUDE DE QUALIFICATION  
GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

**Figure 9.**  
Contexte géologique local

## 2.2.5 Nature et épaisseur des couches géologiques

Dans le cadre d'un projet de recherche de ressource en eau souterraine dans les années 1990 (1993), un sondage carotté de reconnaissance avait été réalisé par le BRGM sur la commune de Neuvy-Saint-Sépulchre au lieu-dit Trenier à 2 km au sud-est du site. Le sondage de 119 m de profondeur (TN à 230 m NGF) a permis de reconnaître toutes les formations géologiques jusqu'au socle primaire (voir [figure 10](#) ci-après).

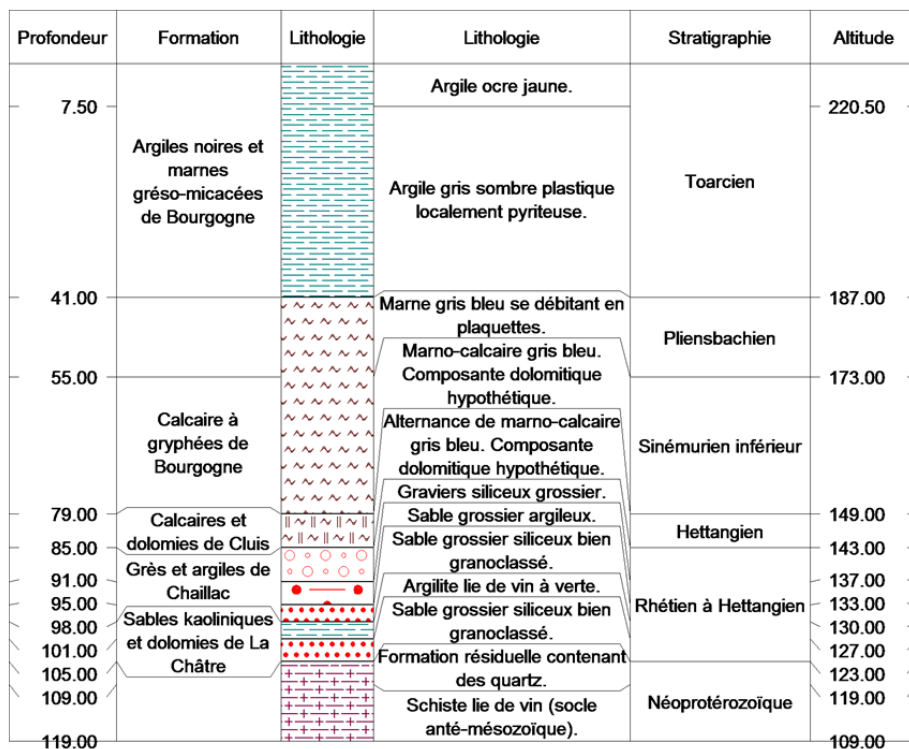


Figure 10. Log géologique profond local (BSS n°5934X0027).

Ainsi :

- Les **argiles du Toarcien** (Lias terminal) ont été reconnues sur près de 40 m au droit du sondage (mur à 173 m NGF) ;  
*Avec l'Aalénien en couverture quand il n'a pas été érodé, cette puissante formation argilo-marneuse a une épaisseur de près de 75 m. Elle est représentée par une formation meuble plastique de couleur grise admettant quelques petits bancs de calcaires argileux gris. La partie supérieure de la formation passe à des argiles qui ont été recherchées pour les tuileries (le Fay, Celon) et ont fait l'objet d'une extraction intense à Pongautron (tuiles et céramiques).*
- Sous ces argiles, on retrouve les calcaires argileux et les marnes du Lias Inférieur (Hettangien à Pliensbachien) sur une épaisseur cumulée de 50 m potentiellement aquifères ;
- La base sableuse du Jurassique (Trias) se développe de 91 à 109 m de profondeur (près de 20 m, formation aquifère) ;
- Le socle Primaire a été traversé sur 10 m (de 109 à 119 m de profondeur).

**La succession lithologique locale attendue au droit de la zone d'études est la suivante :**

- En flanc de site, on retrouve :
  - Les argiles à Chailles du Tertiaire appartenant à la formation de Pongautron (eP, 2 à 15 m) jadis exploitées pour les tuiles et la céramique ;
  - Les argiles dites de « transition » du sommet du Lias argileux (3 à 10 m) ;
- En fond de site, se développe une puissante formation argileuse meuble imperméable formée par :
  - Les argiles et marnes grises à noires du Toarcien (l4-j1, 75 m) ;
- Sous les argiles du Toarcien, on retrouve les formations marneuses et calcaro-argileuses du Lias Inférieur :
  - Les calcaires argileux et marnes brunâtres (l3) du Pliensbachien (15-20 m) ;
  - Les calcaires argileux beiges parfois gréseux et marnes beiges à gryphées (l2) du Sinémurien (5 à 20 m) ;
  - Les calcaires dolomitiques et argiles vertes (l1) de l'Hettangien (~ 10 m).

Les formations sous-jacentes (Sables du Trias et socle Primaire) ne sont pas concernées par le projet (trop profondes et confinées sous des argiles du Toarcien et les marnes du Lias inférieur).

## 2.2.6 Synthèse sur le contexte géologique et structural

Le projet est localisé en terminaison méridionale d'extension du Bassin Parisien, vaste bassin sédimentaire marin qui plonge légèrement vers le nord-ouest en direction du centre du bassin. Sa limite d'extension sud passe à 5 km au sud-est du site où le socle cristallin, pénéplané, affleure (massif central).

Plus précisément, le projet étudié est situé dans la partie occidentale du Berry : la région du Boischaut, localisée dans l'auréole d'affleurement du Jurassique et plus spécifiquement du Lias.

Le Lias est caractérisé par la présence de près de 75 m d'argiles et de Marnes homogènes du Toarcien à caractère imperméable. Ces marnes du Secondaire sont recouvertes par les formations sablo-argileuses du Tertiaire jadis exploitées pour la Tuile et la céramique.

Le Site est localisé en domaine de plateau (points hauts à 230-235 m NGF) qui surplombe la vallée de l'Auzon (170-175 m NGF). La butte argileuse soulignerait une structure relevée (horst) limitée par de petites failles d'orientation N80 sans effet sur le projet (les argiles jouent un rôle d'atténuation).

Pour ces raisons, le contexte géologique est favorable à un projet d'ISDND amiante.

## 2.3 Contexte hydrogéologique

### 2.3.1 Données d'ordre général

D'après la notice de la carte géologique d'Argenton-sur-Creuse :

*« Les formations aquifères, intrinsèquement perméables, sont peu nombreuses et très peu étendues sur la carte : les sables du Trias qui affleurent en un fin liseré discontinu au centre de la feuille et les calcaires du Dogger dans l'angle nord-ouest. A cela, s'ajoutent, dans une moindre mesure, les formations détritiques récentes de Brenne et les alluvions de la Creuse.*

Les calcaires du Dogger sont absents (ils s'étendent plus au nord, non déposés dans le secteur). Les sables du Trias sont à très forte profondeur (> 100 m sous le site) et confinés sous les argiles imperméables du Toarcien (sables non vulnérables).

A ces niveaux productifs généralement exploités pour l'AEP, d'autres niveaux de moindre importance sont potentiellement présents. On citera, notamment, les zones de fractures et d'altération du socle primaire qui donnent naissance à des sources très localisées. La formation n'est pas aquifère au sens hydrogéologique du terme comme le précise la notice de la carte géologique :

*« Ils ne constituent pas de réservoirs aquifères ».*

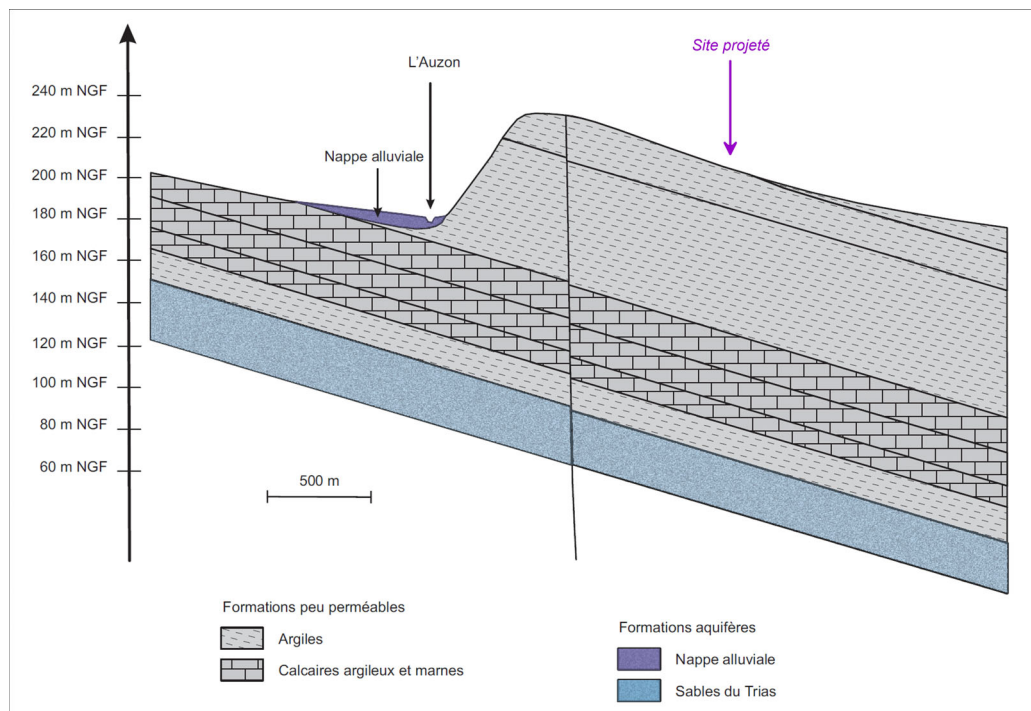
Ainsi, par rapport au projet en domaine de plateau :

- **Le premier niveau de nappe sous le site** est contenu dans l'aquifère sableux du **Trias** à plus de 100 m de profondeur sous le projet. La nappe contenue dans l'aquifère est confinée sous les argiles du Toarcien (75 ml) et sous les calcaires argileux et marnes du Jurassique inférieur (25 à 50 ml, ces derniers ne sont pas reconnus comme aquifères dans le secteur). **La nappe n'est pas vulnérable au site ;**

Cette masse d'eau souterraine appelée « **Grès et arkoses captifs du Trias de la marche nord du Bourbonnais** » est référencée sous le n°FRGG131 à l'Agence de l'Eau.

- **Le premier niveau de nappe en aval du site par le biais des rejets** est celui contenu dans les alluvions quaternaires des principaux cours d'eau en domaine de vallée (l'Auzon à 1 km au nord-ouest).

Lors des études historiques menées au niveau de l'ISDND voisine de Gournay exploitée par la SEG, le bureau d'études SAFEGE avait réalisé, en 2011, une coupe hydrogéologique locale permettant d'illustrer les différents niveaux aquifères présents dans le secteur. Cette coupe est présentée dans la [figure 11](#) en page suivante (coupe sud-ouest/nord-est de gauche à droite).



**Figure 11. Coupe hydrogéologique schématique (SAFEGE - 2011).**

### 2.3.2 Aquifère et nappe des Sables du Trias

Les Sables du Trias forment l'unique niveau aquifère présent au droit du projet.

Cette masse d'eau souterraine appelée « Grès et arkoses captifs du Trias de la marche nord du Bourbonnais » est référencée sous le n°FRGG131 à l'Agence de l'Eau.

L'aquifère est à près de 100 m sous le carreau actuel de la carrière.

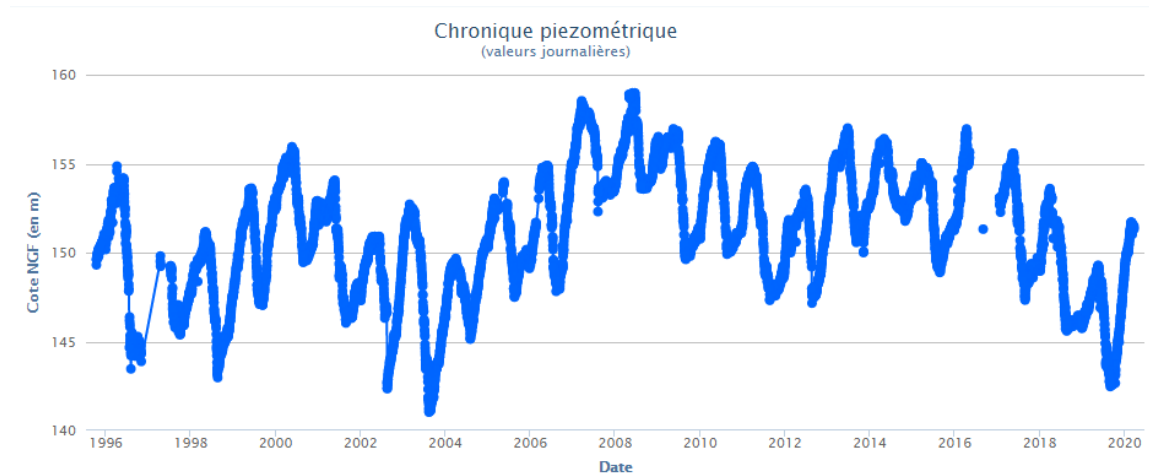
La nappe qu'il contient est une réserve en eau d'envergure régionale. Elle est utilisée pour l'approvisionnement en eau potable dans les zones où l'aquifère affleure (au sud du site dans son auréole d'affleurement à proximité du socle cristallin).

Au droit du site, la nappe est confinée sous une centaine de mètres par les formations argilo-marneuses du Lias imperméables (Toarcien). Ainsi, la qualité générale de la nappe reste satisfaisante avec une teneur en nitrates faible malgré les nombreuses exploitations agricoles ce qui témoigne du rôle protecteur que jouent les formations sus-jacentes.

Confinée sous une centaine de mètres de formations imperméables, la nappe a, très souvent, un caractère artésien (mise en charge à partir des zones d'affleurement de l'aquifère au sud). Il existe donc des phénomènes dits de drainance ascendante. Dès lors, une « pollution » par l'infiltration pluviale depuis la surface est exclue. Les échanges se feraient plutôt dans l'autre sens (de la nappe du Trias vers la surface du fait de la drainance ascendante).



L'ouvrage AEP le plus proche du site (AEP de Maillet à moins de 5 km au sud-ouest du site, voir paragraphe ci-après) appartient au réseau de suivi patrimonial. Une chronique piézométrique est disponible. Le graphe associé est présenté ci-après (Graph 1). Le forage capte les sables du Trias à plus de 100 m de profondeur (TN 186 m NGF) pour un niveau d'eau à moins de 50 m de profondeur soit une cote de la nappe près de 50 m au-dessus du toit de son aquifère. La nappe est bien en charge (non artésienne pour ce point).



**Graph 1. Chronique piézométrique de la nappe du Trias (Maillet, BSS 05933X0006).**

D'après la notice de la carte géologique d'Argenton-sur-Creuse, la nappe s'écoule en direction du Nord. Le gradient serait de l'ordre 1% (SAFEGE 2011).

La productivité de la nappe est assez importante comme à Gournay au sud-ouest du site où un captage a une productivité d'environ 70 m<sup>3</sup>/h (voir paragraphe suivant). La transmissivité varie entre 3.10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s et 3.10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup>/s (moyenne 3.10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>/s).

La qualité générale est détaillée dans le [tableau 4](#) en page suivante (AEP de Maillet). Le tableau est tiré des données de la banque de données sur la qualité des eaux souterraines ADES.

L'eau a une minéralisation moyenne, bicarbonatée calcique et magnésienne, légèrement chlorurée et sulfatée sodique, de bonne qualité bactériologique.

Paramètre	Unité	Minimum non quantifié	Minimum quantifié	Maximum	Moyenne calculée
Aluminium	µg(Al)/L	< 1.0	2	6	5,132
Ammonium	mg(NH4)/L	< 0.01	0,01	0,08	0,026
Antimoine	µg/L	<1	-	-	<1
Arsenic	µg(As)/L	-	1,3	10	3,88
Azote Kjeldahl	mg(N)/L	< 0.1	0,28	0,28	0,165
Baryum	µg(Ba)/L	-	59	59	59
Bore	µg(B)/L	< 50.0	41	220	71
Cadmium	µg/L	<1	-	-	<1
Calcium	mg(Ca)/L	-	48,5	74,1	59,227
Carbonates	mg(CO3)/L	< 0.3	0,16	0,31	0,241
Carbone Organique	mg(C)/L	< 0.2	0,5	0,5	0,143
Chlorures	mg(Cl)/L	-	8,4	14	11,585
Chrome	µg/L	<5	-	-	<5
Conductivité à 25°C	µS/cm	-	419	676	561,882
COT	mg/l	<0,5	-	-	<0,5
Cuivre	µg(Cu)/L	< 0.5	0,58	4	2,362
Dureté totale	°f	-	19,8	29,4	23,248
Fer	µg(Fe)/L	< 5.0	19,9	253	67,887
Fluor	mg(F)/L	-	0,125	641	19,855
Fluorure anion	mg/L	-	0,16	0,67	0,561
HAP somme(6)	µg/L	-	0,009	0,009	0,009
Hydrogénocarbonates	mg(HCO3)/L	-	217,2	346	307,877
Indice phénol	mg/L	<0,01	-	-	<0,01
Magnésium	mg(Mg)/L	-	17,5	39,65	31,705
Manganèse	µg(Mn)/L	< 1.0	4,8	25,2	6,038
Matière sèche à 180°C	mg/L	-	146,4	493	313,126
Mercuré	µg/L	<1	-	-	<1
Molybdène	µg/L	nd	-	-	nd
Nickel	µg(Ni)/L	< 0.5	1	1,3	1,378
Nitrates	mg(NO3)/L	< 0.1	0,1	12	3,521
Orthophosphates (PO4)	mg(PO4)/L	< 0.1	0,01	0,2	0,04
Oxygène dissous	mg(O2)/L	< 0.01	0,4	8,28	3,184
pH d'équilibre	unité pH	-	7,6	7,66	7,618
Phosphore total	mg(P)/L	< 0.01	0,01	0,6	0,039
Plomb	µg(Pb)/L	< 0.05	0,24	0,24	1,156
Potassium	mg(K)/L	-	2,4	10,9	5,842
Potentiel en Hydrogène (pH)	unité pH	-	6,9	8,2	7,386
Potentiel REDOX	mV H+/H2	-	-31,7	-6,9	-21,025
Pyrène	µg/L	< 0.005	0,005	0,005	0,003
Sélénium	µg(Se)/L	< 0.5	0,3	5,3	1,579
Silicates	mg(SiO2)/L	-	9,2	12,95	10,687
Sodium	mg(Na)/L	-	6,5	19,1	10,13
Somme des pesticides totaux	µg/L	< 0.5	0,005	0,005	0,201
Substances extractibles au chloroforme	mg/L	-	8	8	8
Sulfates	mg(SO4)/L	< 10.0	5,6	45	31,654
Taux de saturation en oxygène	%	-	7,4	69	51,086
Température de l'Eau	°C	-	15	19,3	16,963
Titre alcalimétrique complet (T.A.C.)	°f	-	17,1	114	24,808
Turbidité Formazine Néphélométrique	NTU	-	0,1	6,8	1,386
Turbidité Formazine Néphélométrique	NFU	< 0.1	0,1	13	2,479
Zinc	µg(Zn)/L	< 2.0	2	11,68	7,088

**Tableau 4. Qualité de la nappe du Trias (Maillet, source ADES).**

### 2.3.3 Les captages d'alimentation en eau potable

Les captages pour l'AEP sont à usage sensible car l'eau est destinée à la consommation humaine (non sensible si elle n'est pas consommée).

La protection contre les pollutions ponctuelles et accidentelles est délimitée par le périmètre de protection rapprochée défini autour des ouvrages de captage. La protection contre les pollutions diffuses et pérennes est définie par le périmètre de protection éloignée. Ainsi, dès lors qu'une activité potentiellement polluante est implantée en dehors des périmètres de protection, il n'y a pas de risque avéré. Néanmoins, il convient d'étudier également les captages situés plus en aval (notion de Bassin versant d'Alimentation du Captage, zone BAC).

L'inventaire des captages d'alimentation en eau potable a été réalisé auprès de l'ARS dans un périmètre d'une dizaine de kilomètres autour du site en incluant le plateau qui porte le projet et ses limites hydrogéologiques.

Les données relatives aux captages AEP sont reprises synthétisées dans le [tableau 5](#) en page suivante et la position des ouvrages est illustrée en [figure 12](#) en page 31.

Les captages AEP tirent leur ressource majoritairement des Sables du Trias à l'exception des captages n°5 sur la commune d'Arthon qui utilisent la ressource des calcaires du Dogger.

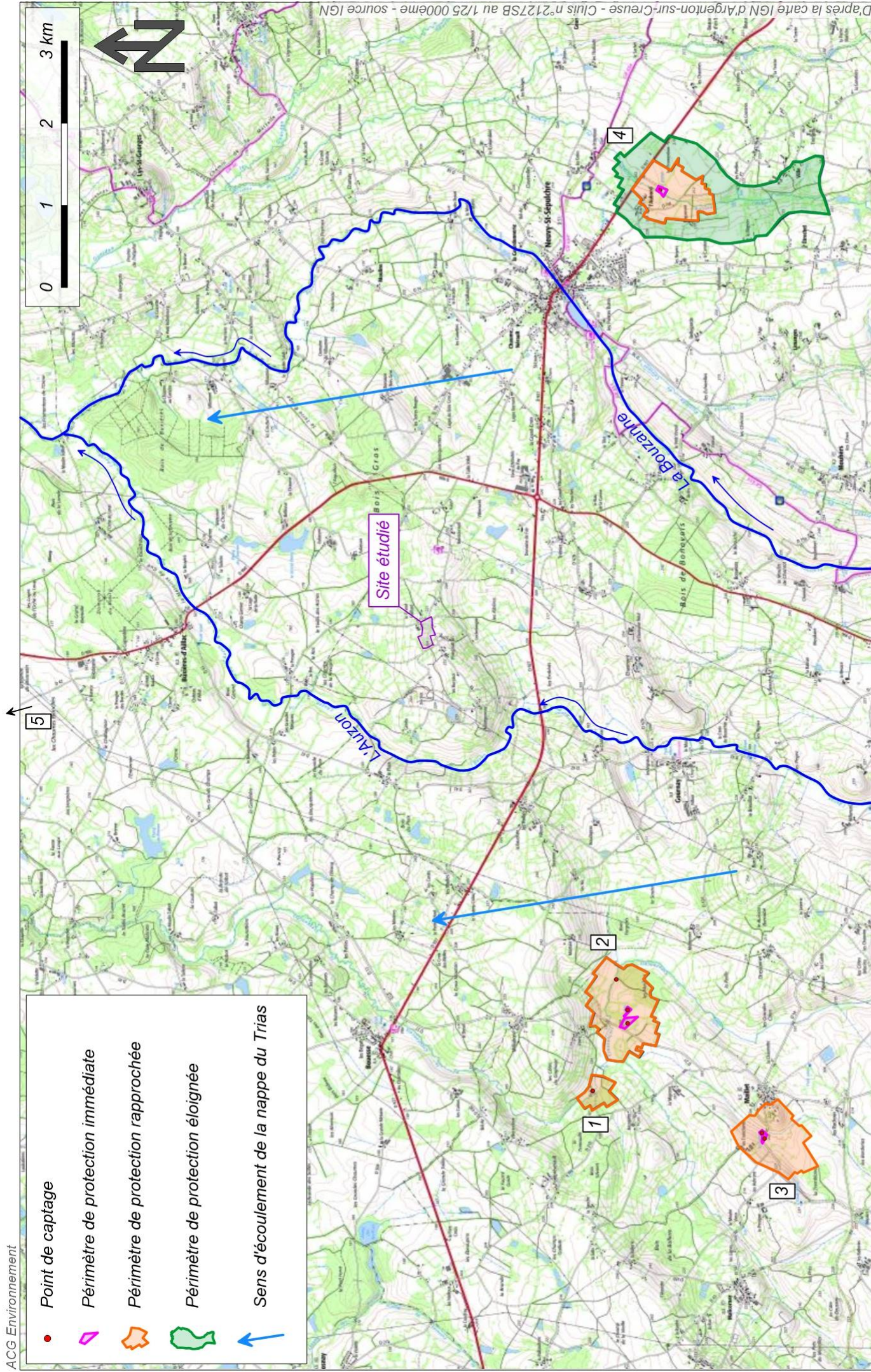
Il ressort de l'analyse des données :

- Que le site est en dehors de tout périmètre de captage AEP et qu'il n'y a pas de captage AEP référencé sur la commune de Gournay ;
- Qu'il n'y a pas de captages AEP sur le plateau incluant le site ;
- Que l'ouvrage AEP le plus proche référencé à l'ARS est le captage BSS n° 05933X0007/FAEP4 localisé à Maillet (point noté 2 dans le tableau et dans la figure) localisé à près de 4 500 m en amont du site et dans un bassin versant différent (sans relation hydrogéologique) ;
- Que les premiers captages potentiellement en aval sont situés à une dizaine de kilomètres au Nord. Ce sont les ouvrages d'Arthon (n°5) qui captent la ressource des calcaires du Dogger situés stratigraphiquement au-dessus des horizons formant le substratum du site (sans relation donc). Ces calcaires ne sont pas présents au droit du site (hors de la zone d'extension de l'aquifère).

**Pour ces raisons, le contexte lié à l'usage sensible des eaux est considéré comme non contraignant.**

Référencement				Etat de l'ouvrage	Hydrogéologie				Captage par rapport au site				
N° ACG	N° BSS	Commune	Nom	DUP ou AP ...	Nappe captée	Côte NGF de l'ouvrage	Prof. (en m)	Volume journalier moyen (m3)	Distance au site (m)	BV hydrologique	Position hydrogéologique	Vulnérabilité naturelle à la zone du projet	Vulnérabilité au projet
1	05933X0011/FAEP	Maillet	Vavre 4	DUP du 16/12/2013	Sables du Trias	182	169,5	1000	5 700	BV du Creuzançais	Amont éloigné	Sans objet	Nulle
2	05933X0006/FAEP3	Maillet	Vavre 1	DUP du 16/12/2013	Sables du Trias et Calcaires du Lias	186	125,4	1000	4 500	BV du Creuzançais	Amont éloigné	Sans objet	Nulle
	05933X0004/FAEP2		Vavre 2			187	150,8	1045					
	05933X0007/FAEP4		Vavre 3			185	169	1300					
3	05933X0002/FAEP1	Maillet	Tranchants 1	DUP du 16/12/2013	Sables du Trias	202	95	375	7 000	BV du Creuzançais	Amont éloigné	Sans objet	Nulle
	05933X0012/FAEP2		Tranchants 2			207	98,1	400					
4	05941X0001/PAEP	Neuvy-Sainte-Sépulchre	Captage de "L'Aubord"	DUP du 01/12/2010	Formations de l'infra-Lias / Trias	204	10	800	5 500	BV de la Bouzanne	Sans relation	Sans objet	Nulle
5	05707X0002/FAEP1	Arthon	Captage "Les Chezeaux"	DUP du 29/08/2011	Calcaires du Dogger	135	96	800	10 500	BV de la Bouzanne	Aval éloigné	Sans objet	Nulle
	05707X0009/FAEP2					Calcaires du Dogger	137,68						

**Tableau 5. Données AEP (source ARS).**



Projet d'ISDND Amiante  
 Commune de Gournay (36)

ETUDE DE QUALIFICATION  
 GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

**Figure 12.**  
 Carte de localisation des captages  
 d'Alimentation en Eau Potable (AEP)

### 2.3.4 Synthèse sur l'aptitude hydrogéologique

Le projet d'ISDND Amiante, sur la commune de Gournay au lieu-dit de « Pongautron », est localisé en domaine de plateau. Il repose sur les argiles et marnes imperméables du Toarcien (Lias) d'une épaisseur cumulée attendue de près de 75 m.

La seule ressource en eau souterraine connue au droit du site est celle des Sables du Trias qui est confinée sous les formations argileuses du Toarcien à près de 100 m de profondeur (non vulnérable). Le contexte hydrogéologique est favorable.

Le Trias qui forme la ressource AEP locale, est exploité au sud du site dans les secteurs où l'aquifère affleure ou est à faible profondeur. Selon l'inventaire des captages AEP réalisé auprès de l'ARS, aucun captage n'est vulnérable au site (ils sont situés en amont). Pour cette raison, le contexte lié à l'usage sensible de l'eau est non contraignant.

Il n'y a pas de venues latérales pressenties et possibles en flanc de site (formations argileuses).

La nature argileuse des horizons de sub-surface limite sensiblement l'infiltration d'eau pluviale. Ainsi, le rejet des eaux du site devra se faire par un rejet de surface (pas d'infiltration possible).

# 3

## Etude de qualification

La qualification géologique et hydrogéologique du site s'appuie sur plusieurs outils, chacun d'eux fournissant des observations et des mesures nouvelles dont la synthèse permet de comprendre et d'expliquer l'état initial du site en projet.

Deux zones de stockage sont envisagées :

- Un stockage en ISDND amiante ;
- Un remblaiement de carrière en matériaux inertes de type K3+.

Les investigations ont été ciblées en fonction de la problématique locale, à savoir un projet de stockage d'amiante liée pour lequel il n'existe pas de risque potentiel de pollution pour le milieu eau (eau superficielle, voir étude des dangers) et un projet de remblaiement de carrière en matériaux inertes avec dépassements de seuils (type K3+).

Les résultats de chaque technique sont exposés pour chacun des contextes géologique et hydrogéologique.

Le projet est localisé en domaine de plateau (230 à 235 m NGF) en lieu et place d'une ancienne carrière d'argile (CERATERA). Le gisement a été exploité sur une vingtaine de mètres de profondeur (fond à une cote de 205 m NGF environ) pour une surface d'ordre de 2,5 hectares.

## 3.1 Contexte géologique et structural

### 3.1.1 Données géologiques locales historiques

#### 3.1.1.1 Inventaire des données historiques

La zone d'études est localisée au droit d'une ancienne carrière d'argile située dans le même contexte que l'Installation de Stockage de Déchets de Gournay exploitée par la SEG. Dans le cadre des exploitations respectives (argilière et ISD), des sondages ont été réalisés pour la caractérisation géologique des sites.

ACG Environnement a procédé à la synthèse de l'ensemble des sondages géologiques fournis par la SEG et notamment une mission de caractérisation géologique pour le gisement d'argile (pour la carrière) et deux études pour la définition du contexte pour l'activité de stockage de déchets :

- Etude CERATERA (ancien exploitant de la carrière) datée de 1968 (7 sondages de 8 à 28 m de profondeur sur l'emprise du projet) ;
- Etude historique pour le Centre d'Enfouissement Technique (CET) de Gournay daté de 1994 (13 sondages de 13 à 30 m) ;
- Etude SAFEGE de 2011 reprenant des sondages réalisés pour l'ISDND de Gournay (10 sondages de 19 à 59 m).

Au total, l'inventaire a permis de recenser 30 sondages historiques dont 7 spécifiquement au droit de la zone d'études (sondages CERATERA, voir détail en [annexe 4](#)).

La position des ouvrages est illustrée dans la [figure 13](#) en page suivante. Les données techniques sont synthétisées dans le [tableau 6](#) en page 37.

Ces sondages ont été, pour certains, ré-interprétés par ACG Environnement afin d'homogénéiser les interprétations lithologiques des différentes missions (terrain de transition notamment).

#### 3.1.1.2 Données lithologiques et qualité des matériaux

Sous les horizons de couverture pédologique généralement d'épaisseur métrique (Terre végétale de 0,2 à 0,3 m et limons argileux de 0,7 m), on retrouve exclusivement des **horizons argileux** reconnus sur 30 m d'épaisseur qui sont rapportées aux deux grands étages géologiques reconnus régionalement :

- **Au sommet, les argiles à Chailles du Tertiaire (Eocène)**. Elles ont une épaisseur qui varie de 1m au minimum (point Ceratera n° 29 à proximité du chemin d'accès au projet) à près de 16 m au maximum (CET 109). Les variations d'épaisseur sont liées à l'érosion différentielle du fait de l'affleurement de la formation ;



- **A la base, les argiles et marnes liasiques du Secondaire (Toarcien)** reconnues sur près de 20 m mais dont l'épaisseur totale avoisine 75 m (voir [paragraphe 2.2.5, page 23](#)).

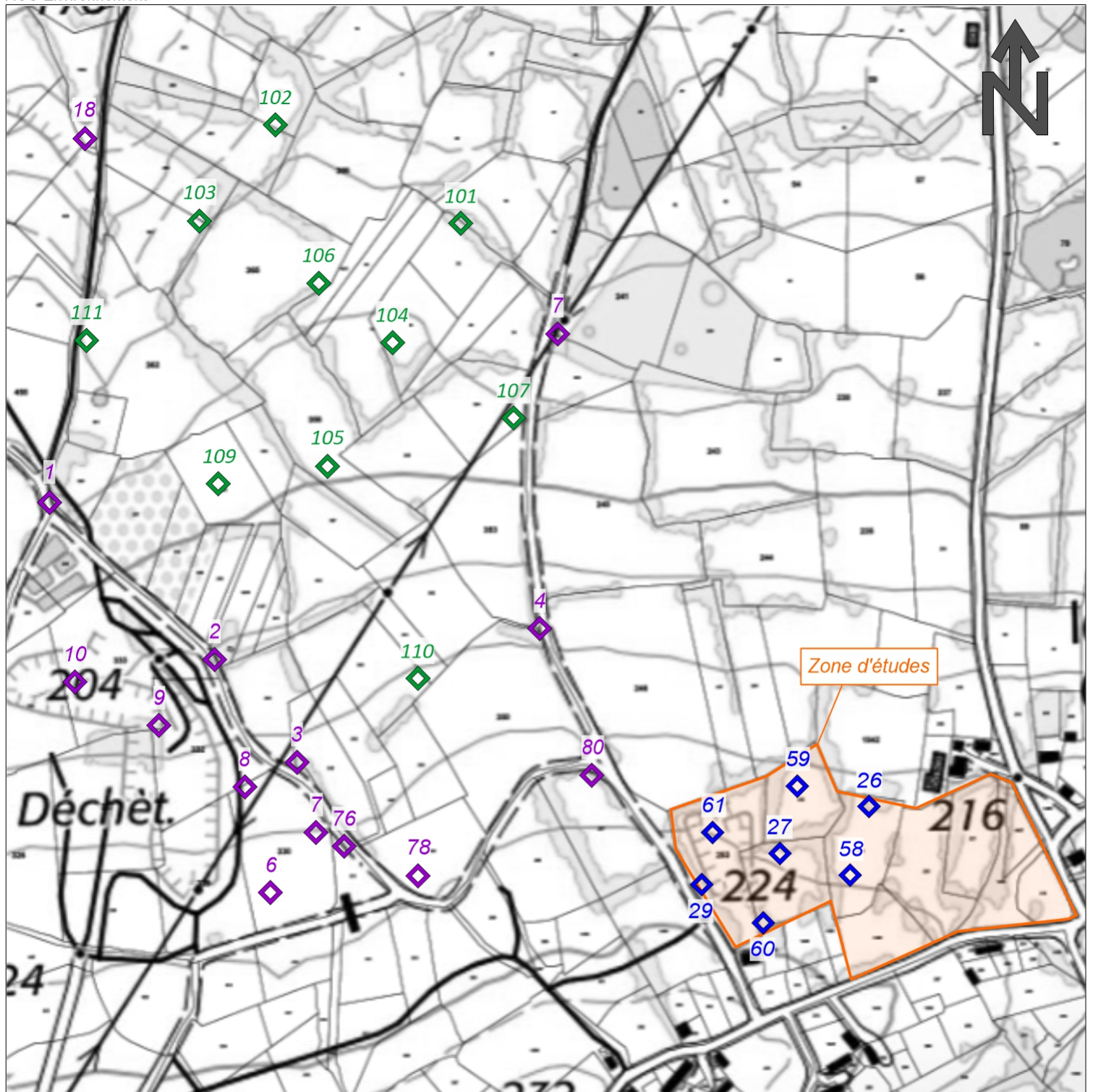
**Les argiles à Chailles du Tertiaire** sont discordantes sur les argiles du Secondaire sous-jacentes. Elles ont été étudiées et décrites en détail dans l'étude de qualification de l'extension de l'ISDND de la SEG (2004). Il s'agit d'un horizon argileux franc de couleur à dominante brun-ocre-gris liée à sa matrice argileuse. Elles sont fortement chargées en chailles avec, localement, la présence d'encroûtements d'oxyde de fer. Ponctuellement, ces argiles à silex peuvent être bariolées rouges (sidérolithisation).

**Les argiles et marnes Toarcien (Lias, Secondaire)** se développent sous les argiles à Chailles et ont une épaisseur de près de 75 m en pleine masse (reconnue sur 20 à 25 m dans les sondages existants à l'échelle locale). 2 faciès ont été décrits en fonction de l'altération de la formation (argilisation au sommet, horizon plus sain en profondeur) :

- Au sommet, on retrouve une argile plastique très homogène d'un point de vue nature avec cependant des variations importantes de sa couleur. La formation est bariolée avec des teintes variant de brun-ocre beige au sommet à gris-kaki vers la profondeur. A mesure que l'on s'enfonce dans la série, la formation devient de couleur plus homogène (grise). L'épaisseur de cet horizon d'altération du Toarcien est d'une grosse dizaine de mètres. Il a été retrouvé, ponctuellement, des encroûtements de fer ainsi que la présence de matière organique (traces noires) ;
- En profondeur, le Toarcien est décrit comme une marne tendre grise à noire très homogène (formation moins altérée).

Entre les argiles à Chailles du Tertiaire et les argiles franches du Toarcien qui ont pu être décrites et rattachées à un étage géologique respectif, il existe un horizon argileux que SAFEGE a qualifié « d'argile de transition » qu'il n'a pas été possible de dater (origine Tertiaire ou Secondaire ?). Le matériau est plastique et de couleur brun-ocre à gris à rares débris de silex.

Ainsi, il ressort de l'analyse des nombreux sondages existants à l'échelle locale sur le plateau qui porte le site que les formations présentes, qu'elles soient datées du Tertiaire ou du Secondaire, sont toutes de **nature argileuse franche** (un seul grand faciès lithologique moyen).



◆ Sondages CERATERA (1968)

◆ Sondages pour le CET de Gournay (1994)

◆ Sondages pour l'ISDND de Gournay (2006)

Date	Nom	Coordonnées du sondage (Lambert II)			Fond de l'ouvrage		Formations de couverture (TV, limons)	Argiles ocre et chailles (Pongautron)			Argiles et marnes du Toarcien									
											Argiles de transition			Argiles grises			Marnes noires tendres			
		X	Y	Z (NGF)	Prof. (en m)	Cote (NGF)	Ep. (en m)	Prof. (en m)	Cote (NGF)	Ep. (en m)	Prof. (en m)	Cote (NGF)	Ep. (en m)	Prof. (en m)	Cote (NGF)	Ep. (en m)	Prof. (en m)	Cote (NGF)	Ep. (en m)	
CERATERA (1968)	26	555248	179203	216,5	22	194,5	2,5	-	-	-	2,5	214	11,25	13,75	202,75	nd				
	27	555140	179157	220	28	192	0,5	-	-	-	0,5	219,5	14,5	15	205	12	27	193	nd	
	29	555071	179125	223	20,5	202,5	1	1	222	1	2	221	13,2	15,2	207,8	nd				
	58	555232	179135	219	20,5	198,5	1,25	1,25	217,75	1,15	2,4	216,6	6,1	8,5	210,5	11,5	20	199	nd	
	59	555180	179222	216,5	?	?	0,8	-	-	-	0,8	215,7	11,2	12	204,5	nd				
	60	555141	179088	224	23,5	200,5	0,5	0,5	223,5	3	3,5	220,5	9,5	13	211	10	23	201	nd	
	61	555087	179176	220	8	212	0	0	220	7,5	7,5	212,5	nd							
1994	CET 1	554424	179514	195	16	179	1	1	194	8,8	9,8	185,2	3	12,8	182,2	nd				
	CET 2	554588	179353	205	16	189	1	1	204	8,25	9,25	195,75	4,15	13,4	191,6	nd				
	CET 3	554672	179249	212	16	196	1	1	211	7,5	8,5	203,5	4,3	12,8	199,2	nd				
	CET 4	554920	179384	208,5	16	192,5	1	1	207,5	9,2	10,2	198,3	4,8	15	193,5	nd				
	CET 6	554640	179126	217,5	13	204,5	1	1	216,5	11	12	205,5	nd							
	CET 7	554696	179166	215	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CET 8	554616	179228	212	26	186	1	1	211	9	10	202	2,8	12,8	199,2	12,9	25,7	186,3	nd	
	CET 9	554533	179285	208	27	181	1	1	207	11	12	196	2,3	14,3	193,7	11,5	25,8	182,2	nd	
	CET 10	554447	179336	205	29,5	175,5	1	1	204	11,2	12,2	192,8	2,7	14,9	190,1	12,1	27	178	nd	
	CET 18	554460	179876	181	13	168	1	1	180	6,1	7,1	173,9	4,4	11,5	169,5	nd				
	CET 76	554723	179174	216	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CET 78	554796	179132	219	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CET 80	554964	179246	217	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2006	CET 101	554840	179789	191	26,5	164,5	1	1	190	13,5	14,5	176,5	3,5	18	173	nd				
	CET 102	554657	179884	198	26,5	171,5	1	1	197	17,2	18,2	179,8	5,2	23,4	174,6	nd				
	CET 103	554576	179792	190	24	166	1	1	189	14	15	175	5	20	170	nd				
	CET 104	554772	179664	196	24	172	1	1	195	14	15	181	5	20	176	nd				
	CET 105	554703	179546	199	23	176	1	1	198	13,5	14,5	184,5	4,5	19	180	nd				
	CET 106	554702	179733	194	25	169	1	1	193	15	16	178	4	20	174	nd				
	CET 107	554895	179602	196	23,5	172,5	1	1	195	16	17	179	2,5	19,5	176,5	nd				
	CET 109	554597	179533	198	47,5	150,5	1	1	197	15,8	16,8	181,2	2,7	19,5	178,5	12,5	32	166	nd	
	CET 110	554797	179336	210,5	50	160,5	1	1	209,5	11	12	198,5	4	16	194,5	18	34	176,5	nd	
	CET 111	554455	179673	190	19	171	1	1	189	9	10	180	3,5	13,5	176,5	nd				

Tableau 6. Données lithologiques des sondages historiques.

### 3.1.1.3 Interprétation : Cartes et coupes géologiques locales

Les données locales existantes ont pu être valorisées et synthétisées sous forme de cartes et de coupes présentées ci-après :

- Les 2 cartes du toit des argiles du Toarcien en distinguant :
  - Le sommet altéré de la formation en [figure 14](#) en page suivante ;
  - Le toit approximatif de l'horizon non altéré en [figure 15](#) en page suivante ;
- Les 2 coupes géologiques locales passant à hauteur du projet :
  - La coupe géologique Ouest/Est en [figure 16](#) (page 40) ;
  - La coupe géologique NW/SE en [figure 17](#) (page 41).

Sur les [figures 14](#) et [15](#), la position des coupes géologiques locales ont été reportées (traits orange) ainsi que la faille supposée (pointillés rouges) mentionnée sur la carte géologique à 1/50 000 du BRGM (voir [figure 9](#) en page 22).

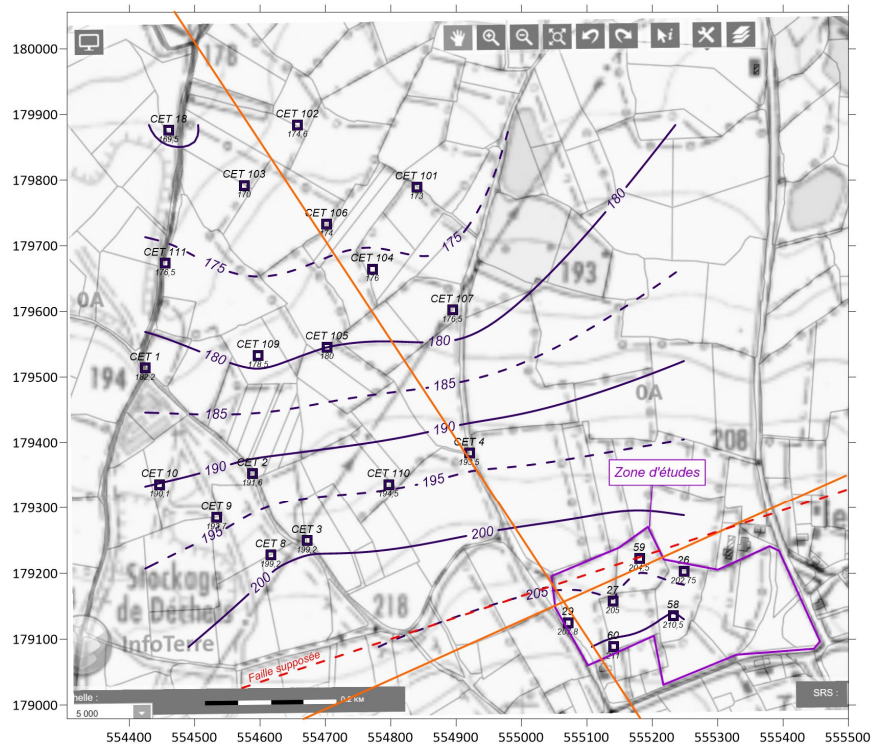
Le **toit des Argiles du Toarcien** ([figure 14](#)) varie de 210 m NGF au sud-est au niveau de la zone projetée (sondage noté 60) à 175 m NGF au nord-ouest au droit de l'ISDND actuelle (sondage CET 104). La carte met en évidence un pendage homogène de l'ordre de 6 % en direction du Nord-Ouest (pendage relativement important) en cohérence avec les données régionales (pendage général vers la vallée de la Loire au Nord-Ouest). Même constat pour le toit du faciès marneux du Toarcien en [figure 15](#) (horizon non altéré, aux cotes près). Ainsi, la zone de faille supposée n'induirait pas de décalage de part et d'autre de son cheminement : elle n'a pas d'effet visible sur la succession lithologique du fait, vraisemblablement, de la plasticité des argiles et marnes du Toarcien et du Tertiaire qui ont atténué son effet.

Les **2 coupes géologiques en Ouest-Est et NW-SE** (respectivement en [figures 16](#) et [17](#)) permettent d'illustrer l'orientation des couches et leurs épaisseurs respectives. L'échelle des hauteurs a été exagérée pour une meilleure lisibilité.

Ainsi, sur le sommet des plateaux, s'étendent les argiles éocènes du Tertiaire (en rouge sur les coupes, faciès de Pongontron) qui chapeautent les formations du Secondaire (en violet). Leur épaisseur est croissante vers le nord. Sur la coupe Est-Ouest ([figure 16](#)), on observe un reliquat de sables argileux oligocènes non encore érodés en totalité (à gauche en jaune, absent au droit du site).

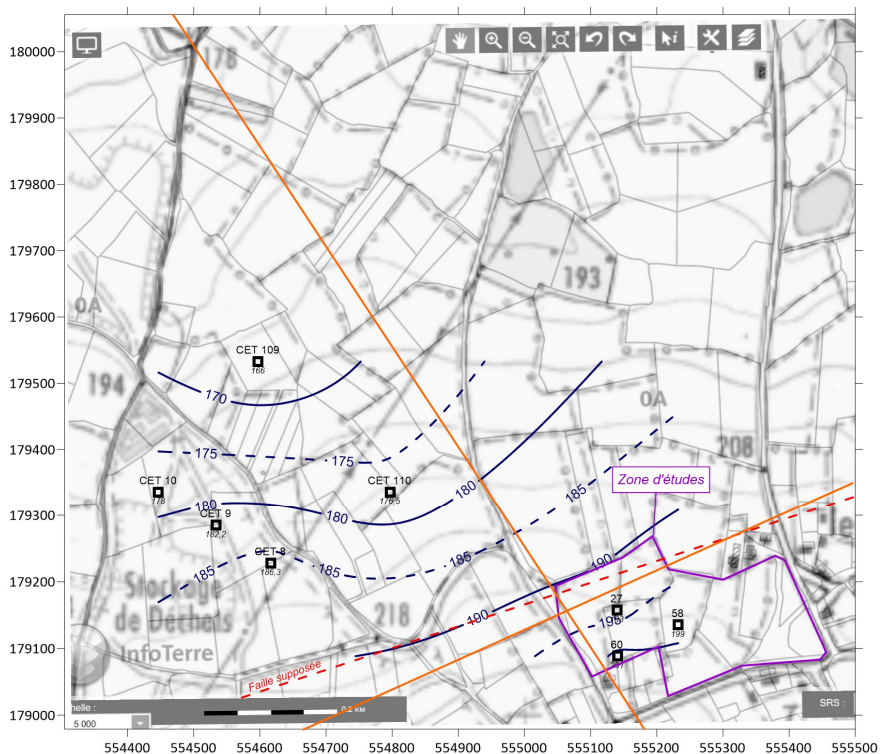
Les argiles dites de « transition », d'une épaisseur de 5 à 10 m, marquent le passage entre les argiles du Tertiaire et celle des horizons du Toarcien sous-jacents du Secondaire. Le Toarcien marneux est altéré au sommet de son édifice sur près de 10 m (argile plastique).

Plus spécifiquement, **au droit du site**, l'argilière a exploité les argiles à chailles ainsi que les argiles de transition en s'arrêtant sur les argiles du Toarcien. Ainsi, les argiles à Chailles de l'Eocène (Tertiaire) forment le sommet des flancs de l'ancienne carrière. La base des flancs est constituée par l'argile de transition ; le fond de site repose sur les argiles du Toarcien.



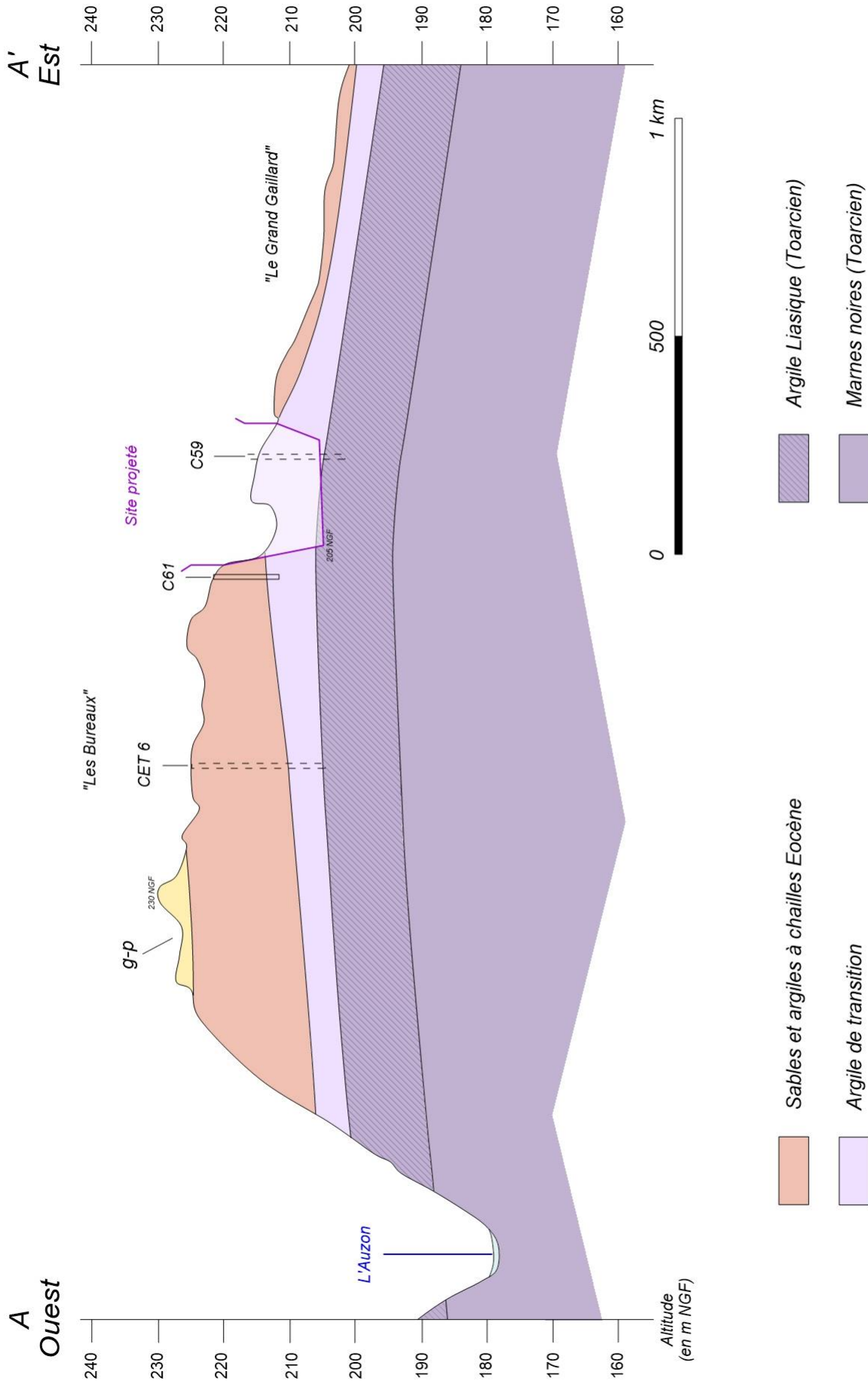
Courbes violettes : Isohypses du toit du Toarcien (altitude en m NGF)

**Figure 14. Carte du toit des Argiles du Toarcien.**



Courbes violettes : Isohypses du toit du faciès marneux du Toarcien (altitude en m NGF)

**Figure 15. Carte du toit des Marnes du Toarcien.**



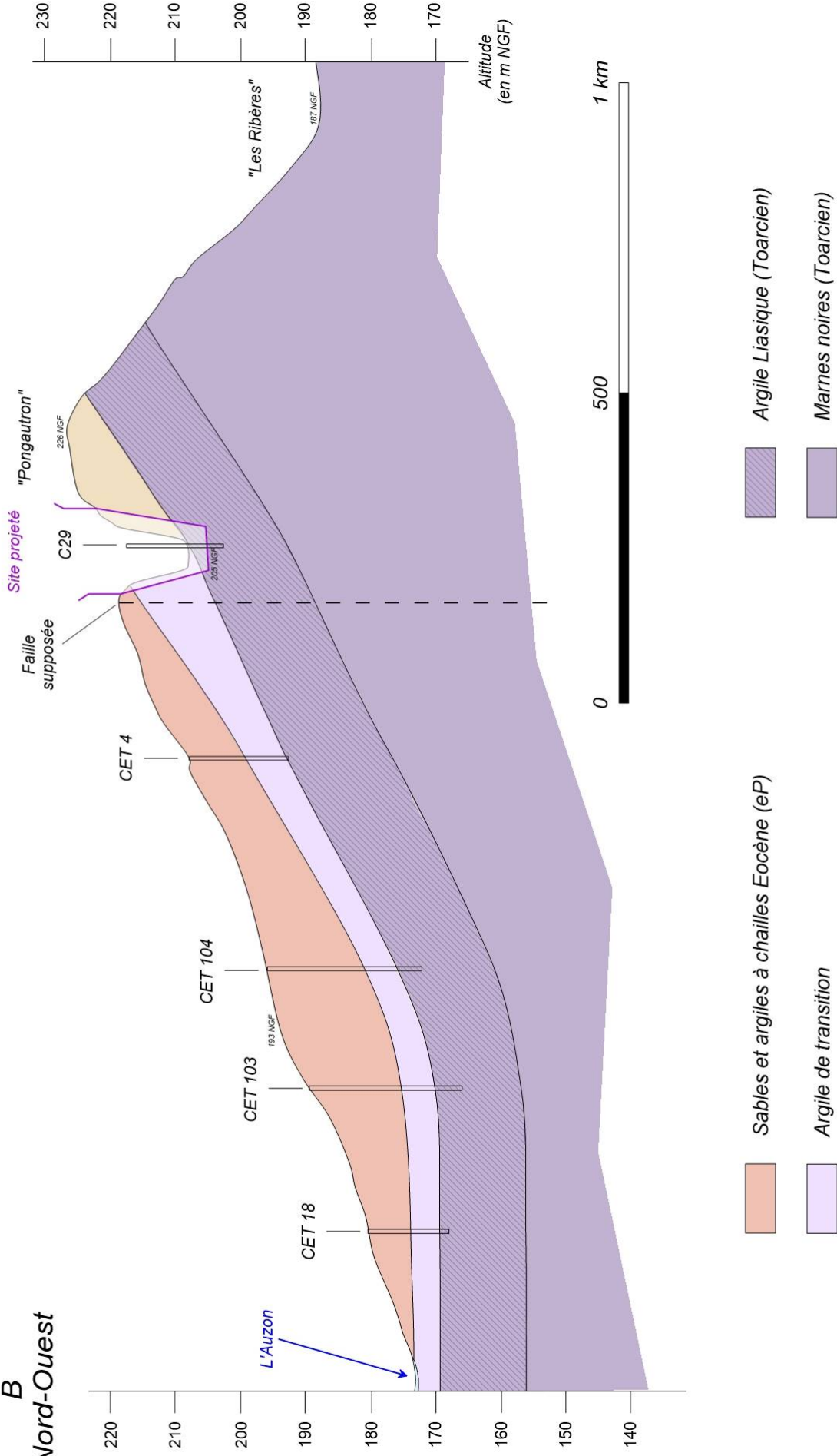
Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)

ETUDE DE QUALIFICATION  
GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

**Figure 16.**  
Coupe schématique Ouest-Est

B' Sud-Est

B Nord-Ouest



**Figure 17.**  
Coupe schématique NW-SE

ETUDE DE QUALIFICATION  
GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)



### 3.1.2 Données du site

Le projet se décompose en 2 installations de stockage (Cf. [figure 18](#) en page suivante) :

- Une ISDND Amiante de l'ordre de 10 000 m<sup>2</sup> (sur la partie ouest du site) ;
- Un réaménagement de carrière par des matériaux inertes de type K3+ de l'ordre de 11 000 m<sup>2</sup> (sur la zone Est).

Le site actuel est localisé en domaine de plateau dont l'altitude culmine à près de 230 m NGF au sud-ouest pour une cote moyenne, au plus proche du site, à 222 m NGF. L'ancienne argillère représente une zone d'excavation d'un peu moins de 20 000 m<sup>2</sup> dont le fond est à 212 m NGF moyen (profondeur d'extraction de 10 m environ). Elle a été réaménagée par la mise en place de 2 risbermes (Cf. [planche photo 1](#) ci-dessous).



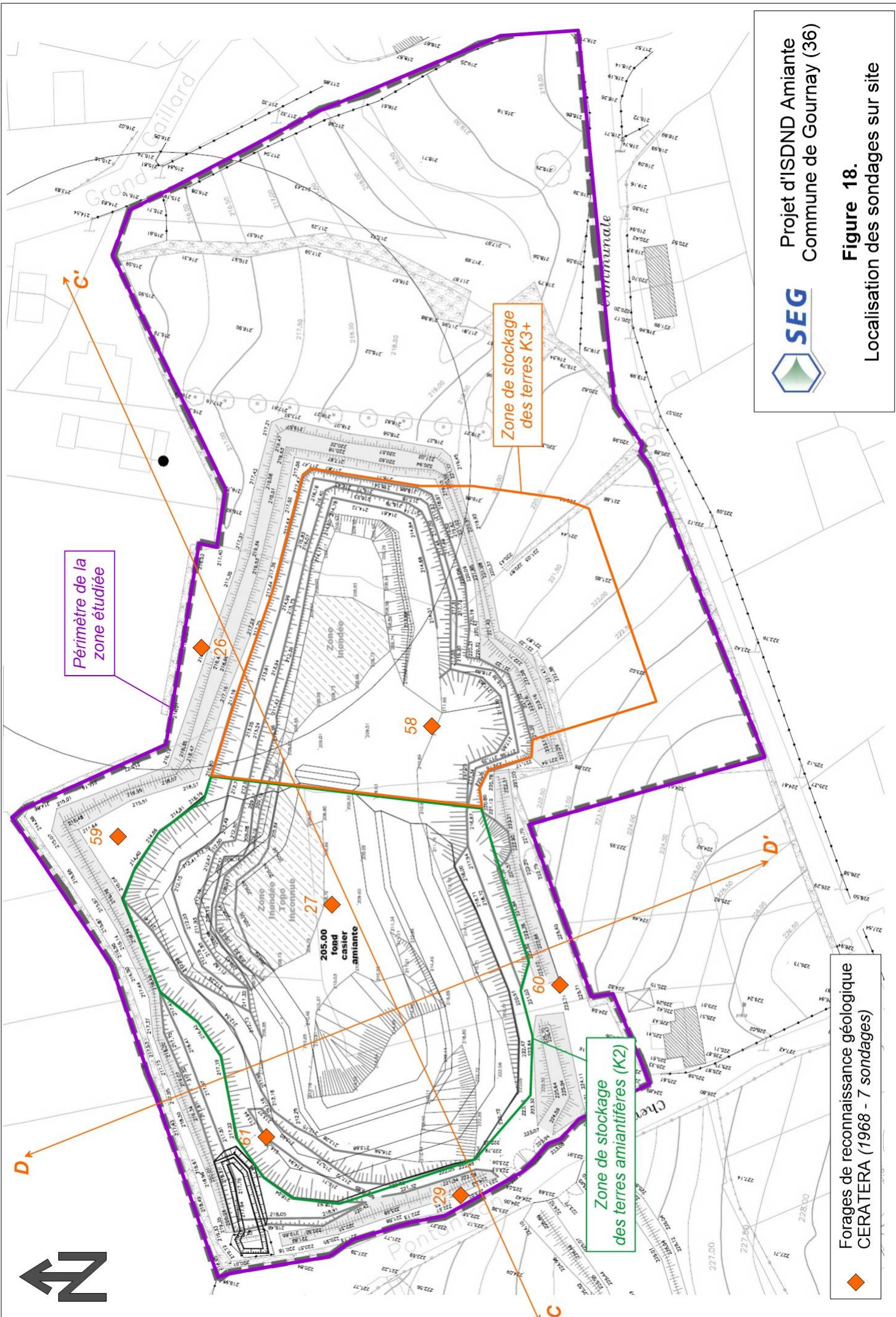
*Vue panoramique depuis l'angle sud-ouest de la carrière*



*Détail des flancs de site (argile ocre à Chaille en tête, argile de transition en-dessous)*

**Planche photo 1. Front de taille de la carrière.**





Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)

Figure 18.

Localisation des sondages sur site

Forages de reconnaissance géologique  
CERATERA (1968 - 7 sondages)



### 3.1.2.1 Investigations réalisées sur site pour le projet

Outre les 7 sondages de reconnaissances préliminaires réalisés par CERATERA dans les années 1960 pour la caractérisation du gisement d'argile (voir localisation dans la [figure 18](#) en page précédente), des investigations géologiques complémentaires ont été mises en œuvre sur site pour le projet actuel, à savoir :

- Un prélèvement d'échantillon foisonné de 40 kg en fond de site en décembre 2019 au droit des argiles du Toarcien formant la barrière passive en place pour confirmation de sa nature et de son degré de perméabilité ;

Le prélèvement a été réalisé par ACG Environnement. Les analyses ont été confiées au laboratoire de Technosol (voir le détail de l'étude de caractérisation géotechnique en [annexe 4](#)) ;

- Un sondage carotté en janvier 2019 par GEOBTP pour définir les caractéristiques géomécaniques des matériaux constitutifs des flancs du site (nécessaires pour les études de stabilité réglementaires) sur les argiles Eocène et sur les argiles de transition.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire TRANLABOGEO (détail en [annexe 4](#)).

### 3.1.2.2 Définition de la nature et de la qualité des matériaux du site

Les caractéristiques d'état et de nature ainsi que les caractéristiques géomécaniques nécessaires aux calculs de stabilité (angle de frottement et cohésion) sont reprises dans le [tableau 7](#) ci-dessous.

Les **argiles éocènes** en tête de site sont classées A3h selon la classification GTR : il s'agit d'une argile plastique très cohérente.

Les **argiles de transition** (sommet du Toarcien) qui forment la base des flancs de projets de stockage, sont classées A4 : il s'agit d'argiles très plastiques imperméables.

Sondage	Profondeur (m)	Nature	NFP 94.050	Granulométrie NFP 94.056			Limites d'Atterberg NFP 94.051				Cisaillement rectiligne à la boîte Casagrande NFP 94.071				GTR NFP 11.300
			W %	< 50 mm %	< 2 mm %	< 80µ %	WI %	Wp %	Ip %	Ic	Cpic KPa	φpic °	Cr KPa	φr °	
SC1	1.00/2.00	Argile plastique à grain pisolithe orange	24.2	100.0	91.1	82.8	54	20	34	0.86	22.7	22.4	6.4	20.3	A3 h
	4.00/5.00	Argile plastique à pisolithe orange, passage grisâtre	23.1	100.0	97.7	95.4	74	23	51	1.00	34.2	21.2	2.7	16.2	A4

Tableau 7. Nature des matériaux en flanc de site (TRANLABOGEO, 2020).

Les **argiles du Toarcien**, en fond de site (TECHNOSOL, 2020), sont classées A3 : il s'agit d'une argile marneuse plastique très cohérente.

### 3.1.2.3 Perméabilité des matériaux

Une ISDND amiante impose la présence d'une barrière passive de 1 m d'épaisseur à perméabilité inférieure à  $10^{-7}$  m/s.

Vu la nature des matériaux (A3 à A4, voir paragraphe précédent), l'ensemble des horizons lithologiques du site (reconnus sur 30 m environ) répondent a priori à cette exigence en terme de degré de perméabilité.

Pour confirmer le caractère peu perméable des argiles du Toarcien en fond de site, un prélèvement de 40 kg a été effectué et analysé au laboratoire tant pour définir sa nature (voir en paragraphe précédent) que son degré d'imperméabilité. Les résultats sont présentés en [annexe 4](#) (Technosol).

Deux essais de perméabilité ont été réalisés à l'œdomètre selon la norme NFX 30-442. Les argiles du Toarcien ont une perméabilité mesurée en laboratoire de l'ordre de  $4$  à  $5.10^{-11}$  m/s : elles sont à caractère imperméable et remplissent donc très largement les exigences réglementaires pour constitution de la barrière passive de un mètre à perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s.

Lors des reconnaissances géologiques pour l'ISDND actuelle (SAFEGE 2011), des essais de perméabilité avaient été réalisés in situ en forage selon la norme NFX30-424. Ils avaient montré qu'en dehors des argiles à Chaille dont certaines mesures étaient de l'ordre de  $10^{-6}$  m/s à  $10^{-7}$  m/s (du fait de fuites probable du dispositif de mesures dues à la proportion forte en silex), les argiles à Chailles et les argiles de transition avaient une perméabilité inférieure à  $10^{-8}$  m/s.

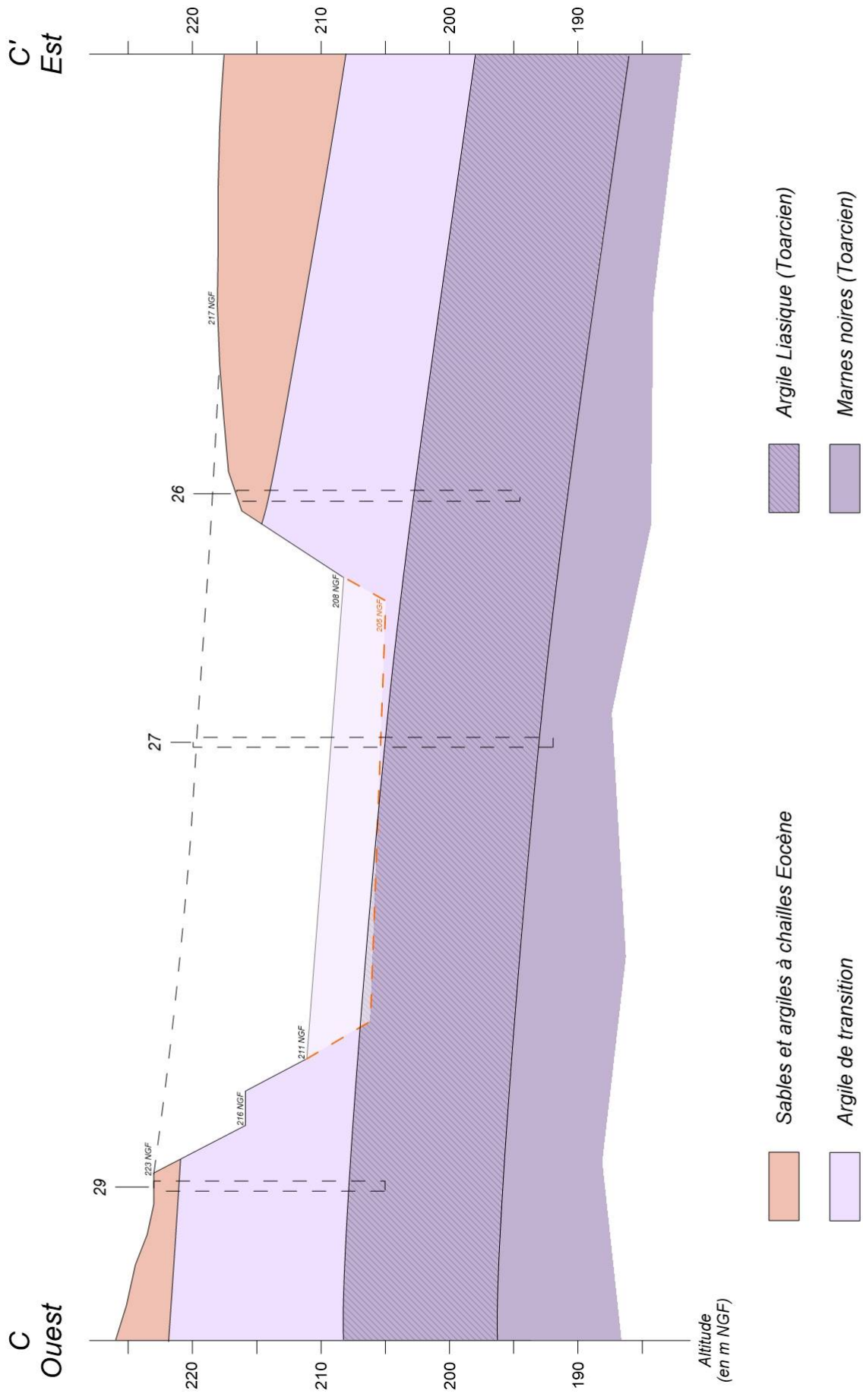
### 3.1.2.4 Interprétation : coupes géologiques du site

Pour illustrer le contexte géologique et la succession lithologique du site, 2 coupes de synthèse ont été réalisées en Est/ouest et en nord/sud présentées respectivement en [figures 19](#) et [20](#) en pages suivantes (l'échelle des hauteurs a été dilatée).

Ainsi :

- Les argiles à Chailles (A3h) forment le sommet des flancs du site et sur une épaisseur de 2 à 5 m environ ;
- Les argiles de transition (sommet du Toarcien) sous les argiles à Chailles, classées A4, forment la base des flancs ;
- Les argiles du Toarcien se retrouvent en fond de site. Elles sont à caractère imperméable.

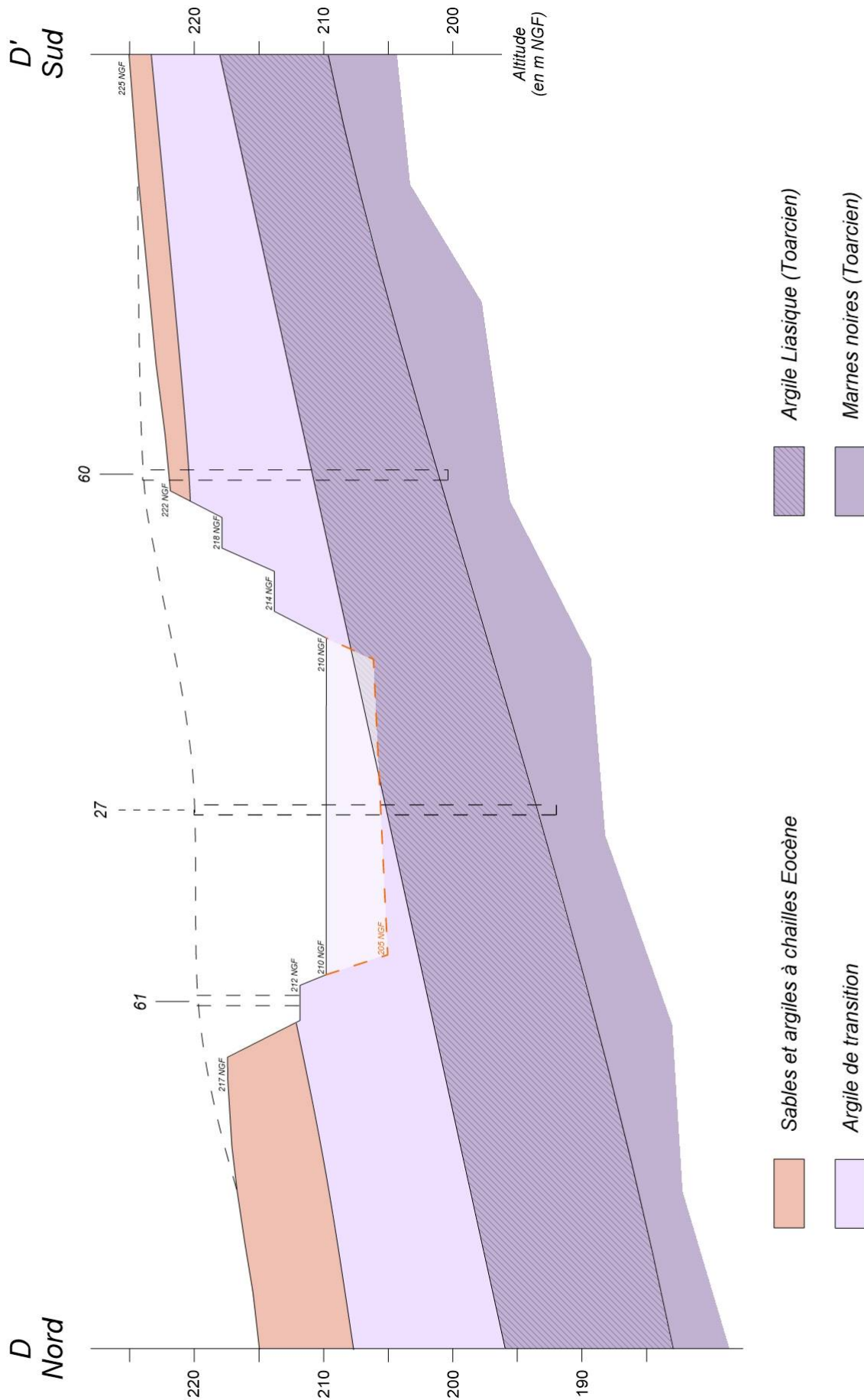
L'épaisseur totale du Toarcien (transition incluse au sommet) n'est pas spécifiée sur les coupes (trop importante). Elle est de l'ordre de 75 m selon l'analyse du contexte régional et local.



Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)

ETUDE DE QUALIFICATION  
GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

**Figure 19.**  
Coupe schématique du site Ouest-Est



Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)

ETUDE DE QUALIFICATION  
GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

**Figure 20.**  
Coupe schématique du site Nord-Sud

### 3.1.3 Définition du fond géochimique local

Le fond géochimique local a été défini à partir de prélèvement réalisés in situ sur les 3 faciès du site (argiles à Chailles, argiles de transition et Argiles du Toarcien). Vu la grande homogénéité des horizons lithologiques, un seul échantillon a été réalisé par faciès. Les échantillons ont été analysés sur brut et sur éluat afin de déterminer la teneur en éléments pour les paramètres de la K3+ (voir résultat dans le [tableau 8](#) ci-dessous). Ce tableau synthétise les résultats détaillés en [annexe 4](#).

Type		Argile de transition	Argile à Chaille	Argile du Toarcien	Fond géochimique	Guide ADEME (Nov. 2018)	% par rapport à la valeur moyenne du guide
N° interne		Sol 2	Sol 1	Sol 3	Moyenne		
Paramètres	Unités	Concentration					
Arsenic	mg/kg sec	6,4	8,3	11	9	1 à 50,2	8%
Baryum	mg/kg sec	260	230	350	280		
Cadmium	mg/kg sec	0,1	<0,1	0,2	0,15	0,046 à 3,63	2%
Chrome total	mg/kg sec	49	59	66	58	0,9 à 111,3	26%
Cuivre*	mg/kg sec	16	20	20	19	4,2 à 190	5%
Mercuré	mg/kg sec	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05 à 28	<0,1%
Molybdène*	mg/kg sec	<1	<1	<1	<1		
Nickel	mg/kg sec	88	100	94	94	4 à 62	71%
Plomb	mg/kg sec	8,4	12	16	12	5,3 à 650	1%
Antimoine	mg/kg sec	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		
Sélénium	mg/kg sec	<1	<1	<1	<1		
Zinc*	mg/kg sec	160	170	140	157	13 à 2600	3%
Chlorures*	mg/kg sec	220	130	150	167		
Fluorures*	mg/kg sec	14	24	10	16		
Sulfates*	mg/kg sec	310	200	290	267		
Indice Phénol	mg/kg sec	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		
COT*	mg/kg sec	21	17	<10	19		
FS (Fraction soluble)	mg/kg sec	<1000	<1000	<1000	<1000		
BTEX (somme 5 BTEX)	mg/kg sec	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3		
PCB (somme 7 PCB)	mg/kg sec	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007		
Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg sec	<20	<20	<20	<20	0,5 à 260	<4%
HAP (somme 16 HAP)	mg/kg sec	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	0,278 à 167,31	<0,3%

\*Analyse sur éluat après test de lixiviation (EN 12457-2)

**Tableau 8. Fond géochimique sol local.**

Les valeurs obtenues pour le fond géochimique local moyen ont été comparées aux seuils moyens indicatifs définis par l'ADEME dans son guide de 2018 intitulé « *Guide pour la détermination des valeurs de fonds dans les sols – Echelle d'un site (Pour une connaissance de la qualité chimique habituelle des sols)* ».

La qualité des 3 échantillons est globalement similaire. On note que :

- Les BTEX, les PCB, les Hydrocarbures et les HAP sont naturellement absents ou en tout état de cause non quantifiables (inférieurs aux seuils de quantification) ;
- Huit métaux sur les 12 analysés sont présents dans les sols :
  - Quatre sont à des concentrations substantielles tout en restant inférieures au seuil moyen : Nickel, Chrome, Arsenic et Baryum ;
  - Quatre sont à l'état de traces : Cadmium, Cuivre, Plomb et Zinc.

- 4 métaux sont absents ou à des concentrations infimes (inférieures aux seuils de détections mesurés) : Mercure, Molybdène, Antimoine et Sélénium ;
- Le Carbone Organique Total est retrouvé sur 2 des trois échantillons (pas de seuils fixés pour cet élément) ;
- Une concentration significative en chlorures et en sulfates et en moindre mesure en Fluorures avec une fraction soluble restant tout de même très faible (<1000 mg/kg).

Pour synthétiser l'ensemble des analyses, le fond géochimique sol (moyenne des 3 mesures) contient quasiment tous les métaux exceptions faites du mercure, du molybdène, de l'antimoine et du sélénium. Les autres métaux sont présents en rapport avec les argiles locales ferromagnésiennes (argiles à Chailles et Toarcien). Notamment, on note la présence substantielle de nickel (matière organique et altération de pyrite dans les argiles du Toarcien), de sulfates, de fluorures et de chlorures (en provenance des faciès évaporitiques possibles dans les argiles du Toarcien).

Le fond géochimique local est donc tout à fait apte à accueillir un projet de remblaiement de carrière par des matériaux de type K3+. Les seuils pourraient même être adaptés à la hausse pour les paramètres métalliques présents en quantité non négligeable comme le Nickel, le Chrome, l'Arsenic, le Baryum voire le cadmium et le Zinc.

### 3.1.4 Conclusion sur le contexte géologique

L'argilière de Pongautron est localisée en domaine de plateau (TN 230 à 235 m NGF) armé par les argiles du Toarcien (Lias, Secondaire) d'une épaisseur cumulée de 75 ml. Ces argiles sont chapeautées par 3 à 5 m d'argiles à Chailles rapportées à l'Eocène (Tertiaire discordant sur les horizons du Secondaire).

Le nombre important de sondages hérités des reconnaissances historiques a permis de confirmer un pendage général orienté vers le nord-ouest en cohérence avec le contexte régional. En particulier, il n'a pas été mis en évidence de décalage structural induit par la faille potentielle passant à proximité du site supposée par le BRGM. Ce constat s'explique par la nature des formations lithologiques qui sont toutes meubles et plastiques (classées A3 à A4 dans la classification GTR selon les analyses spécifiques réalisées au droit du site pour la présente étude) qui jouent un rôle d'atténuation.

Spécifiquement pour la zone projetée :

- Les argiles à Chailles (A3h) forment le sommet des flancs du site et sur une épaisseur de 2 à 5 m environ ;
- Les argiles de transition (sommet du Toarcien) sous les argiles à Chailles, classées A4, forment la base des flancs ;
- Les argiles du Toarcien se retrouvent en fond de site. Elles sont à caractère imperméable ( $K < 10^{-9}$  m/s) et sont aptes à former la barrière passive de l'ISDND amiante (1 m à  $K < 10^{-7}$  m/s réglementaire).

Le premier niveau aquifère sous le site (sables du Trias) se développe près de 100 m sous le carreau de l'argilière. Il est confiné sous les argiles et marnes du Toarcien (non vulnérable).

Le contexte géologique est jugé très favorable.

## 3.2 Contexte hydrologique et hydrogéologique

### 3.2.1 Contexte hydrologique local

Le site appartient au grand bassin versant de la Bouzanne, affluent en rive droite de la Creuse (voir [paragraphe 2.1.2](#) en [pages 11 et 12](#)). Plus précisément, le projet est inclus dans le sous-bassin versant de l'Auzon, affluent de la Bouzanne.

Le site est localisé dans un sous-bassin versant hydrographique en rive droite de l'Auzon qui coule du sud vers le nord dont l'étendue est illustrée en [figure 21](#) en page suivante (sous-bassin noté SBV2). Il est distinct du sous-bassin versant incluant l'ISDND actuelle (noté SBV1).

SBV2, d'une superficie estimée de près de 90 ha (selon la carte topographique à 1/25 000 de l'IGN), s'étend sur le plateau armé par les argiles du Toarcien qui plonge lentement vers le nord-ouest. La crête topographique, au sud, culmine à plus de 232 m NGF pour une cote basse à moins de 170 m NGF au nord-ouest au droit de l'Auzon. Le site est tête de bassin versant hydrographique (la crête topographique passe, en effet, en limite méridionale du projet).

Dans ce bassin versant, on note l'omniprésence des eaux de surface avec la présence de mares et étangs anthropiques liées à la nature du proche sous-sol (argiles imperméables) qui limite sensiblement les infiltrations pluviales (l'eau ruissèle majoritairement).

Le cheminement des eaux de ruissellement depuis le site est illustré par la [figure 22](#) en [page 52](#). En aval immédiat de l'argillère, les eaux sont drainées par un fossé enherbé largement dimensionné qui draine les eaux côté droit du chemin qui relie Mongaudron au sud au village du Roc au nord. Le fossé fait environ 1700 m de long depuis le site jusqu'à sa confluence avec le Auzon. Il a une pente de 5,3 % sur les 750 premiers mètres (du site à l'étang) et une pente plus faible en aval sur les 950 m restant (1 %).

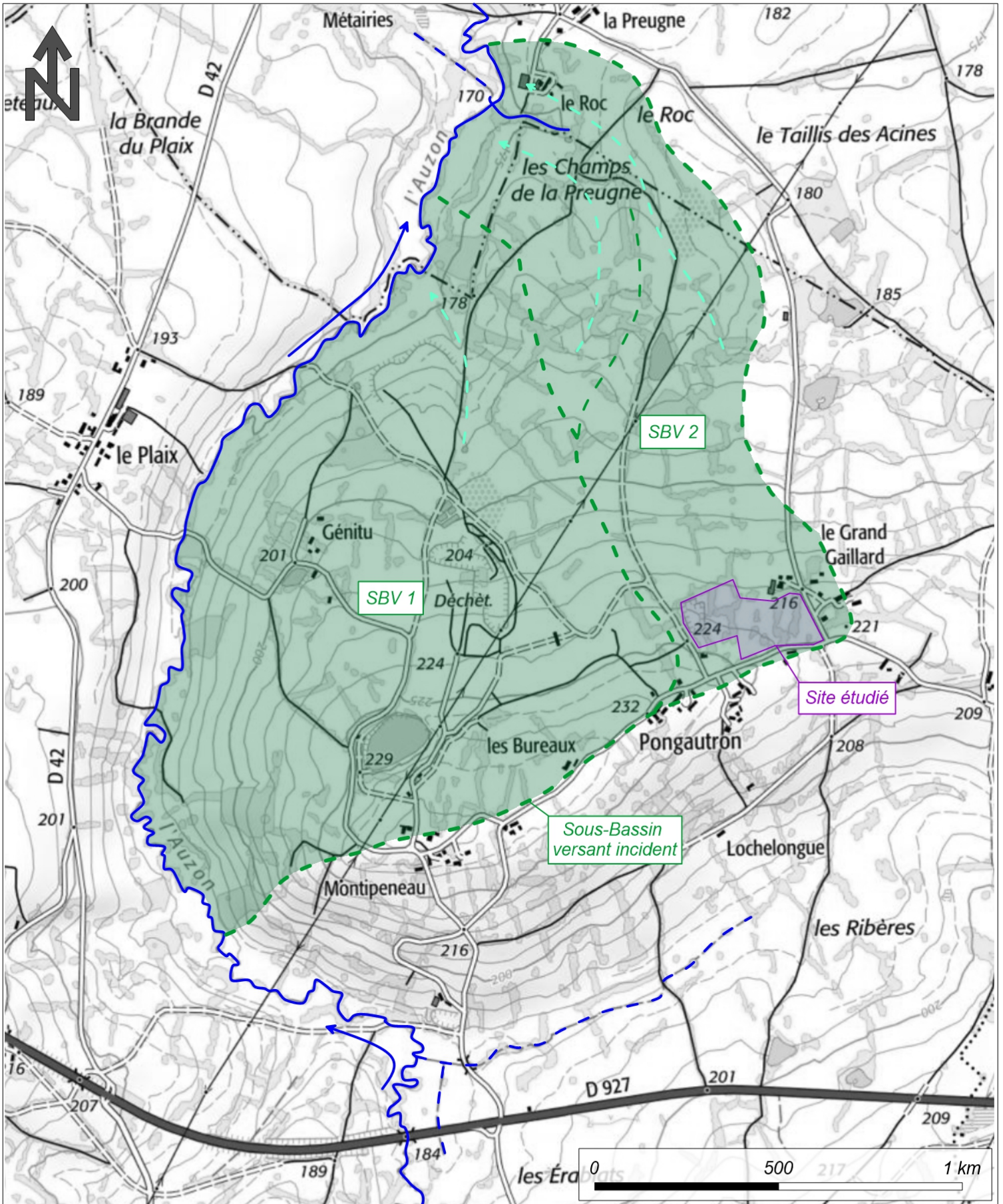
Le fossé, de section trapézoïdale à base carré, fait près de 0,5 m de profondeur pour 1,5 m d'emprise en tête (voir [planche photo 2](#) en [page 55](#)). Ce fossé enherbé permet un débit de l'ordre de l'ordre 750 l/s à 800 l/s (selon la loi de Manning Strickler,  $K=50$ ).

Des mesures de qualité physicochimique ont été prises le long du fossé en décembre 2019 (mesures ACG). Les résultats sont repris pour mémoire dans le [tableau 9](#) ci-après.


Point ACG	Nom	Date de la mesure	Température (°C)	pH	Conductivité (µS/cm)	Potentiel oxydo-réduction (mV)
1	Bassin fond de carrière	11/12/2019	6,4	8,64	158	86
2	Fossé avant rejet	11/12/2019	8,2	7,46	431	144
3	Rejet après étang (sur la droite)	11/12/2019	7,4	8,3	116	121
4	Rejet après étang (sur la gauche)	11/12/2019	8,2	7,77	307	130
5	L'Auzon à "La Preugne"	11/12/2019	7,1	7,81	367	145


**Tableau 9. Physico-chimie des eaux (mesures ACG, 2019).**





D'après la carte IGN d'Argenton-sur-Creuse - Cluis n°2127SB au 1/25 000ème - source IGN

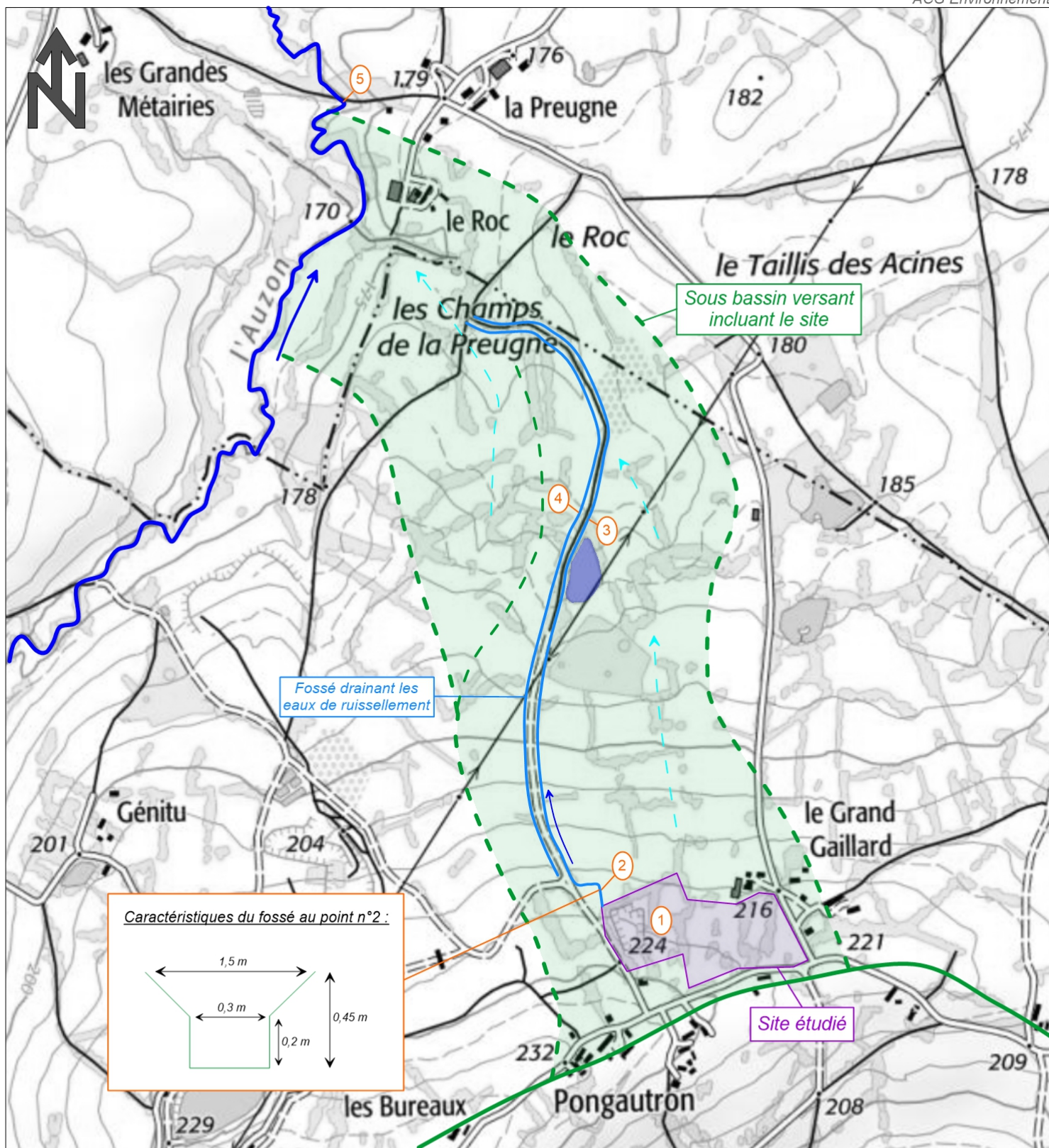
 Crêtes topographiques

 Vallées sèches (axes d'écoulement préférentiel des eaux de surface)

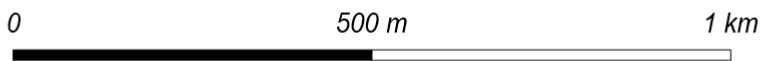


Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)

**Figure 21.**  
Contexte hydrologique local



D'après la carte IGN d'Argenton-sur-Creuse - Cluis n°2127SB au 1/25 000ème - source IGN



Point de mesure de la qualité des eaux de surface



Fossés enherbés



Sens d'écoulement des eaux de surface

### 3.2.2 Hydrologie du site et point de rejet

Le contexte hydrologique du site est illustré dans la [figure 23](#) en page suivante.

La présence d'argiles sur la totalité des flancs et du fond de l'ancienne argilière impose aux eaux pluviales de ruisseler quand la pente topographique le permet et de stagner en fond de site où la pente topographique est faible. Lors de notre visite en décembre dernier (2019), il existait, d'ailleurs, une zone en eaux au point bas telle qu'illustrée dans la [planche photo 1](#) en [page 42](#) (photo du bas).

Ces dernières sont pompées en fond de site par d'intermédiaire d'une pompe immergée contenue dans un puits et relevées au nord-ouest pour être rejetées dans le milieu naturel au droit du fossé côté droit du chemin agricole (voir paragraphe précédent).

La qualité physico-chimique générale des eaux a été déterminée in situ dans la zone inondée au point bas (voir point 1 en [figure 22](#) en page précédente et détail dans le [tableau 9](#) en [page 50](#)). Il s'agit d'une eau basique (pH 8,84) non chargée (conductivité très faible mesurée à 158  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) légèrement oxydante (redox positif de 86 mV) représentative d'une eau pluviale.

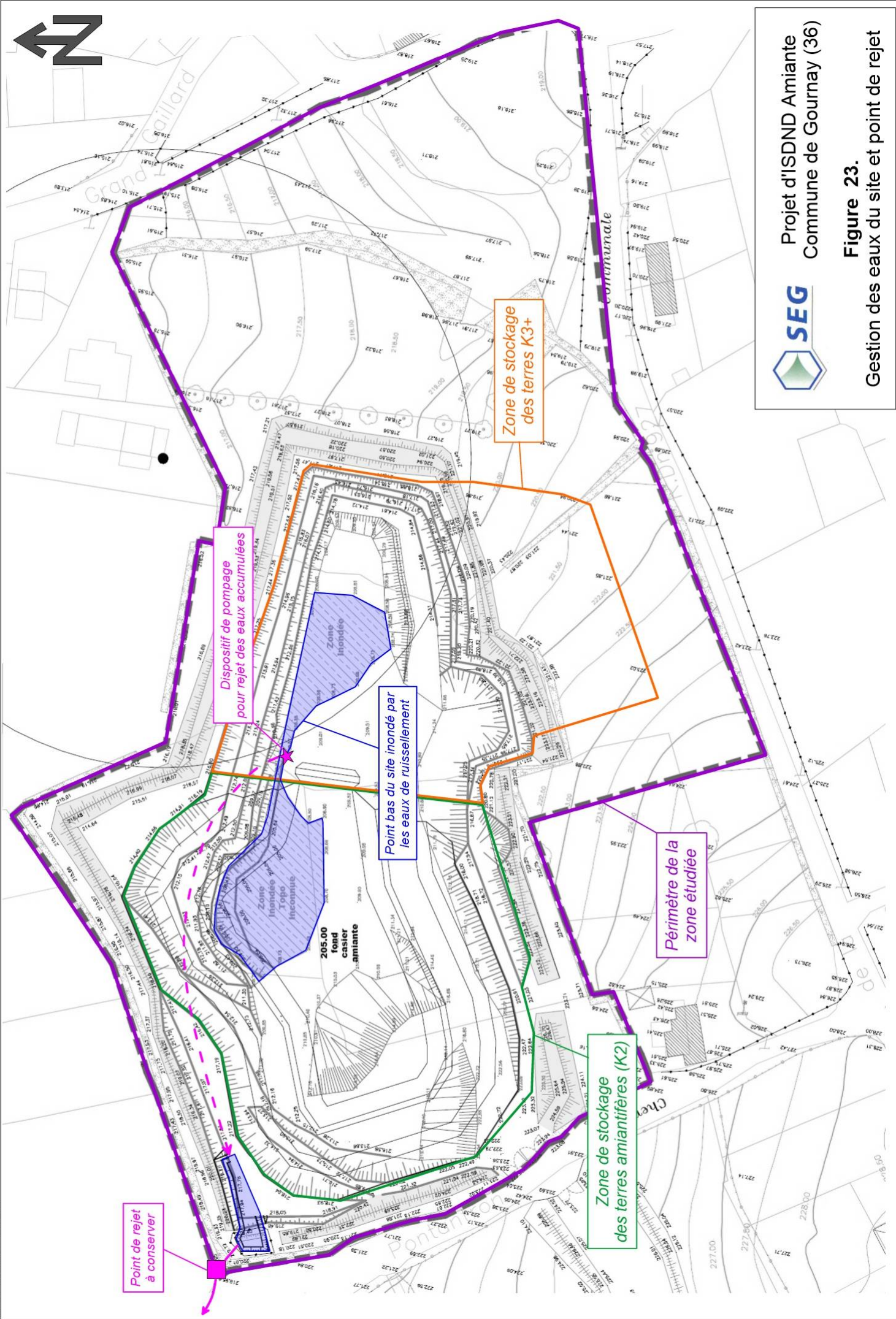
En amont immédiat du rejet des eaux du site (point 2), les eaux sont plus chargées (conductivité de 430  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Sur sa partie amont où la pente topographique est la plus forte (les premiers 750 m, pente de plus de 5 %, voir paragraphe précédent), le fossé draine aisément les débits générés par le sous-bassin versant incident (peu d'amont et fossé de grande dimension, voir photo panoramique du milieu sur la [planche photo 2](#) en [page 55](#)). On note, toutefois, que des portions canalisées sous les accès aux pâtures depuis le chemin agricole sont très souvent pour partie bouchées ( $\varnothing$  200 mm généralement).

Sur sa partie aval où la pente topographique est plus faible (1 %, en aval de l'étang), le fossé était gorgé d'eau lors de notre passage (temps pluvieux, voir photo en bas à gauche de la [planche photo 2](#)).

Le site a une superficie de 2,5 ha (Cf. limite de la maîtrise foncière en [figure 23](#) en page suivante). Il contribue donc à moins de 2,9 % de la superficie du sous-bassin versant SBV2 (87 ha, voir paragraphe précédent). Si l'on prend uniquement la zone d'extraction (2 ha), le site contribue à 2,3 % du bassin versant incident (contribution faible).

La création du vide de fouille a induit une modification de l'écoulement local des eaux : elles ne ruissèlent plus naturellement sur les pâtures selon le modelé topographique mais sont piégées en fond de carrière. Ce déficit local (2,3 %) est compensé par le relevage des eaux et le rejet à son exutoire (fossé côté droit du chemin agricole).



Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)

Figure 23.

Gestion des eaux du site et point de rejet



*Fossé enherbé à l'exutoire du site (point 2)*



*Exutoire du site (tuyau)*



*Fossé enherbé côté droit du chemin agricole, moitié amont du fossé (pente à 5,3 %)*



*Fossé en partie aval (après rejet étang)*



*L'Auzon (confluence fossé SBV2)*

**Planche photo 2. Illustration du contexte hydrologique.**

### 3.2.3 Contexte hydrogéologique du site

#### 3.2.3.1 Absence de niveau de nappe au droit du site

Il n'y a pas de niveau aquifère présent au droit du site et sur les 75 premiers mètres de profondeur : les argiles éocènes et les argiles du Toarcien sont à caractère imperméable.

Selon la loi de Darcy qui régit les écoulements souterrains et pour un gradient unitaire, il faudrait près de 2 400 ans pour traverser cette couche imperméable de 75 m (pour une perméabilité pénalisante à  $1.10^{-9}$  m/s alors qu'elle a été mesurée au laboratoire par des prélèvements in situ à  $5.10^{-11}$  m/s). La nappe sous-jacente du Trias étant en charge (drainance ascendante), il ne peut y avoir, par conséquent, d'échanges par drainance descendante depuis le site en direction du Trias.

Dans le même ordre d'idée, et sous réserve que le Trias ne serait plus en charge (absence de drainance ascendante), le débit théorique induit traversant les argiles serait :

- au maximum de 32 l par m<sup>2</sup> soumis à la pluie (pour une perméabilité pénalisante à  $1.10^{-9}$  m/s) ;
- plus objectivement de l'ordre de 1,6 l/m<sup>2</sup> (pour d'une perméabilité à  $5.10^{-11}$  m/s).

Vu les grandeurs mathématiques mises en jeu, il n'y a pas de problématique hydrogéologique au droit du site.

#### 3.2.3.2 Niveau de saturation dans les argiles du Toarcien

Le bureau d'études SAFEGE, dans son étude de qualification géologique de l'ISDND actuelle, avait mis en évidence une zone d'accumulation d'eau entre les horizons aérés de sub-surface (TV et limons) et les argiles sous-jacentes qui forment le mur imperméable des infiltrations pluviales. Les eaux infiltrées en sub-surface s'écoulent selon le modelé topographique (elles sont assimilables à des eaux de ruissellement).

Ce niveau est absent au droit du site du fait des aménagements opérés : les faciès de couverture (TV et limons) ont été décaissés et stockés en merlons paysagers. Il n'a d'ailleurs pas été mis en évidence de venues d'eau lors de notre visite de site en décembre 2019 (par temps pluvieux).

Cependant, les argiles, bien qu'imperméables, se sont naturellement saturées en eau au cours des temps géologiques (infiltration d'eau extrêmement lente). Ainsi, il existe un niveau de saturation naturelle en profondeur. Ce niveau est d'ailleurs suivi sur l'ISDND actuelle par l'intermédiaire d'un réseau de contrôle piézométrique. Les débits sont imperceptibles (les eaux sont assimilables à des eaux de constitution des argiles sans écoulement significatif).

En conditions extrêmes, ces eaux de saturation peuvent donner naissance à des phénomènes de rééquilibrage hydrostatique quand les argiles sont mises à la pression atmosphérique (quand elles sont décaissées). Il peut alors exister des suintements qui peuvent être contraignants en phase de terrassement (les argiles plastiques deviennent glissantes).

Le débit théorique maximum de ces suintements a été déterminé selon la loi d'assèchement de fouille déduite de la loi de Darcy qui régit les écoulements souterrains par gravité :

$$Q = 2,5 \times K \times i \times \sqrt{p}$$

*Q* : débit (en m<sup>3</sup>/s) *K* : Perméabilité de la formation (en m/s, 10<sup>-9</sup> m/s) ; *i* : Epaisseur saturée de la formation (en m, 10 m au maximum) ; *p* : Surface de la formation interceptée en flanc de site (en m<sup>2</sup>).

Sur cette base et pour les 2 ha de l'ancienne carrière, le débit maximum induit par le rééquilibrage hydrostatique serait de l'ordre de 110 m<sup>3</sup>/an soit 305 l/jour (insignifiant, qui se gère aisément comme des eaux de ruissellement en fond de site).

### 3.2.4 Conclusion sur le contexte hydrologique et hydrogéologique

Les argiles du Toarcien qui arment le plateau ont une épaisseur importante (75 m). Leur homogénéité liée au mode de dépôts de la formation (terrains sédimentaires marins) conjuguée à leur imperméabilité intrinsèque ( $K < 10^{-9}$  m/s, mesurée en laboratoire à  $5 \cdot 10^{-11}$  m/s) impose aux eaux pluviales de ruisseler.

La nappe du Trias qui se développe à très forte profondeur sous le site (100 m) n'est par conséquent pas vulnérable et sans relation avec la surface. De plus, les eaux du Trias sont en charge et il existe un phénomène de drainance ascendante qui interdit tout transfert de la surface vers la profondeur).

Ainsi, le contexte hydrogéologique est très favorable à un projet d'ISDND amiante ou ISDI de type K3+.

# 4

## Préconisations techniques zone ISDND

Les principes d'aménagement des ouvrages de l'ISDND amiante sont pris en application des différents articles de l'arrêté ministériel du 15 février 2016.

Dans le cadre de la qualification et la faisabilité technique du projet, les principes exposés sont des mesures élaborées à un niveau de conception et non d'une étude de maîtrise d'œuvre de travaux. Les recommandations et les pré-dimensionnements présentés sont des paramètres qui peuvent servir à l'élaboration du projet technique de la demande d'autorisation (voir projet technique du DDAE).

La conception des aménagements tient compte des données acquises précédemment dans les études géologiques, hydrogéologiques et hydrologiques.

Ainsi, pour le projet d'ISDND amiante sont étudiés :

- La qualité et l'usage des matériaux ;
- La définition de l'altitude et de la structure de la barrière passive du projet.

Le chapitre évoque enfin le réseau de contrôle préconisé des eaux souterraines et le mode de rejet des eaux du site.

Les études de stabilité réglementaires ne font pas partie de la mission mandatée à ACG Environnement. Elle est réalisée par un autre BE.

### 4.1 Qualité et usage des matériaux

Il existe 4 qualités de matériaux sur site :

- La couverture végétale ;
- Les limons ;
- Les argiles à Chailles (nombreux silex) ;
- Les argiles franches (argile de transition et argiles du Toarcien).

Le fond actuel de l'ancienne argillère repose sur les **argiles du Toarcien** voire sur un reliquat d'**argile de transition** : ces formations sont à caractère imperméable et sont aptes à former la barrière passive du projet (1 m à  $10^{-7}$  m/s).



Le terrassement à venir pour la zone carrière induira le décaissement des argiles à Chailles et de l'argile de transition. Les **argiles de transition** pourront servir à la **constitution des diguettes de séparation des alvéoles de stockage** voire des **couches intermédiaires pour l'isolement journalier** des big-bags d'amiante. Les **argiles à Chailles** (présence de nombreux silex) devraient être **réservées pour le cœur de la digue périmétrique** voire une utilisation en merlon paysager.

La **couverture végétale** et les **limons** (1 m cumulés en moyenne en couverture de site) devront être décapés, stockés et réutilisés pour le sommet de la couverture finale de l'ISDND.

## 4.2 Barrière passive de l'ISDND amiante

Dans le cas d'une Installation de stockage de déchets d'amiante liée, l'article 40 de l'AM du 15 février 2016 stipule que : « *Pour les casiers mono-déchets dédiés au stockage de déchets de matériaux de construction contenant de l'amiante, la protection du sol, des eaux souterraines et de surface est assurée par une barrière géologique dite « barrière de sécurité passive » constituée du terrain naturel en l'état répondant aux critères suivants :*

- *le fond des casiers de stockage présente une perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s sur au moins 1 mètre d'épaisseur ;*
- *les flancs des casiers de stockage présentent une perméabilité inférieure à  $1.10^{-7}$  m/s sur au moins 0,5 mètre d'épaisseur.*

Il convient de s'assurer que la couverture végétale et les limons ont bien été décapés et qu'ils ne forment pas le sommet des flancs du site : ces 2 horizons ne sont vraisemblablement pas aptes à former les flancs de l'ISDND amiante.

Ainsi, exception faite de la couverture végétale et des limons argileux en tête de site (1 m environ) qui doivent être décaissés, l'ensemble des formations géologiques présentes sont aptes à former la barrière passive en fond et en flanc de site. Il n'y a pas d'altitude préconisée pour le fond de forme, elle peut indifféremment être positionnée dès lors qu'elle est située sous les limons.

Compte tenu de la nature des horizons argileux classés A3 et A4, il convient de préférer le printemps et l'automne pour les phases de terrassement du site, ces matériaux sont en effet très sensibles à l'eau et sont difficiles voire impossible à travailler par temps de pluie.

### 4.3 Réseau de contrôle piézométrique préconisé

Vu la nature des horizons lithologiques (argiles non aquifères sur 75 m) et la non vulnérabilité et la très grande profondeur du premier niveau de nappe (dans le Trias à 100 m de profondeur), techniquement, il n'est pas nécessaire d'avoir un réseau de contrôle piézométrique du fait de l'absence de niveau de nappe vulnérable.

Néanmoins, pour une raison réglementaire, un réseau peut être imposé. Dans ce cas, le réseau proposé serait le suivant (Nous proposons de suivre le niveau de saturation des argiles du Toarcien comme pour l'ISDND actuelle voisine) :

- D'un piézomètre amont au sud du site ;
- De deux piézomètres aval notés PZ aval1 et PZ Aval 2 respectivement au nord-ouest et au nord du site.

Le réseau de contrôle proposé est présenté en [figure 24](#) en page suivante. Leur position pourra être adaptée au besoin en fonction de l'accessibilité.

Ils devront être réalisés selon la norme NFX 10-999 et atteindre *a minima* une cote de fond 10 m inférieure à celle du point bas de l'ISDND soit une profondeur approximative de 20 m (cote voisine de 195 m NGF. De même, ils devront avoir un diamètre d'équipement *a minima* de 80/90 mm pour permettre de descendre une pompe immergée de 3 pouces.

Les paramètres et les fréquences d'analyse proposés sont celles de l'actuel AM (article 24), à savoir :

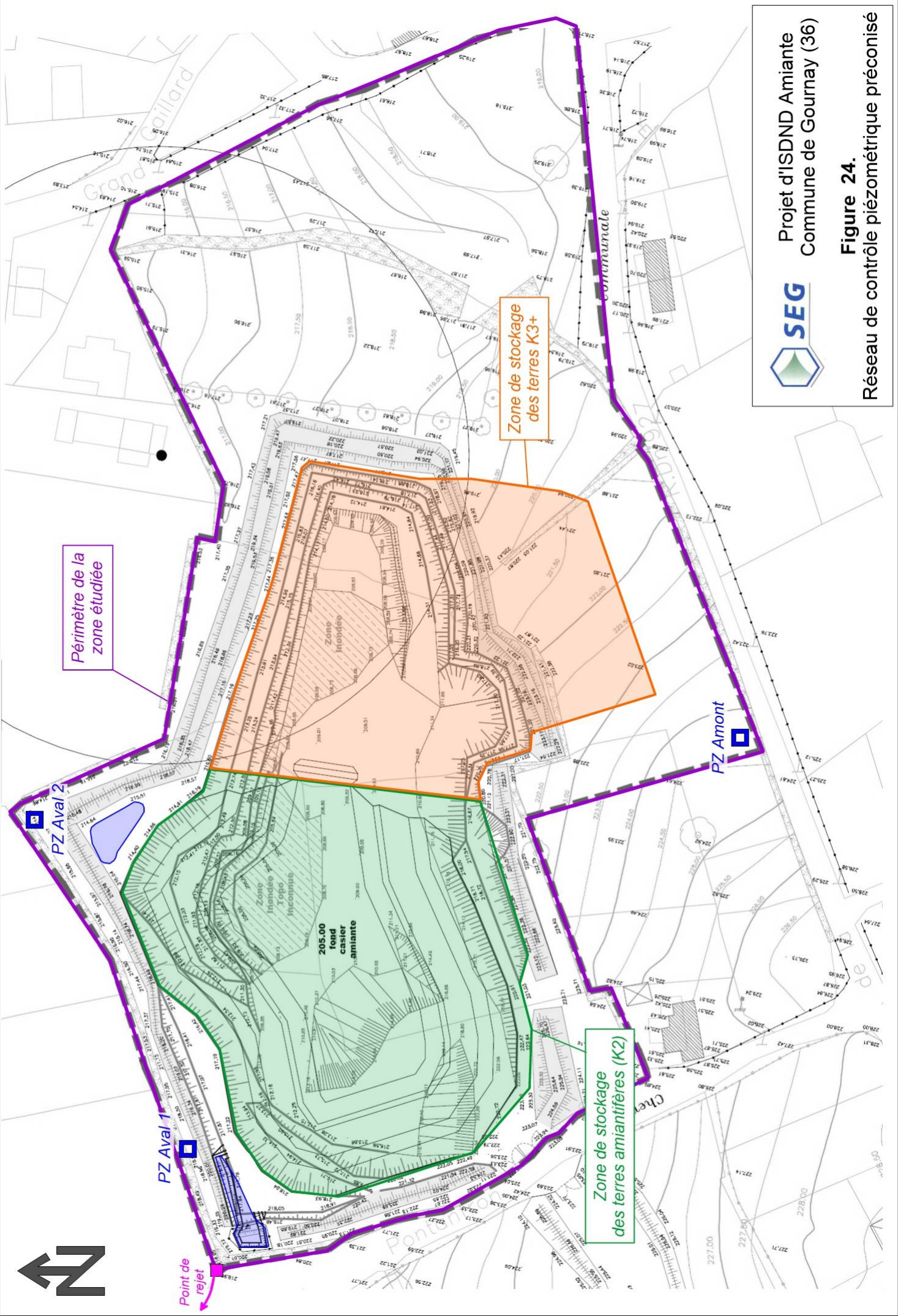
« L'exploitant réalise, en période de basses eaux et de hautes eaux, *a minima* tous les six mois, une analyse des eaux souterraines sur les paramètres définis ci-après :

- physico-chimiques suivants : pH, potentiel d'oxydoréduction, résistivité, conductivité, métaux totaux (Pb+Cu+Cr+Ni+Mn+Cd+Hg+Fe+As+Zn+Sn), NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NTK, Cl<sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, DCO, MES, COT, AOX, PCB, HAP, BTEX ;
- paramètres biologiques : DBO<sub>5</sub> ;
- paramètres bactériologiques : *Escherichia coli*, bactéries coliformes, entérocoques, salmonelles ;
- autres paramètres : hauteur d'eau ».

Nous préconisons fortement au pétitionnaire de se rapprocher de la DREAL pour évoquer ce point (nécessité ou non de suivre le niveau de saturation des eaux contenues dans les argiles).

### 4.4 Point et mode de rejet des eaux du site

Nous préconisons de conserver le mode et le point de rejet actuel à savoir un rejet dans le fossé situé à droite du chemin agricole qui relie Pongautron au hameau du Roc. Ce fossé est l'exutoire naturel des eaux du sous-bassin versant qui inclut le site.



Projet d'ISDND Amiante  
Commune de Gournay (36)

Figure 24.

Réseau de contrôle piézométrique préconisé

# 5

## Faisabilité d'un réaménagement de carrière par remblaiement d'inertes avec dépassement de seuils

### 5.1 Rappel du contexte et problématique posée

La faisabilité d'un remblaiement de carrière par des matériaux inertes de type K3+ est attestée dès lors que le flux d'eau d'infiltration pluviale potentiellement chargé lors du transfert au sein du remblai pollué ne dégrade pas la qualité de l'eau d'une cible identifiée (une nappe d'eau souterraine en profondeur ou une rivière en surface).

En d'autres termes, il y a un effet potentiel dès lors que l'on retrouve les 3 termes suivants :

- Une source de pollution (c'est l'eau qui lixivie les déchets). La source est d'autant plus faible que les déchets sont peu chargés (facteurs de dépassements de x1 à x3) et que le volume d'eau au contact de ces derniers est faible ;
- Un mode de transfert : il faut que la pollution induite par la lixiviation des déchets atteigne une cible identifiée : l'effet est d'autant plus faible que le mode de transfert est faible ;
- Une cible : il faut une cible identifiée (nappe ou cours d'eau).

Dès lors qu'un des 3 termes au moins est absent, il n'y a pas de risque et le projet est faisable. Dans notre cas, il n'y a pas de mode de transfert et il n'y a pas de cible identifiée (nappe en charge sans mélange possible). On ne retrouve que le terme source.

En effet, il n'y a pas de nappe vulnérable au site : le Trias, premier niveau de nappe sous le site, est :

- à très forte profondeur (100 m) ;
- confiné sous 75 m d'argiles imperméables ;
- et en charge (drainance ascendante).

L'analyse du contexte hydrogéologique (voir [paragraphe 3.2.3, page 56](#)) a démontré l'absence d'effet possible sur la nappe en provenance de la surface. Il en est de même pour les eaux de surface : les eaux contenues dans l'emprise du site sont « piégées » sans infiltration notable. Et s'il y avait une infiltration, elle serait dans des proportions infimes (moins de 2 l/m<sup>2</sup> et par an et au pire 32 l/m<sup>2</sup>/an).

De plus, la drainance ascendante liée au fait que le Trias est en charge interdit tout mélange du haut vers le bas (s'il y avait échange, ce serait du bas vers le haut...).

Néanmoins, pour se placer en condition sécuritaire, nous avons déterminé ce que serait l'effet potentiel du site en cas de mélange dans la nappe du Trias du flux induits par le projet et ce pour chacun des paramètres de la K3+ (avec un seuil de x3 pour tous les paramètres).

La modélisation ne peut se faire par les outils classiques de type hydrodispersif car il ne pourrait être modélisé un transfert en milieu non saturé du flux au travers d'une couche de 75 m imperméable... Ainsi, nous avons réalisé un simple calcul de « dilution » du flux induit par le site dans la nappe.

Pour calculer l'effet théorique du projet sur la nappe, il convient de travailler en 2 étapes successives :

- Etape 1 : définition du flux de pollution en provenance du site (quantification de la source).  
Le flux est fonction (1) du volume d'eau infiltré dans le site (notion de pluie efficace) et (2) de sa concentration (qui est fonction des facteurs K3+ avec un facteur 3) ;
- Etape 2 : définition de l'effet dans la nappe par mélange direct (calcul d'atténuation du flux dans la nappe).

## 5.2 Etape 1 : Quantification de la source

### 5.2.1 Géométrie du stockage ISDI

Afin de se placer en condition pénalisante, nous avons modélisé la surface totale du site recevant des remblais de type K3+ soit une superficie de 11 000 m<sup>2</sup> et pour la hauteur maximale de stockage de 11 m (données Setec).

### 5.2.2 Quantité d'eau pluviale infiltrée et débit du flux induit

Le débit du flux traversant le site est fonction du type de couverture mis en place. Le débit maximum sera celui induit par la pluie efficace. Elle s'élève à 250 mm/an.

Pour se placer en condition pénalisante, nous avons imposé un flux correspondant à 100 % de la pluie efficace s'infiltrant dans le massif de déchets et donnant naissance à un flux en fond de site.

Le débit sera donc de 0,25 m<sup>3</sup>/an/m<sup>2</sup> de site soumis à la pluie. Ainsi, il y aura un débit correspondant, pour les 11 000 m<sup>2</sup> de site réaménagé, de 2 750 m<sup>3</sup>/an.

### 5.2.3 Temps théorique de lessivage du massif

Les normes de lixiviation au laboratoire précisent que pour lixivier à 100 % un matériau par de l'eau le traversant, il faut qu'un kilogramme de sol reçoive 10 l d'eau.

Sur cette base et compte tenu des données d'entrée, il faudra près de 800 ans pour lixivier tout le site (dans le cas d'une lixiviation homogène et pour une répartition homogène de l'infiltration pluviale, voir [tableau 10](#) ci-dessous).

<b>Données d'entrée</b>		
<i>Pluie efficace</i>	250	mm
<i>Volume d'eau nécessaire pour lixivier 1 kg de matériau</i>	10	l
<i>Hauteur maximale de déchets K3+</i>	11	m
<i>Densité du remblai</i>	1,6	
<i>Poids de la colonne de remblai</i>	19800	kg
<i>Masse de déchets lixiviables par an</i>	25	kg
<i>% de la Masse de déchets lixiviable par an</i>	0,13%	%/an
<i>Volume d'eau d'infiltration nécessaire pour lixiviation totale</i>	198000	l
<b>Temps nécessaire pour lixivier tout le site</b>		
<i>Temps nécessaire pour lixivier tout le site</i>	792	an

**Tableau 10.** Temps de lessivage nécessaire pour lixivier tout le site.

### 5.2.4 Concentration du flux

En l'absence de tests de lixiviation sur les matériaux candidats, la concentration maximale du flux est directement déduite des seuils d'acceptation réglementaires pour des remblais de type K3+ (concentration maximale fixée par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014) selon le ratio 1kg/10l.

La concentration par éléments est reprise dans le [tableau 11](#) en page suivante (avant dernière ligne du tableau).

La masse arrivant potentiellement à la nappe a été déterminée pour l'ensemble du site et par élément (dernière ligne du tableau).

		Arsenic	Antimoine	Baryum	Cadmium	Chlorures	Chrome (Cr) total	COT*	Cuivre	Fluorures	Indices phénols	Mercure	Molybdène	Nickel	Plomb	Sélénium	Sulfates	Zinc
Seuil K3	mg/kg	0,5	0,06	20	0,04	800	0,5	500	2	10	1	0,01	0,5	0,4	0,5	0,1	1000	4
Seuil K3+ (x3)	mg/kg	1,5	0,18	60	0,12	2400	1,5	1000	6	30	3	0,03	1,5	1,2	1,5	0,3	3000	12
Masse totale lixiviable de l'élément (colonne 11 m) par m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	29700	3564	1188000	2376	47520000	29700	19800000	118800	594000	59400	594	29700	23760	29700	5940	59400000	237600
Quantité maximum lixiviée sur une année par m <sup>2</sup>	mg/an/m <sup>2</sup>	37,5	4,5	1500	3,0	60000	37,5	25000	150	750	75	0,8	37,5	30	37,5	7,5	75000	300
Concentration maximum du flux	mg/l	1,50E-01	1,80E-02	6	1,20E-02	2,40E+02	1,50E-01	1,00E+02	6,00E-01	3	3E-01	3E-03	1,5E-01	1,2E-01	1,5E-01	3E-02	3E+02	1,2
Masse lixiviée pour tout le site par an	kg	0,41	0,05	16,50	0,03	660,00	0,41	275,00	1,65	8,25	0,83	0,01	0,41	0,33	0,41	0,08	825,00	3,30

COT\*: facteur x 2

**Tableau 11.** Concentration maximale du flux.

## 5.3 Etape 2 : Effet théorique sur la nappe

### 5.3.1 Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe du Trias

Le débit de la nappe (et donc l'atténuation induite qu'elle provoque) se conçoit à partir de 2 grandeurs mathématiques que sont :

- **La section d'écoulement interceptée par l'emprise du réaménagement en K3+** (hauteur et largeur)

La nappe s'écoule vers le Nord-ouest dans le sens d'allongement du site.

La section à prendre en compte est de 100 ml pour une hauteur aquifère saturée de 20 m.

- **La vitesse d'écoulement de la nappe**

La vitesse est importante à déterminer car c'est un paramètre qui entre en jeu dans l'atténuation induite. La vitesse est définie par la loi de Darcy qui régit les écoulements souterrains. Les données d'entrée sur les grandeurs physiques issues des données bibliographiques sont reprises dans le [tableau 12](#) ci-dessous.

Porosité	5	%
Longueur d'écoulement VS site	100	m
Largeur d'écoulement VS site	100	m
Epaisseur de l'aquifère (m)	20	m
Section d'écoulement (m <sup>2</sup> )	2000	m <sup>2</sup>
Volume d'eau à l'aplomb du site dans la nappe du Trias	10000	m <sup>3</sup>
Transmissivité minimale	3,00E-05	m <sup>2</sup> /s
Perméabilité minimale	6,00E-04	m/s
Gradient de la nappe	1	%
Vitesse de la nappe sous le site	6,00E-06	m/s
Débit de la nappe	1,20E-02	m <sup>3</sup> /s
Volume d'eau de nappe transitant sous le site par an	378432	m <sup>3</sup> /an

**Tableau 12.** Vitesse de la nappe et volume transitant sous le site par an (Darcy).

La nappe est très productive et le débit sous le site est important. Pour la section d'écoulement directement sous le site (100 ml \* 20 m de hauteur de nappe), le débit de la nappe est de  $1,2 \cdot 10^{-2}$  m<sup>3</sup>/s soit un transit de près de 380 000 m<sup>3</sup>/an passant sous le site.

### 5.3.2 Qualité initiale de la Nappe

La qualité initiale de la nappe a été définie au droit du captage AEP de Maillet, ouvrage le plus proche du site (voir [tableau 13](#) en page suivante).

Ce tableau synthétise les valeurs moyennes (par paramètre) mesurées au droit du captage (voir [paragraphe 2.3.2](#), page 26).



Paramètre	Unité	Moyenne
Arsenic	mg/L	3,88E-03
Antimoine	mg/L	<0,001
Baryum	mg/L	5,90E-02
Cadmium	mg/L	<1E-3
Chlorures	mg/L	11,585
Chrome	mg/L	<5E-3
COT	mg/L	0,5
Cuivre	mg/L	2,36E-03
Fluorure anion	mg/L	0,561
Indice phénol	mg/L	<0,01
Mercuré	mg/L	<1E-3
Molybdène	mg/L	nd
Nickel	mg/L	1,38E-03
Plomb	mg/L	1,16E-03
Sélénium	mg/L	1,58E-03
Sulfates	mg/L	31,654
Zinc	mg/L	7,09E-03

Tableau 13. Concentration initiale dans la nappe selon les éléments contrôlés

### 5.3.3 Valeur seuil à ne pas dépasser

Les valeurs seuils par élément en fonction de l'usage des eaux sont indiquées dans le [tableau 13](#) ci-dessous.

Dans notre cas (nappe à usage sensible à l'échelle locale), et pour se placer toujours en pénalisant, nous avons retenu les seuils « eaux potables » qui sont les plus restrictifs.

Element	Source	Seuil retenu (mg/l)	
		Eau potable*	Eau brute**
Arsenic (As)	AM 11/01/2007	0,01	0,1
Baryum (Ba)	AM 11/01/2007	0,70	1
Cadmium (Cd)	OMS 2011	0,003	0,005
Chrome total (Cr)	AM 11/01/2007	0,05	0,05
Cuivre (Cu)	AM 11/01/2007	2	-
Mercuré (Hg)	AM 11/01/2007	0,001	0,001
Molybdène (Mo)	OMS 2011	0,07	-
Nickel (Ni)	OMS 2011	0,01	-
Plomb (Pb)	AM 11/01/2007	0,01	0,05
Antimoine (Sb)	AM 11/01/2007	0,005	-
Sélénium (Se)	AM 11/01/2007	0,01	0,01
Zinc (Zn)	OMS 2011	3	-
Chlorure	AM 11/01/2007	250	200
Fluorure	AM 11/01/2007	1,50	-
Sulfate	AM 11/01/2007	250	250
Indice phénol	AM 11/01/2007	-	-
Carbone Organique Total	AM 11/01/2007	-	-
Fraction soluble (FS)	-	-	-

\*Eaux potables : valeurs minimales entre seuil AM 11/01/2007, seuil OMS et seuil  
 \*\* Eaux brutes de toutes origines utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine (voir AM 11/01/2007)

Tableau 14. Valeur seuil par élément.

NB : Pour les Chlorures, le seuil retenu est celui des eaux brutes plus contraignant (200 mg/l).

### 5.3.4 Calcul de l'effet maximal théorique du projet sur la nappe

Le [tableau 15](#) en page suivante synthétise par élément de la K3+ :

- La hausse de concentration maximale théorique dans la nappe obtenue par dilution simple du flux maximum induit par le site ;
- La concentration résultante dans la nappe sur la base de la qualité initiale définie pour l'AEP le plus proche.

Ces valeurs ont été comparées aux seuils les plus restrictifs (eau potable). L'effet potentiel du projet est déduit en comparant la concentration résultante dans la nappe avec la valeur seuil : dès lors que la hausse de concentration provoque un dépassement de la valeur seuil, il y a un effet du site.

Les cases au fond vert indiquent que la concentration résultante dans la nappe respecte toujours les seuils en vigueur. En fond rouge, il y a dépassement et donc dégradation.

Ainsi, on observe :

- Qu'il n'y a aucun dépassement de seuil pour l'ensemble des paramètres analysés ;
- Que le mercure arrive à la valeur du seuil (concentration résultante de  $1,02 \cdot 10^{-3}$  mg/l pour un seuil à  $1 \cdot 10^{-3}$  mg/l).

Rappelons que les hypothèses de départ sont extrêmement défavorables et pénalisantes :

- Le flux arrivant dans le massif de déchet équivaut à 100 % de la pluie efficace (débit maximisé) ;
- Le pouvoir de lixiviation des eaux infiltrées a été pris à 100 % (concentration fortement maximisée) ;
- Dilution à 100 % des eaux du site dans la nappe du Trias alors qu'il n'y a pas de mélange possible vu le contexte hydrogéologique local (75 m d'argile imperméables entre le site et la nappe considérée, nappe captive en charge avec drainage ascendante).

Et même avec ces hypothèses pénalisantes, la qualité des eaux de la nappe du Trias n'est pas dégradée (seul le mercure est tangent).

			Arsenic	Antimoine	Baryum	Cadmium	Chlorures	Chrome (Cr) total	COT	Cuivre	Fluorures	Indices phénols	Mercur	Molybdène	Nickel	Plomb	Sélénium	Sulfates	Zinc
En Concentration	Hausse de la concentration dans la nappe liée au site	mg/l	1,1E-03	1,3E-04	4,4E-02	8,7E-05	1,7	1,1E-03	7,3E-01	4,4E-03	2,2E-02	2,2E-03	2,2E-05	1,1E-03	8,7E-04	1,1E-03	2,2E-04	2,2	8,7E-03
	Concentration initiale dans la nappe (AEP Maillet)	mg/l	3,88E-03	<0,001	5,90E-02	<1E-3	11,585	<5E-3	5,0E-01	2,36E-03	0,561	<0,01	<1E-3	nd	1,38E-03	1,16E-03	1,58E-03	31,654	7,09E-03
	Concentration résultante	mg/l	4,97E-03	1,13E-03	1,03E-01	1,09E-03	1,33E+01	6,09E-03	1,23E+00	6,72E-03	5,83E-01	1,22E-02	1,02E-03	nd	2,25E-03	2,25E-03	1,80E-03	3,38E+01	1,58E-02
	Seuil réglementaire (eau potable)	mg/l	1,00E-02	5,00E-03	7,00E-01	5,00E-03	2,00E+02	5,00E-02	-	2,00E+00	1,50E+00	-	1,00E-03	7,00E-02	2,00E-02	1,00E-02	1,00E-02	2,50E+02	5,00E+00
en %	Augmentation induite dans la nappe	%	28%	13%	74%	9%	15%	22%	145%	185%	4%	22%	2%	nd	63%	94%	14%	7%	123%
	Augmentation induite par le site VS Seuil réglementaire	%	10,9	2,6	6,2	1,7	0,9	2,2	-	0,2	1,5	-	2,2	1,6	4,4	10,9	2,2	0,9	0,2

Fond en vert : ne dégrade pas l'objectif qualité eau potable - en rose : valeur au niveau du seuil - en rouge : dégrade l'objectif qualité

**Tableau 15.** Hausse de concentration et effets sur la nappe (hypothèse pénalisante).

## 5.4 Conclusion

Malgré l'absence de relation possible entre le site et la nappe captive en charge du Trias présente à forte profondeur et confinée par 75 m d'argiles imperméables (premier niveau de nappe sous le site), un calcul de l'augmentation de concentration théorique induite par le projet a été réalisé. Il a ainsi été modélisé un transfert direct à 100 % du flux induit par le site afin de déterminer l'effet potentiel maximal du projet de réaménagement final de la carrière en matériaux inertes de type K3+ avec dépassements de seuils (x3).

Les calculs ont été réalisés en conditions pénalisantes pour se placer en sécuritaire.

Les résultats ont montré l'absence d'effet au droit de la nappe sous le site (pas de hausse de concentration à même de dégrader la qualité des eaux de la nappe du Trias pour un objectif qualité eaux potable, la plus restrictive).

Ainsi, la faisabilité d'un réaménagement de la carrière en remblaiement par des matériaux inertes de type K3+ avec dépassements de seuil d'un facteur x3 est attestée.

# SIGLES ET ABREVIATIONS

*Liste non exhaustive*

**ADES** : Accès aux Données sur les Eaux Souterraines ;

**AFNOR** : Agence Française de NORmalisation ;

**A.E.P.** : Alimentation en eau potable ;

**A.M.** : Arrêté Ministériel du 16 février 2016 ;

**A.R.S.** : Agence Régionale de Santé ;

**B.R.G.M.** : Bureau de Recherche Géologique et Minier ;

**B.S.S.** : Banque de données du Sous-Sol ;

**D.D.A.E.** : Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale ;

**I.S.D.N.I.** : Installation de Stockage de Déchets Inertes ;

**I.S.D.N.D.** : Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux ;

**I.G.N.** : Institut Géographique National ;

**K** : coefficient de perméabilité, s'exprime en m/s ;

**N.G.F.** : Nivellement Général de la France ;

**O.P.N.** : Optimum Proctor Normal

**S.D.A.G.E.** : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux ;

**S.A.G.E.** : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

**TN.** : Terrain Naturel ;

**ZNIEFF** : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## **SDAGE Loire Bretagne**

**Arrêté ministériel relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) du 15 février 2016.**

**Guide de recommandations pour l'évaluation de « l'équivalence » en étanchéité passive d'installation de stockage de déchets. Version 2. MEEDAT, 50 p. février 2009.**

**Aptitude hydrogéologique de sites de stockage de déchets ultimes non dangereux. B. Mouthier, *Géologues n°160*, pp. 95-101, 2009.**

**Guide de bonnes pratiques pour les reconnaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques de sites de centres de stockage de déchets. FD X 30-438, AFNOR, juillet 2017.**

**Détermination du coefficient de perméabilité d'un terrain par essai à charge variable en forage ouvert. NF X30-423, révisée, AFNOR, 30p. septembre 2011.**