



ESCOFI

Lieu-dit du Poirier Tata - Nantois (55)

Evaluation des risques sur les eaux souterraines d'un projet de parc agrivoltaïque

Rapport

Réf : 23CE0001248 / REAUCE1056244-03

FRRO / LD / FRBO

21/11/2023



ESCOFI

Lieu-dit du Poirier Tata - Nantois (55)

Evaluation des risques sur les eaux souterraines d'un projet de parc agrivoltaïque

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	26/10/2023	01	F. ROBUSTELLI 	L. DUFOND 	F. BONNET 
Echange avec ESCOFI	02/11/2023	02	F. ROBUSTELLI 	L. DUFOND 	F. BONNET 
Echange avec ESCOFI	21/11/2023	03	F. ROBUSTELLI 	L. DUFOND 	F. BONNET 

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : 23CE0001248 / REAUCE1056244-03
Domaine technique :	ES03

GINGER BURGEAP Agence Centre-Est- Site de Strasbourg • 9B, rue du Parc – 67205 Oberhausbergen
Tél : 03.88.56.85.30 • burgeap.strasbourg@groupeginger.com

SOMMAIRE

Introduction	5
1. Localisation et description du projet	5
1.1 Localisation.....	5
1.2 Description du projet	7
2. Contexte hydrogéologique	10
2.1 Contexte hydrographique.....	10
2.2 Contexte géologique.....	11
2.2.1 Echelle régionale.....	11
2.2.2 Echelle locale	12
2.3 Contexte hydrogéologique.....	14
2.3.1 Les nappes d'eau souterraine	14
2.3.2 Les niveaux d'eau	14
3. Usages de l'eau	19
4. Vulnérabilité des captages vis-à-vis du projet	21
4.1 Le puits de Menaucourt - BSS000SBBV	21
4.2 La source des Grandes fontaines - BSS000SBCQ	21
4.2.1 Description de la source.....	21
4.2.2 Alimentation de la source.....	24
4.2.3 Vulnérabilité de la source vis-à-vis du projet.....	26
4.2.4 Suites envisageables	27
5. Synthèse et conclusion	28

TABLEAUX

Tableau 1 : Parcelles concerné par le projet	6
Tableau 2 : Impacts des installations d'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque (source ANSES).....	9
Tableau 3 : Approximation de la part de l'alimentation du bassin versant	25

FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet (source : IGN, annotations : BURGEAP)	6
Figure 2 : Topographique à proximité du site d'étude (source : IGN, annotations : BURGEAP)	7
Figure 3 : Calepinage prévisionnel (source : ESCOFI/ Cahier des charges réalisation d'une étude hydrogéologique)	8
Figure 4 : Schéma type d'un panneau (source : EDF RENOUVELABLES)	8
Figure 5 : Contexte hydrographique (source : IGN, annotations : BURGEAP)	10
Figure 6 : Contexte géologique régional d'après la carte géologique harmonisée de la Meuse (BRGM – RP56439FR, annotations : BURGEAP)	11
Figure 7 : Coupe géologique schématique de la région naturelle du Barrois (source : Jaillet 2000, annotations : Evelyne Côte-Chosseler)	11
Figure 8 : Extrait de la carte géologique de Bar le Duc n°277 au 1/50 000 (source : BRGM, annotations : BURGEAP)	12
Figure 9 : Coupe géologique au droit du site d'étude (source : BRGM, annotations : BURGEAP)	13
Figure 10 : Carrière du Tithonien inférieur (source : BRGM/BURGEAP, annotations BURGEAP)	15
Figure 11 : Cotes piézométriques des ouvrages BSS000SBCP, BSS000SBBD, BSS000AZU et BSS000UMYZ à la date du 05/11/1974 (source : BRGM, IGN, annotations : BURGEAP)	16
Figure 12 : Localisation du ruisseau sur les cartes d'état-major (source : IGN, annotations : BURGEAP)	17
Figure 13 : Description du plateau (source : IGN/BURGEAP, annotations : BURGEAP)	18
Figure 14 : Ouvrages décrits comme point d'eau dans la BSS (source : BRGM, annotations : BURGEAP)	19
Figure 15 : Périmètres de protection des captages BSS000SBBV et BSS000SBDB (source : IGN/ESCOFI, annotations : BURGEAP)	20
Figure 16 : Fonctionnement de la source de Grandes fontaines (source : IGN/ Côte-Chosseler, annotations : BURGEAP)	23
Figure 17 : Bassin versant hydrogéologique estimé (source : BRGM, annotations : BURGEAP)	24
Figure 18 : Profil topographique du projet (source : IGN, annotations : BURGEAP)	26

Introduction

La société ESCOFI souhaite mettre en œuvre un parc agrivoltaïque sur la commune de Nantois (55). Le projet est implanté à l'intérieur de périmètres de protection de la source des Grandes Fontaines, N°02278X0039 (**BSS000SBCQ**).

Avant de poursuivre les études de faisabilité de ce projet, la société ESCOFI souhaite disposer d'une estimation des risques effectifs du projet sur les eaux souterraines notamment en lien avec :

- La profondeur maximum des pieux ;
- Le risque lié aux déversements accidentels.

Le projet est implanté à l'intérieur de périmètres de protection de la source des Grandes Fontaines qui fait l'objet d'un projet de DUP qui est, à la date de la rédaction du rapport, en cours d'instruction. Les documents utilisés pour la DUP n'ont pas pu nous être communiqués.

Pour l'établissement de ce rapport seul l'avis de l'hydrogéologue agréé sur les périmètres de protection de la source des Grandes Fontaines à Nantois – N°0227 8x 0039 a été consulté. Le rapport préparatoire réalisé par Idées-Eaux-BE Caille de mai 2012 ainsi que les rapports du BRGM SGR LOR N°75/65 de mai 1975 et SGR/LOR N°75/62 de mai 1975 n'ont pas pu être mis à disposition, en raison de la DUP en cours qui interdit la communication de ces éléments. Ainsi, des précisions peuvent s'avérer manquantes dans l'analyse proposée.

1. Localisation et description du projet

1.1 Localisation

Le projet de parc agrivoltaïque est localisé au lieu-dit le Poirier Tata, sur les terrains cadastraux de 3 communes (**Figure 1**) :

- Nantois ;
- Naix-aux-Forges ;
- Menaucourt.

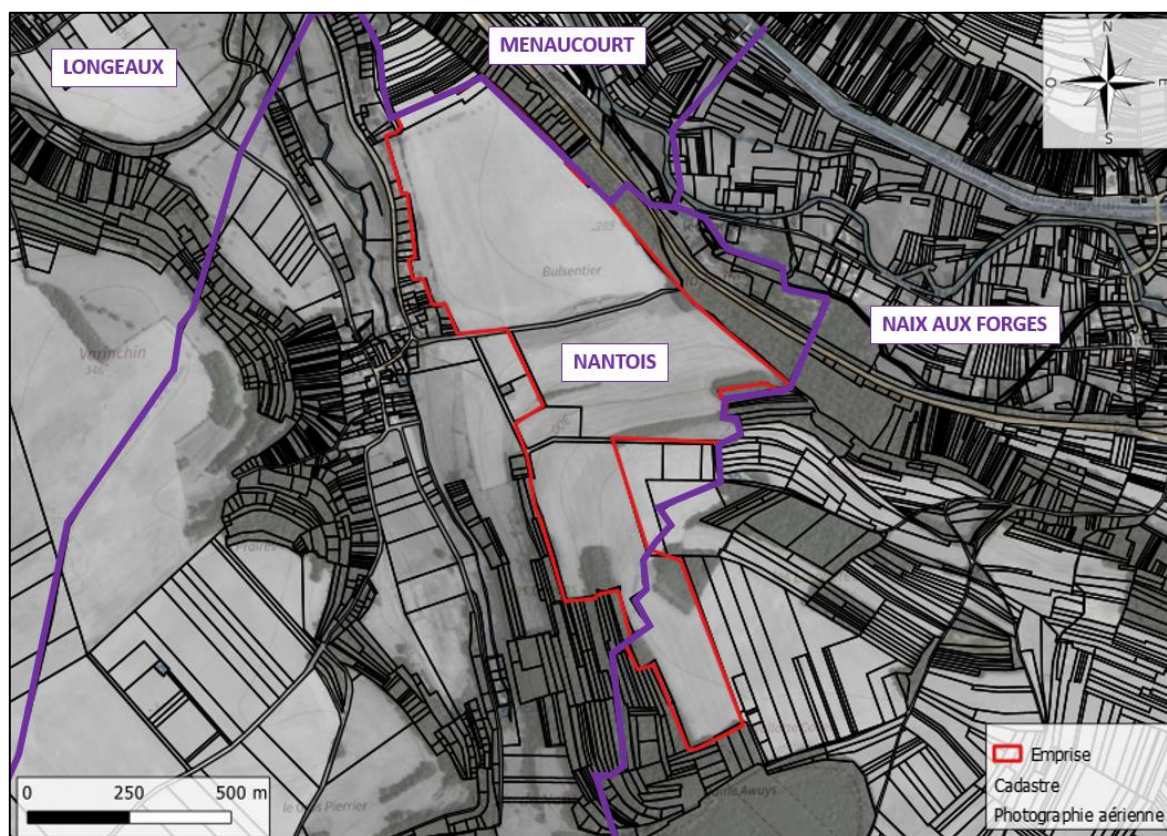


Figure 1 : Localisation du projet (source : IGN, annotations : BURGEAP)

La surface d'étude est de 58 ha. Le **Tableau 1** reprend les numéros de parcelles agricoles concernées par le projet, pour chaque commune.

Tableau 1 : Parcelles concerné par le projet

Commune	Naix-aux-Forges	Nantois	Menaucourt
Parcelles	YB 4	ZB 13, ZA 48, ZB 1, ZB 5	YC 5

Le projet est situé au droit d'un relief entre Menaucourt et Naix les Forges (**Figure 2**) en rive gauche de l'Ornain, d'orientation sud-est/nord-ouest. La vallée de Nantois (Ru de Nantois) où s'écoule le ruisseau des Grandes Fontaines est perchée par rapport à la vallée de l'Ornain et l'orientation de cette vallée est sud sud-est/nord nord-ouest.

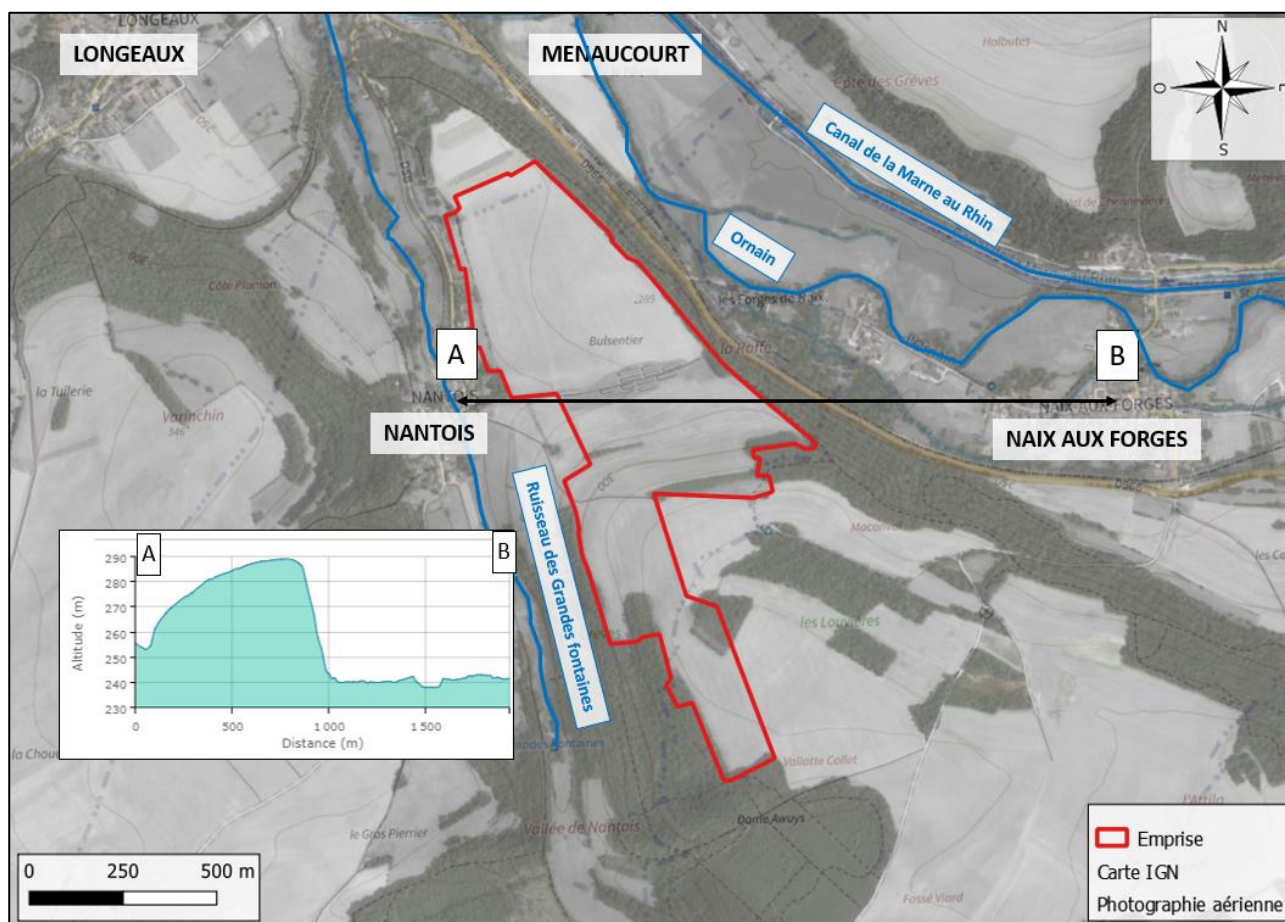


Figure 2 : Topographique à proximité du site d'étude (source : IGN, annotations : BURGEAP)

1.2 Description du projet

La société ESCOFI prévoit la mise en place d'un projet de centrale agrivoltaïque d'un potentiel de 30 MWc. L'emprise au sol des panneaux envisagés est d'environ 15 ha.

La **Figure 3** reprend le calepinage prévisionnel. La solution technique pour fonder les panneaux photovoltaïques sera la méthode par pieux battus. Les structures envisagées sont de type mono-pieux, la profondeur des fondations sera < 2 m.

Un schéma type de panneau est donné sur la **Figure 4**. En phase exploitation, l'usage de produits potentiellement polluants ne sera pas nécessaire pour l'entretien. Le projet agricole associé (élevage ovin) n'utilisera pas d'intrants (exploitation en bio ou Haute Valeur Environnementale).



Figure 3 : Calepinage prévisionnel (source : ESCOFI/ Cahier des charges réalisation d'une étude hydrogéologique)

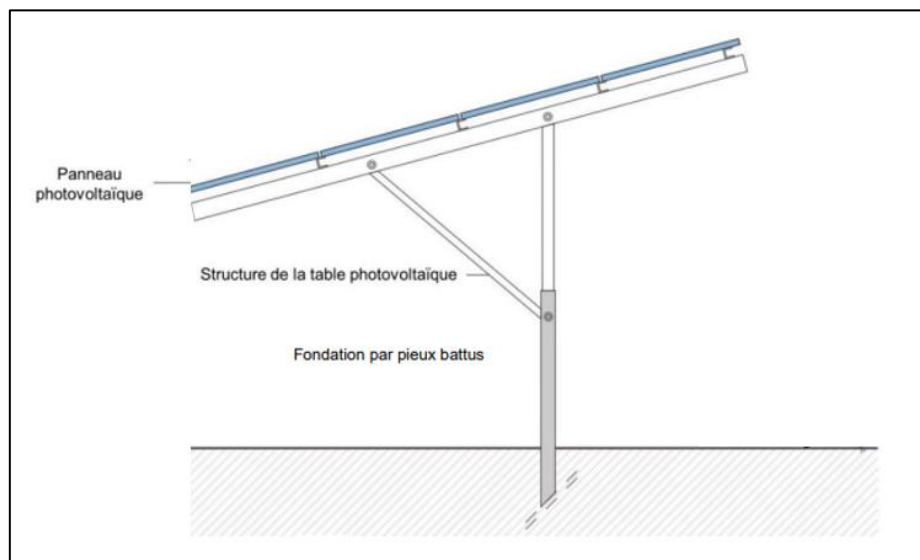


Figure 4 : Schéma type d'un panneau (source : EDF RENEUVELABLES)

Les principaux risques en lien avec les eaux souterraines et consécutifs à la mise en place d'un dispositif de panneaux photovoltaïques sont listés dans le document « dispositifs d'exploitation d'énergies renouvelables dans les périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine » rédigé par l'ANSES en 2011, et sont les suivants :

- les différents travaux (terrassement, construction...) pouvant modifier la perméabilité du sol et les conditions d'écoulement des eaux de pluie ;
- la dispersion de molécules issues de la combustion des équipements électriques à la suite d'un incendie ;
- une pollution accidentelle de déversement de produit lors des travaux ou de l'entretien.

Le **Tableau 2** reprend les différents impacts pour l'environnement lors de la phase travaux et d'exploitation d'une centrale de panneaux photovoltaïques.

Tableau 2 : Impacts des installations d'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque (source ANSES)

	Opération	Danger	Moyen de maîtrise
Phase d'installation	Aménagement de la zone de chantier	Création de voies d'accès d'une plate-forme de stockage et de chemins d'exploitation	Limitation des surfaces mobilisées Création de voies d'accès et de la plate-forme de stockage si possible hors des PPC ou utilisation de voies existantes
		Stockage de produits dangereux (hydrocarbures par exemple)	Stockage en cuvettes de rétention
		Assainissement du chantier	Mise en place de sanitaires de chantier conformément à la réglementation
	Conduite du chantier	Circulation de véhicules de chantier et de transport	Aucun
		Entretien des véhicules, utilisation de groupes électrogènes	Pas de stockage d'hydrocarbures et de fluides dans les PPC Entretien et réparation des engins hors des PPC Présence de kits anti-pollution (absorbants et floculants) sur le site
	Modification de la topographie du site	Déplacement et mélange de terre Modification de la perméabilité du sol et des conditions d'écoulements, possibilité d'infiltration d'hydrocarbures	Interdiction de retravailler le site
	Pose ou construction des supports des panneaux solaires	Dépavage du sol éventuel, création de secteurs drainants Imperméabilisation du sol <i>Mais sur une faible surface</i>	Choix de supports reposant sur le sol
		Imperméabilisation du sol <i>Mais sur une faible surface</i>	Choix de fondations à faible emprise (ex. : pieux)
	Implantation d'abris préfabriqués ou construction de bâtiments pour les équipements électriques et la maintenance	Imperméabilisation du sol <i>Mais sur une faible surface</i>	Installation si possible à l'extérieur des PPC
	Pose de câbles et de boîtes de jonction enterrés	Déplacement et mélange de terre Modification de la perméabilité du sol Infiltrations préférentielles au niveau des tranchées (=drains)	Pose de câbles à « enterrabilité directe »
Phase d'exploitation et de maintenance	Utilisation de véhicules	Infiltration de polluants (hydrocarbures) <i>Mais, circulation sur les chemins d'exploitation et fréquences limitées</i>	Aucun
	Utilisation de divers matériaux pour le montage des modules.	Entraînement d'éléments métalliques (ex. : Zn* si acier galvanisé) <i>Mais rétention possible dans la zone non saturée du terrain</i>	Aucun
	Recouvrement du sol par des modules (30 à 35% de l'emprise totale pour une installation fixe en rangées).	Concentration des précipitations au pied des modules	Aucun vis-à-vis de la modification des écoulements
		Modification de l'infiltration et du ruissellement	Écartement suffisant des panneaux pour assurer la transparence hydraulique
		Érosion du sol	Maintenir l'enherbement pour limiter l'érosion
	Utilisation d'équipements électriques (onduleurs, transformateurs, poste de livraison, câbles, modules, etc.)	Incendie Sous produits de combustion mal connus (mobilité et toxicité) Pas de possibilité d'éteindre la combustion <i>Mais concernant les panneaux en TeCd, les fuites en Cd sont limitées par les plaques de verre et par formation d'une matrice inerte avec le verre lors de la fusion (Linco et al.)</i>	Respect des normes pour les équipements électriques Utilisation d'abris résistants à l'incendie Installation de parafoudres conformes aux normes Entretien de la végétation au sol dans l'installation et en périphérie Création d'une bande sans végétation en périphérie de l'installation Déclenchement d'une alarme transmise à un service capable d'intervenir en urgence
	Opérations de maintenance effectuées par des agents extérieurs à la production et/ou la distribution d'eau	Agents peu familiarisés avec les risques liés à l'EDCH	Etablissement de conventions entre les différents acteurs, précisant notamment leurs responsabilités respectives Formation des agents
	Nettoyage des surfaces des modules	Écoulement de produits de nettoyage <i>Mais en général auto-nettoyage par l'eau de pluie</i>	Utilisation exclusive d'eau
Phase d'abandon	Entretien de la végétation de la parcelle	Entraînement d'herbicides	Entretien mécanique
	Abandon d'éléments en béton ou de panneaux	Imperméabilisation partielle	Les panneaux usagés doivent être récupérés pour être recyclés Nettoyage complet du site, labour, remise en prairie
	Abandon des câbles	Zones d'infiltration privilégiées	Aucun
	Ouvertures de tranchées pour retirer les câbles	Déplacement et mélange de terre Modification de la perméabilité du sol Infiltrations préférentielles au niveau des tranchées (=drains)	Remblaiement

2. Contexte hydrogéologique

2.1 Contexte hydrographique

Le site d'étude se situe en rive gauche de l'Ornain et en rive droite du ruisseau des Grandes Fontaines. Le canal de la Marne au Rhin s'écoule dans la même vallée que l'Ornain (**Figure 5**).

La station hydrométrique de l'Ornain la plus proche (**H511 2310 01**) se situe à environ 6 km en amont au sud-est du site. Le débit journalier moyen y est de 4,38 m³/s.

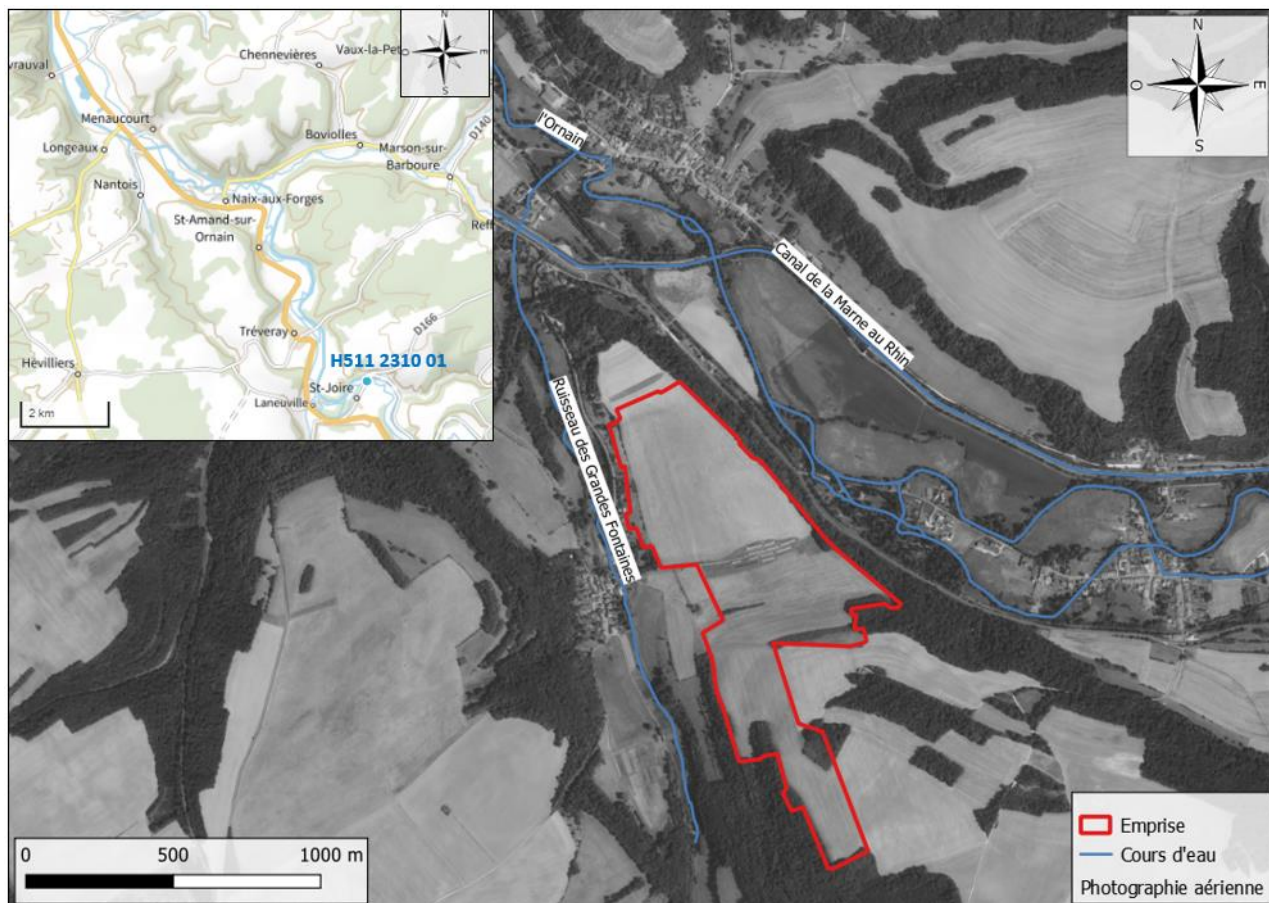


Figure 5 : Contexte hydrographique (source : IGN, annotations : BURGEAP)

Le site d'étude n'est pas concerné par un Plan de Prévention des Risques inondations (PPRI).

2.2 Contexte géologique

2.2.1 Echelle régionale

Le site d'étude est localisé dans la région naturelle du Barrois, constituée d'un ensemble de plateaux datant du Jurassique (Calcaire Portlandien reposant sur les marnes du Kimméridgien-Oxfordien) et marquée par des reliefs karstiques, des vallées encaissées et des bordures de cuestas (**Figure 6** et **Figure 7**).

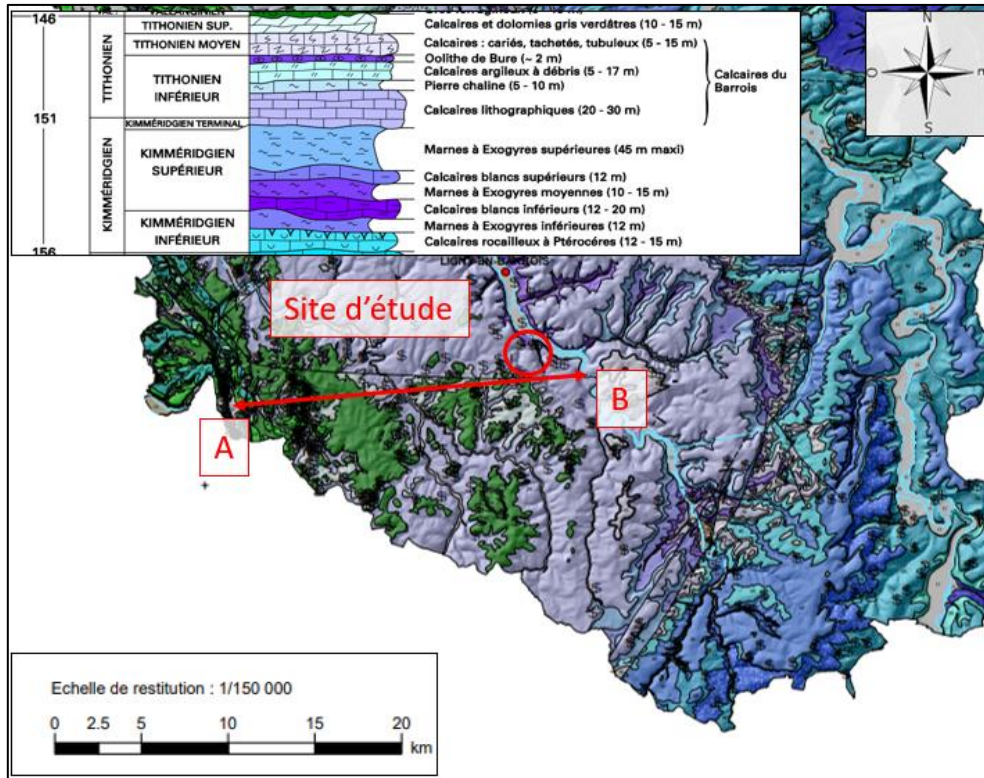


Figure 6 : Contexte géologique régional d'après la carte géologique harmonisée de la Meuse (BRGM – RP56439FR, annotations : BURGEAP)

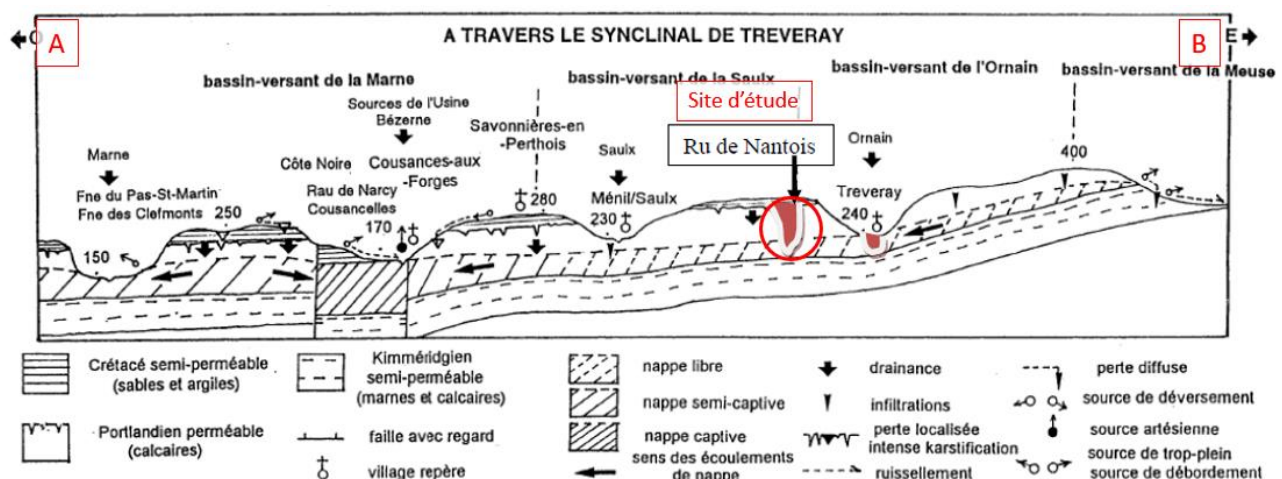


Figure 7 : Coupe géologique schématique de la région naturelle du Barrois (source : Jaillet 2000, annotations : Evelyne Côte-Chosseler)

2.2.2 Echelle locale

D'après la carte géologique au 1/50 000 de BAR LE DUC (n°227 - **Figure 8**), le projet rencontre sous d'éventuelles altérites, les calcaires du Tithonien inférieur (j9a).

La succession lithographique type des calcaires du Tithonien inférieur est la suivante :

- Calcaire tubuleux, tachetés cariés (30 m) ;
- Oolithe de Bure (2 m) ;
- Calcaire de Dommartin (35 m) ;
- « Pierre chaline » (8 m) ;
- Calcaires lithographiques (35 m).

La puissance de cette formation est d'environ 100 m. Les couches de l'Oolithe de Bure et « Pierre chaline » sont des bancs compacts.

La formation des calcaires du Tithonien est réputée pour être karstifiée. Cependant aucun karst remarquable n'est recensé au droit du site et dans les environs dans les différentes bases de données de la BSS sur les cavités non minières. Les calcaires du Tithonien reposent sur des calcaires marneux grisâtres et des marnes grises du Kimméridgien-Oxfordien (j8b), épaisses de 45 m.

Selon la carte géologique, le pendage des couches est d'environ 2 % vers le sud sud-ouest (**Figure 9**). Une faille d'axe est-ouest est mentionnée au sud du site, avec un rejet estimé à environ 20 m ; le compartiment sud est abaissé par rapport au compartiment nord.

La vallée de l'Ornain a été comblée par les alluvions anciennes (F) sur une épaisseur d'environ 4 m, constituées de galets calcaires.

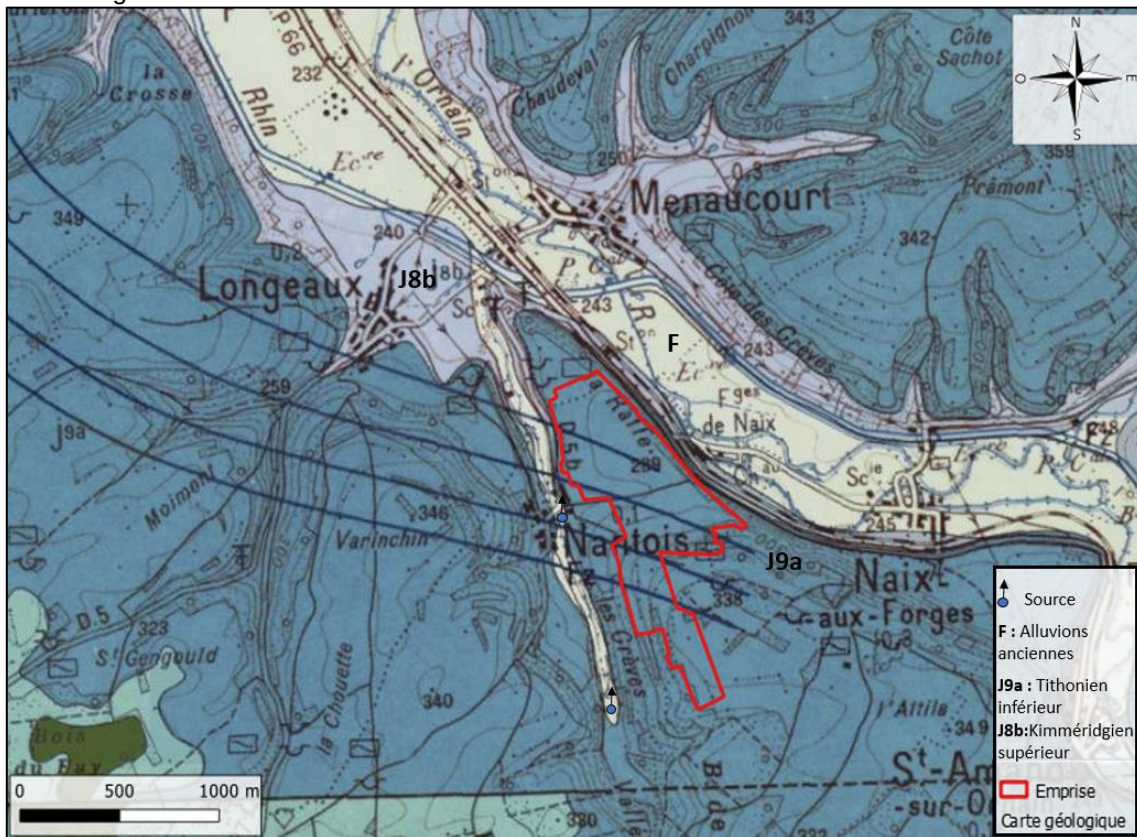


Figure 8 : Extrait de la carte géologique de Bar le Duc n°227 au 1/50 000 (source : BRGM, annotations : BURGEAP)

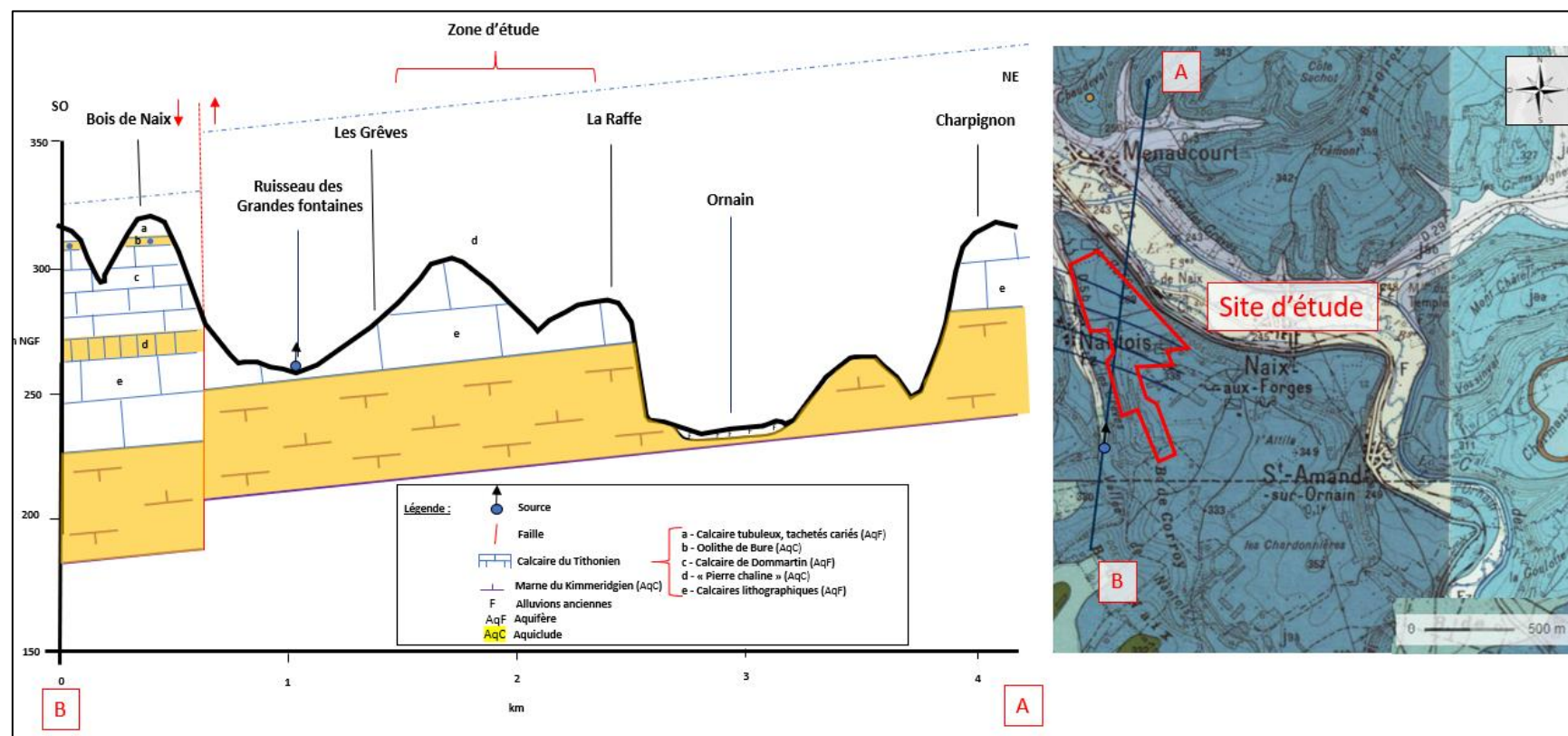


Figure 9 : Coupe géologique au droit du site d'étude (source : BRGM, annotations : BURGEAP)

2.3 Contexte hydrogéologique

2.3.1 Les nappes d'eau souterraine

Les calcaires du Tithonien constituent un aquifère multicouches connu pour être le siège d'une nappe d'eau souterraine. Au droit du site, elle est référencée comme « Calcaires du Tithonien karstique entre Ornain et Seine - HG303 » d'après l'état des lieux de 2019 des masses d'eau réalisé par le BRGM.

L'état des lieux indique pour cette masse d'eau que la faible densité de piézomètres à disposition met en évidence un aquifère où la dynamique karstique est très développée, ce qui rend la masse d'eau dépendante des conditions climatiques : l'évolution du niveau piézométrique suit l'évolution des précipitations. La nappe des calcaires du Tithonien supporte difficilement les périodes de sécheresse mais se reconstitue très rapidement après un événement pluvieux.

La nappe des alluvions de l'Ornain drainerait les écoulements souterrains des calcaires du coteau nord.

Dans l'étude hydrogéologique des calcaires portlandiens dans le bassin Ornain – Saulx du BRGM (75 SGN 421 LOR) datant de 1975, il est indiqué que deux niveaux sont plus ou moins imperméables dans la formation même du Tithonien inférieur :

- l'Oolithe de Bure (semi-perméable – b) ;
- la « Pierre chaline » (imperméable – d).

Dans cette même étude il est indiqué que les marnes et argiles du Kimméridgien sont imperméables et constituent un aquiclude.

L'alternance de couches perméables et peu perméables donne donc des nappes relativement dissociées (**Figure 9**) :

- la nappe des calcaires « cariés » (a) ;
- la nappe des calcaires de Dommartin (c) ;
- la nappe des calcaires lithographiques (e).

Au nord de la faille, **la première nappe concernée par le projet correspond à la nappe des calcaires lithographiques** qui repose directement sur les formations imperméables du Kimmeridgien. Lors de la visite de site, aucun affleurement en place n'a pu être observé. Cependant, des échantillons de calcaires présents au droit du plateau et sur les côteaux et très probablement issus d'altérations locales, ont pu être recueillis. Ils présentaient un plaquage oxydé qui pourrait être le témoin de circulation d'eau dans les fissures du calcaire.

Au sud de la faille, les 3 niveaux aquifères décrit ci-dessus sont présents. La nappe des calcaires lithographiques semble déconnectée des deux autres nappes par l'existence de l'écran imperméable constitué de la formation de la « Pierre chaline ».

Par conséquent la présence de karsts, connue dans d'autres secteurs dans cette formation, est également très probable dans ce secteur.

Les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère des calcaires lithographiques ne sont pas connues.

2.3.2 Les niveaux d'eau

Les niveaux piézométriques au droit du secteur d'étude ne sont pas connus. Cependant, la présence d'anciennes carrières dans le Tithonien inférieur en rive droite du ruisseau des Grandes fontaines (**Figure 10**), permet d'observer quelles sont sèches. En conséquence, le niveau de nappe est nécessairement inférieur à la cote de base de ces carrières, soit 258 m NGF en période de basses eaux théorique (23/08/2023).

Le site d'étude est localisé au sud de ce front de taille, à une altitude plus élevée, entre 280 et 338 m.

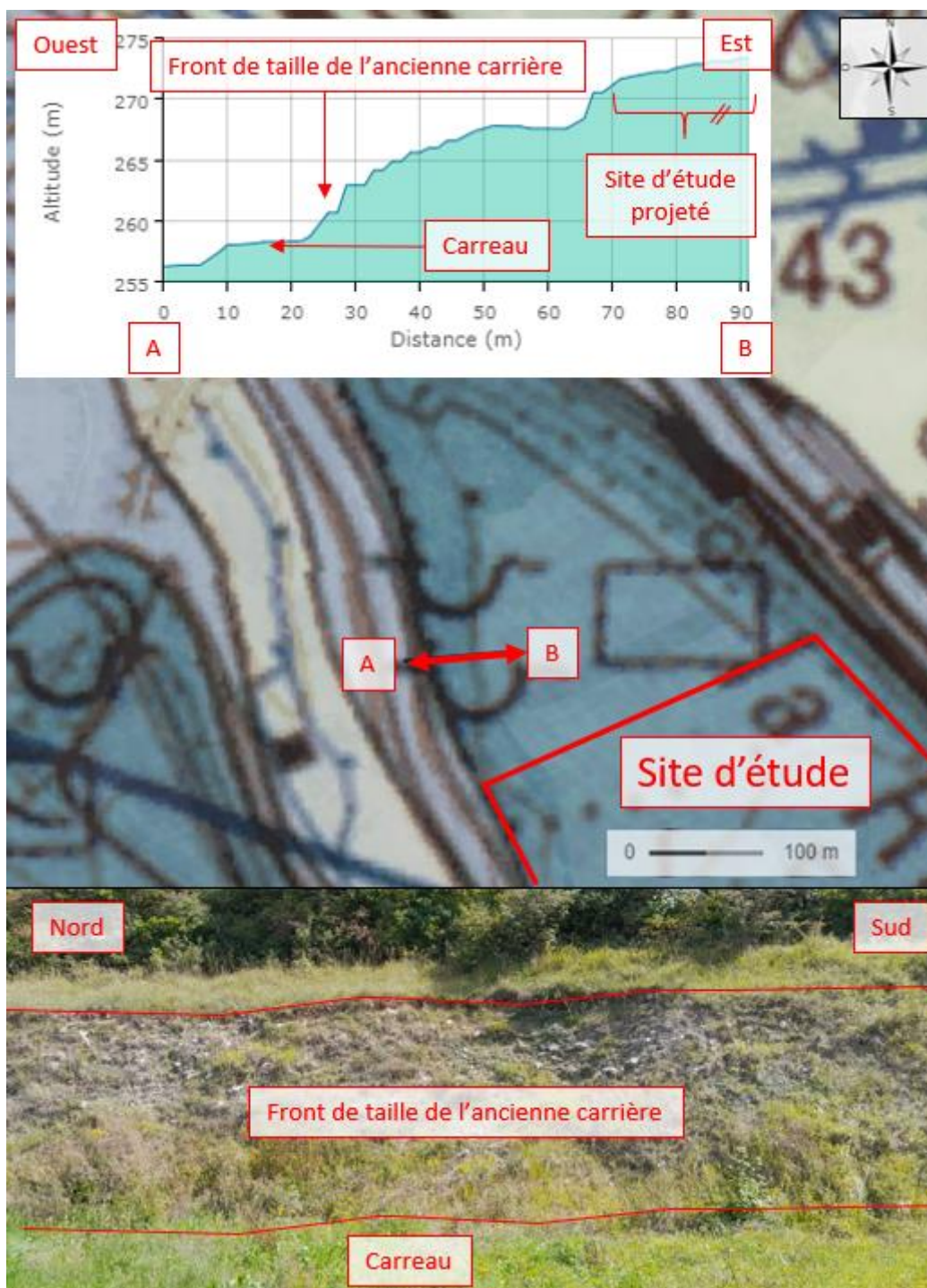


Figure 10 : Carrière du Tithonien inférieur (source : BRGM/BURGEAP, annotations BURGEAP)

Au sud du site d'étude et de la faille mentionnée précédemment, 3 piézomètres (**BSS000SBCP**, **BSS000SBD** et **BSS000UMYZ**) disposent de chroniques de suivi des niveaux piézométriques. Le niveau d'eau y est mentionné à une profondeur d'environ 20 m.

Les coupes géologiques et techniques de ces ouvrages ne permettent pas de définir la partie du Tithonien concernée par la crépine et ils sont susceptibles de ne pas solliciter les mêmes formations. Les cotes piézométriques (**Figure 11**) indiquent un écoulement préférentiel en direction du sud-ouest. La nature karstique de l'aquifère ne rend pas pertinent le tracé d'une esquisse piézométrique. Le tracé d'une esquisse piézométrique permet cependant de préciser l'orientation des écoulements souterrains. La **Figure 11** reprend les cotes piézométrique des ouvrages (**BSS000SBCP**, **BSS000SBD**, **BSS000AZU** et **BSS000UMYZ**) pour la date du 05/11/1974.

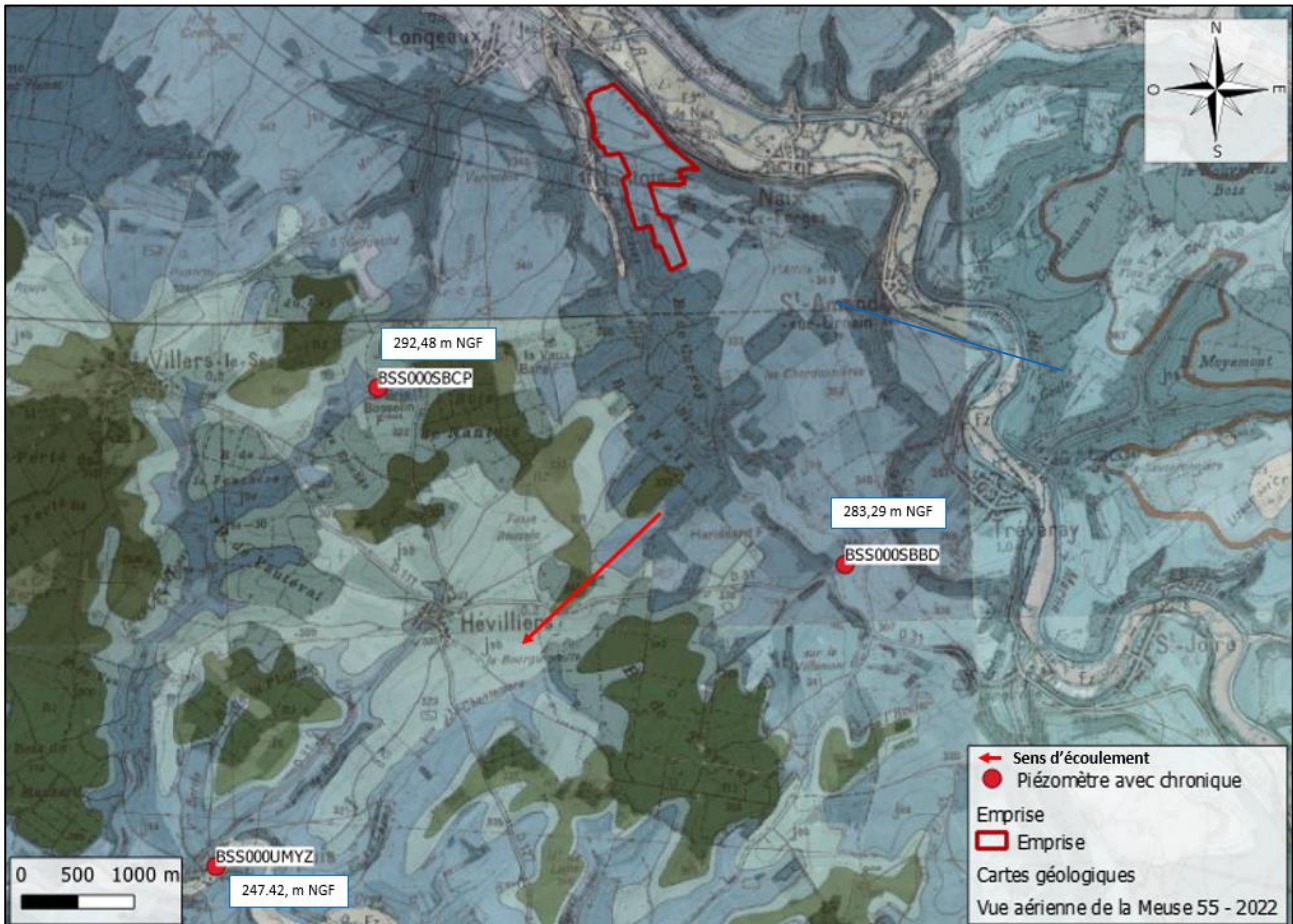


Figure 11 : Cotes piézométriques des ouvrages BSS000SBCP, BSS000SBD, BSS000AZU et BSS000UMYZ à la date du 05/11/1974 (source : BRGM, IGN, annotations : BURGEAP)

L'orientation de l'écoulement est similaire au pendage des couches géologiques, soit en direction du sud-ouest.

Au vu de la succession lithologique mentionnée plus haut et de la présence d'une fracture importante, l'aquifère concerné par les piézomètres au sud de la faille correspond probablement à celui de la nappe de Dommartin, au-dessus de l'écran étanche de la formation « Pierre de Chaline ». Il s'agit d'un aquifère distinct de celui rencontré au nord de la fracture qui correspond aux calcaires lithographiques. L'absence de ligne de sources entre la source et la fracture peut être consécutive au caractère karstique de l'aquifère : en l'absence de fracture, il n'y a pas de circulation d'eau. La fracture orientée Est-Ouest n'étant pas à l'origine de la vallée de Nantois, orientée pratiquement Sud/Nord, les pentes de la vallée pourraient ne pas être fracturés, ou sans lien avec l'aquifère principal.

Cependant, si les pentes de la vallée ne présentent pas de fractures ou de karst en lien direct avec l'aquifère, la zone de fracture pourrait néanmoins contribuer à des écoulements privilégiés de la partie sud de la fracture vers le vallon de Nantois et la source des Grandes Fontaines, par l'intermédiaire de bancs plus profonds. Ainsi, il est intéressant de noter que les anciennes cartes d'état-major tracent un début du ruisseau des Grandes Fontaines au droit même de la zone de fractures (**Figure 12**).



Figure 12 : Localisation du ruisseau sur les cartes d'état-major (source : IGN, annotations : BURGEAP)

Afin d'avoir une idée des directions d'écoulement au droit du site les observations à différentes échelles peuvent être faites :

- le pendage des couches est orienté vers le sud-ouest ;
- aucune source n'est observée sur le front de côte au nord du site (La Raffie) à la transition entre le Tithonien et le Kimméridgien ;
- une source existe à l'origine du ruisseau des Grandes fontaines qui forme une vallée qui entaille le relief dans une direction opposée au relief.

Les observations mentionnées ci-dessus permettent de poser l'hypothèse d'une direction d'écoulement qui suivrait le pendage soit en direction du sud-ouest. Les observations sont cohérentes avec les conclusions de l'avis de l'hydrogéologue agréé de 2014.

Lors de la visite de site, aucun indice de karst n'a été recensé en surface. Cependant le plateau au droit du projet présente des talwegs d'axe est-ouest qui peuvent être des zones d'infiltrations préférentielles. D'ailleurs des indices d'humidité ont été observés au droit de ces talweg (végétation plus sombre - **Figure 13**). Comme évoqué également précédemment, des échantillons de calcaire ont été recueillis au droit du plateau et sur les côteaux. Ils présentaient un plaquage oxydé qui pourrait être le témoin de circulations d'eau dans les fissures du calcaire. Certains présentaient également une morphologie typique des circulations d'eau souterraine.

Au sud de la faille aucun indice de karst n'est répertorié dans les bases de données. Cependant des talwegs d'axe est-ouest sont présents au sud de la fracture.

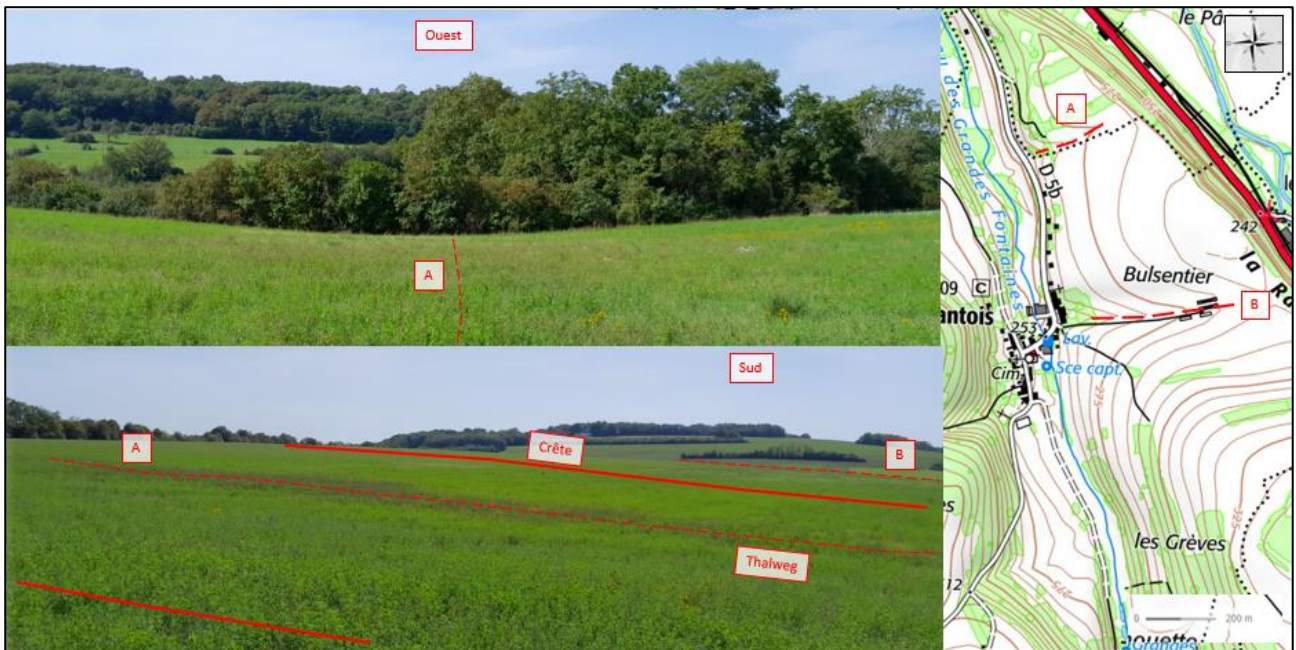


Figure 13 : Description du plateau (source : IGN/BURGEAP, annotations : BURGEAP)

3. Usages de l'eau

A proximité du site d'étude, la ressource en eau souterraine est peu exploitée comme en témoigne la faible densité de données de la Banque de données du Sous-Sol Eau (BSS EAU), illustrée en **Figure 14**.

- Le captage de Menaucourt (**BSS000SBBV**) capte les alluvions de l'Ornain (F) qui reposent dans le secteur sur l'écran marneux du Kimméridgien (J8b), et ne sont donc pas en relation avec le Tithonien au droit du site (Voir **Figure 9**). L'ouvrage bénéficie d'une Déclaration d'Utilité Publique (DUP) datant de 1982. Cette dernière a délimité des périmètres de protection autour du captage (**Figure 15**).
- L'ouvrage **BSS000SBBB** est un forage de reconnaissance dans les marnes du Kimméridgien (J8b).
- La source dit de Nantois **BSS000SBDB** est mal localisée elle se situe plus en amont du ruisseau des Grandes Fontaines. Aucune information sur cette source n'existe dans la base de données consultée. Aucune DUP n'a été réalisée pour cette source ;
- Enfin la source dite des Grandes Fontaines (**BSS000SBCQ**), est non localisée sur la banque du Sous-Sol Eau (**Figure 14**) mais référencée sur la BSS globale, elle est en fait située au sud du ruisseau des Grandes fontaines, et correspond à la source de ce ruisseau. Elle alimente en eau potable le réservoir de Menaucourt. L'enquête publique en vue de la déclarer d'utilité publique et de fixer les périmètres de protection est en cours de réalisation. Le périmètre de protection rapprochée proposé est illustré en **Figure 15**.

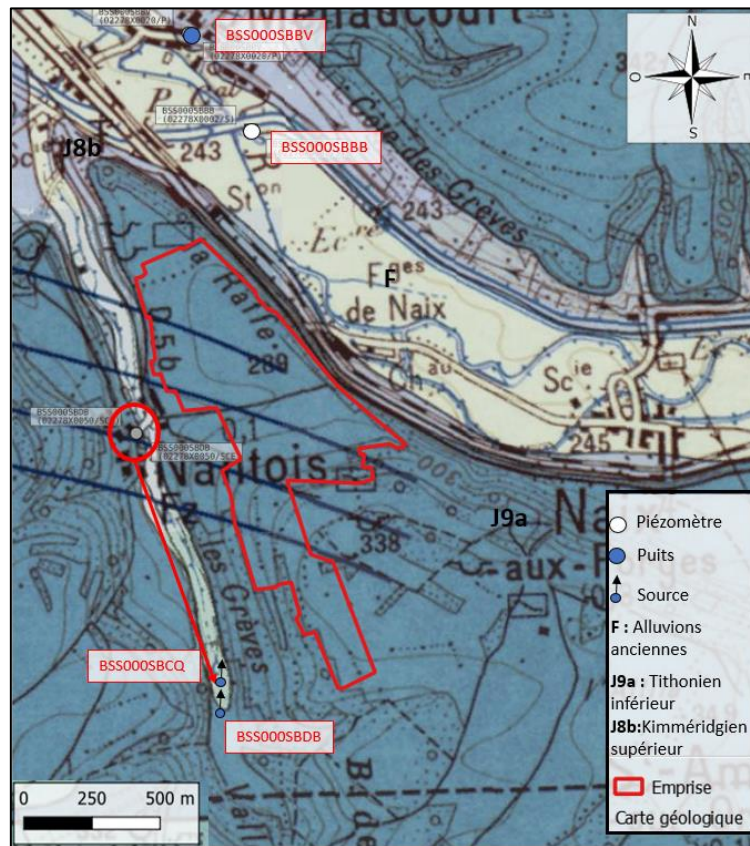


Figure 14 : Ouvrages décrits comme point d'eau dans la BSS (source : BRGM, annotations : BURGEAP)

La BSS Eau n'indique pas le captage des Grandes Fontaines (**BSS000SBCQ**) comme un point d'eau. L'ouvrage référencé comme un point d'eau (**BSS000SBDB**) est le captage de Nantois. L'ouvrage concerné par le projet de DUP en cours d'instruction est l'ouvrage **BSS000SBCQ**.

Les enjeux vis-à-vis des eaux souterraines seront donc en priorité en lien avec les 2 captages d'eau potable identifiés : **BSS000SBBV** et **BSS000SBCQ**.

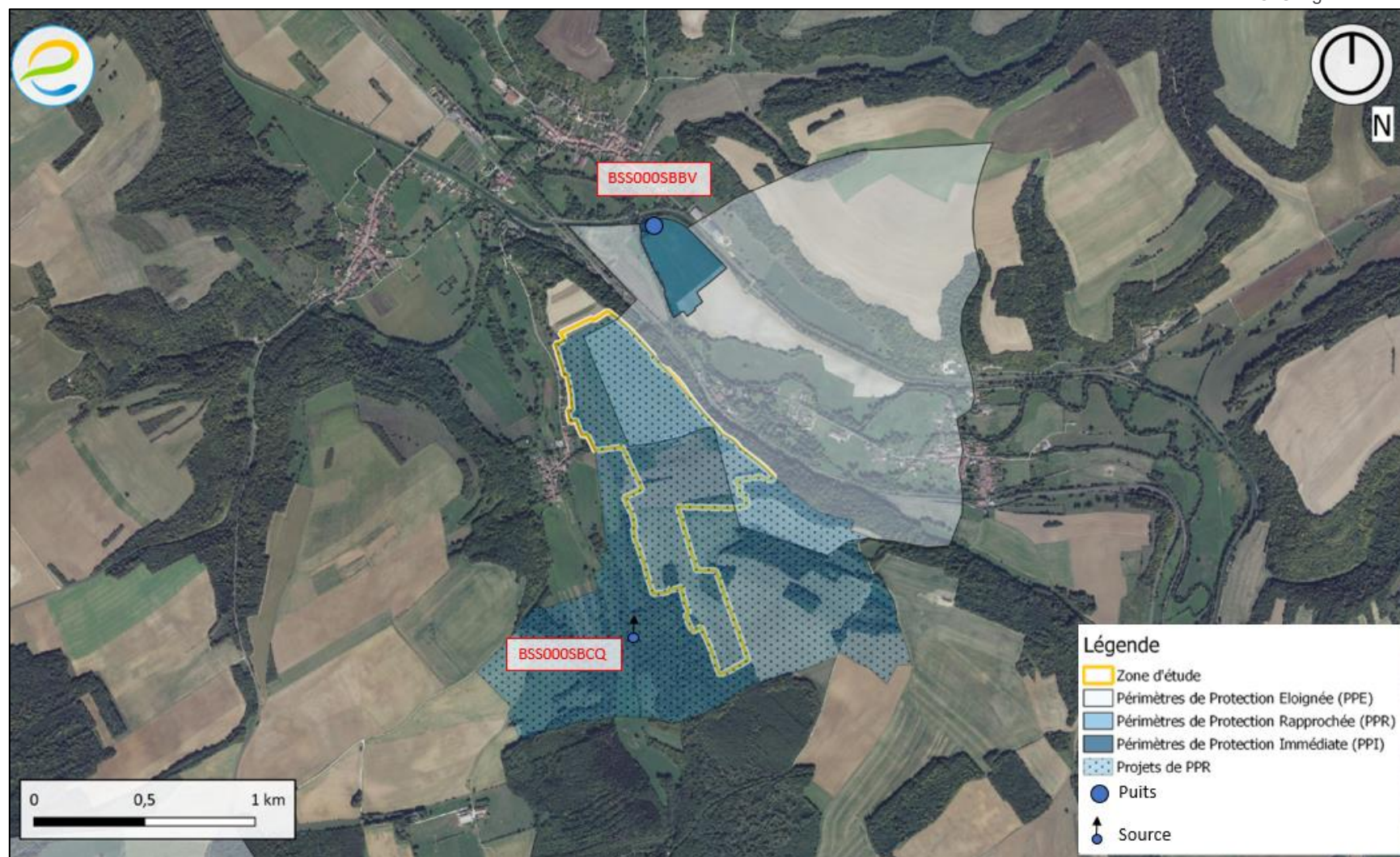


Figure 15 : Périmètres de protection des captages BSS000SBBV et BSS000SBDB (source : IGN/ESCOFI, annotations : BURGEAP)

4. Vulnérabilité des captages vis-à-vis du projet

4.1 Le puits de Menaucourt - BSS000SBBV

Une partie de l'emprise du projet est comprise dans le périmètre de protection éloignée du captage de Menaucourt. La DUP indique que pour un projet d'installation dans le PPE, l'administration doit être informée en précisant :

- Les caractéristiques du projet et notamment celles qui risquent de porter atteinte directement ou indirectement à la ressource en eau ;
- Les dispositions prévues pour parer aux risques précités.

La DUP du captage **BSS000SBBV** n'interdit pas la construction de centrales photovoltaïques ; cependant elle interdit la réalisation de fouille de plus de 2 m de profondeur dans le Périmètre de Protection Rapprochée.

Comme évoqué dans les chapitres précédents, le projet se situe dans un secteur qui n'est pas en lien hydraulique avec les alluvions de l'Ornain, formation captée par **BSS000SBBV**. La vulnérabilité du captage face aux risques cités en **Description du projet** est négligeable.

4.2 La source des Grandes fontaines - BSS000SBCQ

4.2.1 Description de la source

La source des Grandes fontaines est une résurgence de l'eau souterraine contenue au sein de l'aquifère des calcaires lithographiques du Tithonien (**Figure 16**). L'ouvrage ne bénéficie pas encore d'une Déclaration d'Utilité Publique. Celle-ci est en cours d'instruction à la date de rédaction de cette étude.

L'avis de l'hydrogéologue agréé sur le règlement du futur périmètre de protection rapprochée interdit également les excavations de plus de 2 m de profondeur. L'installation d'exploitation de l'énergie solaire est autorisée en prenant en compte l'existence du captage lors de la mise en place des fondations et en interdisant le désherbage chimique des installations.

D'après l'analyse faite par l'hydrogéologue agréé, l'eau de la source est issue de deux origines :

- par déversement depuis les bancs rocheux en provenance de l'est ;
- par débordement par le versant ouest à travers un drain long de 130 m d'axe nord/sud.

Les documents à disposition ne donnent pas de notion de débit pour chacune des origines, mais les études non consultées mentionnent peut-être des débits.

Selon l'avis de l'Hydrogéologue Agréé, « c'est sans doute un conduit karstique qui a permis le creusement du ruisseau et qui achemine les eaux de déversement et de débordement. Le captage proprement dit montre bien une arrivée dans la roche en provenance de l'est et la galerie drainante capterait majoritairement le débordement ».

L'analyse est cohérente avec l'approche présentée plus haut : une partie de l'eau de la source trouverait son origine au sud-ouest de la source, voire au sud de la fracture, par débordement.

Les seules mesures de débit réalisées sont celles disponibles sur la BSS au droit de **BSS000SBCQ**. Les jaugeages effectués entre octobre 1967 (source encore non captée) et février 1973 correspondent à un débit instantané. Le débit moyen mesuré sur les 16 mesures est d'environ 230 m³/h. Le débit d'étiage est de 75 m³/h (21 l/s) et le débit maximum est d'environ 625 m³/h (174 l/s). Le débit ponctuel potentiellement très élevé et la forte amplitude observée sont caractéristiques d'aquifère karstique.

Un débit minimum de 11 l/s, soit 40 m³/h, est restitué au cours d'eau d'après la Déclaration d'Utilité Publique du 16 janvier 1974 relative à la dérivation par gravité d'eaux de source pour le maintien du débit réservé au

cours d'eau. En se fondant sur la seule valeur de débit disponible pour l'étiage, le débit annuel minimum de la source serait d'environ 660 000 m³/ an.

A proximité du captage de Grandes Fontaines (**BSS000SBCQ**), un ouvrage, dit source de Nantois (**BSS000SBDB**) est identifié dans la BSS. En l'absence d'information sur cette source, son rôle n'est pas connu.

Des incertitudes persistent sur le mode captage qui non pas été levées dans le rapport de l'hydrogéologue agréé. Selon les conclusions de ce document, les doutes devraient être levés avec des investigations spécifiques.

Dans la suite de l'étude on considère un seul exutoire local : la source des Grandes Fontaines (**BSS000SBCQ**) intégrant le débordement et le déversement. Cette hypothèse devra être confirmée lorsque les documents mentionnés en introduction seront disponibles.

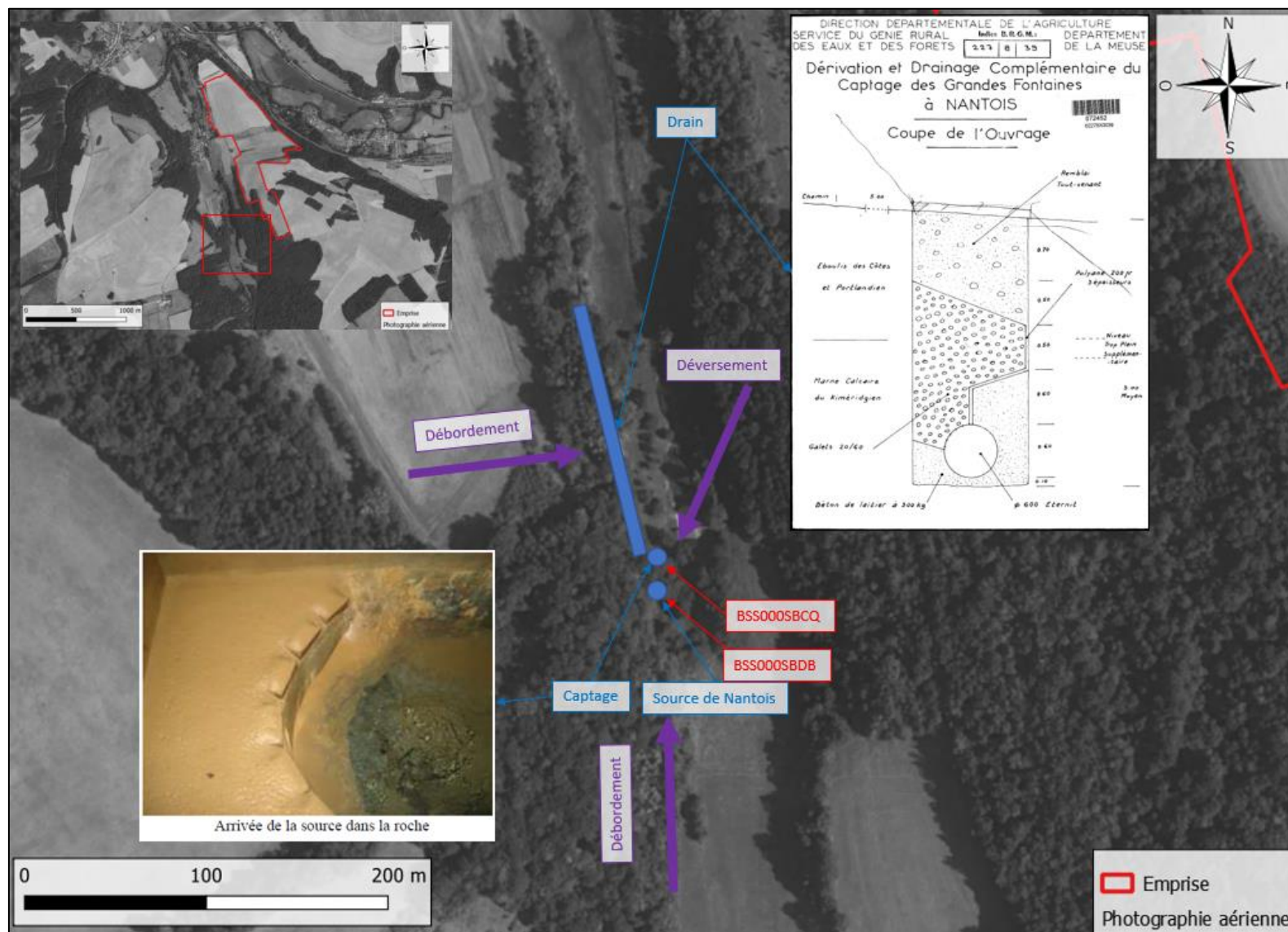


Figure 16 : Fonctionnement de la source de Grandes fontaines (source : IGN/ Côte-Chosseler, annotations : BURGEAP)

4.2.2 Alimentation de la source

Afin de vérifier si le bassin versant hydrogéologique est en mesure de fournir le débit d'étiage indiqué plus haut (21 l/s), ce dernier a été dessiné (**Figure 17**) et délimité en se fondant en priorité sur la surface envisagée pour le tracé du Périmètre de Protection Rapprochée qui doit logiquement couvrir le bassin d'alimentation de la source. Ce projet de périmètre couvre une superficie de 185 ha. Il est étendu selon les critères suivants :

- A l'est, d'une part par la crête et d'autre part par la perpendiculaire au pendage de la couche du Tithonien inférieur (ici l'orientation des écoulements peut être assimilée au pendage des couches) ;
- Au nord par le contour entre le Tithonien inférieur et le Kimméridgien (pas de source à la transition entre les calcaires et les marnes donc pas de résurgence) ;
- Au sud une partie de la zone au sud de la fracture pour le compartiment ouest.

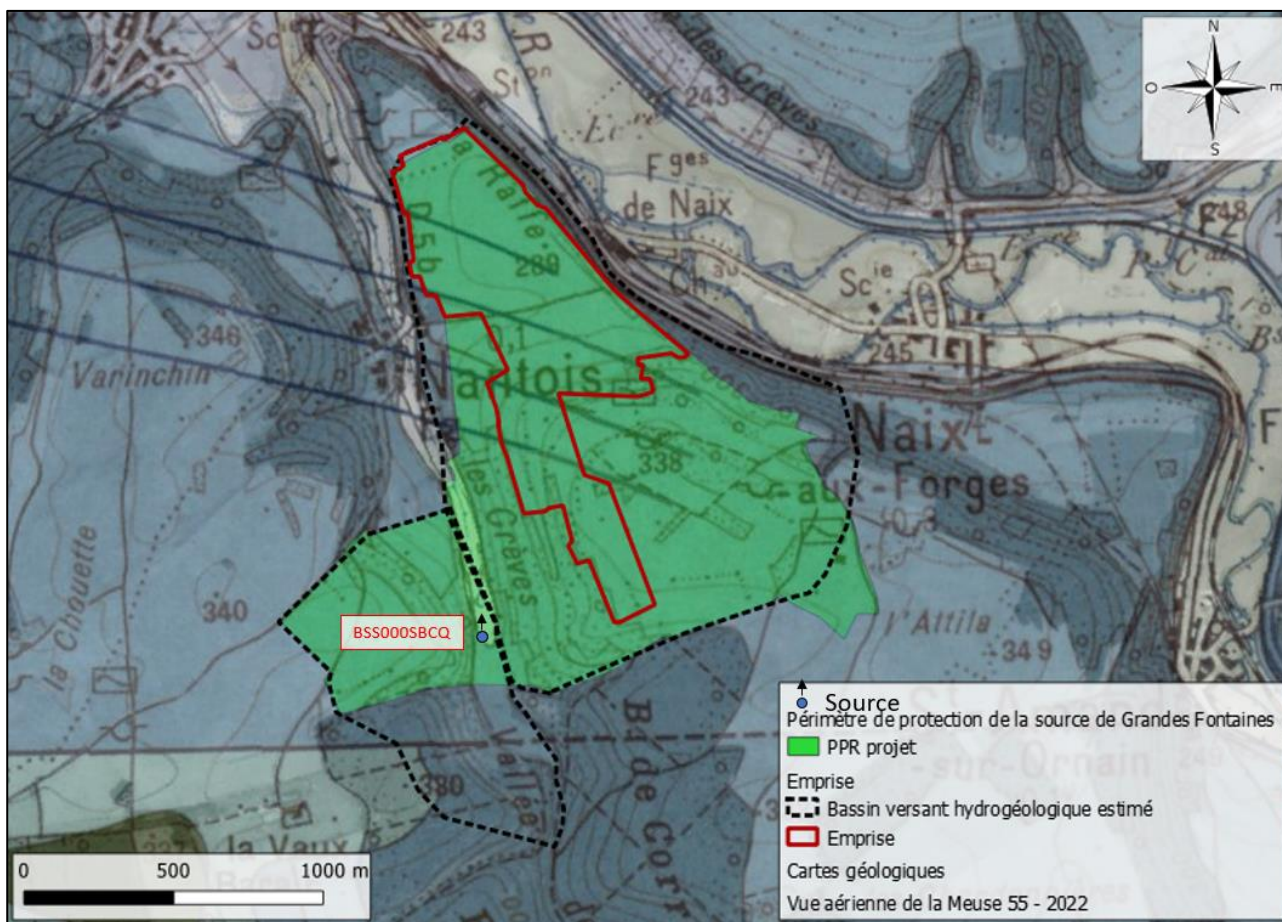


Figure 17 : Bassin versant hydrogéologique estimé (source : BRGM, annotations : BURGEAP)

La surface du bassin versant hydrogéologique déterminé ci-dessus est de 225 ha.

La pluviométrie moyenne sur la commune de Bar le Duc (distant de 19 km en direction du nord -ouest, en aval de l'Ornain) est, selon Météo France, de 995 mm pour la période 1976 à 2005 (Climadiag). La pluie qui alimente effectivement l'aquifère est appelée pluie efficace ou recharge. Elle est déterminée en soustrayant à la pluviométrie totale le ruissellement et l'évapotranspiration totale. En première approche la pluie efficace peut être estimée en prenant 30 % de la pluviométrie totale. Une valeur de 300 mm de pluie efficace peut être approximée.

La valeur de 300 mm est cohérente avec le rapport du BRGM, Précipitations efficaces moyenne annuelles en France (1965 – 1994) de février 1996 qui donne une fourchette de pluie efficace allant de 300 mm à 500 mm dans la Meuse.

Le **Tableau 3** reprend la recharge théorique du bassin versant pour la fourchette basse et haute pour le bassin versant hydrogéologique déterminé en **Figure 17**. Le débit d'étiage et de hautes eaux de la source utilisé pour le calcul est basé sur les données de la BSS Eau, les données ci-dessous sont à considérer comme ordre de grandeur.

Tableau 3 : Approximation de la part de l'alimentation du bassin versant

Pluie efficaces (mm)	300	500
Débit de la source (m³/h)	25	625
Pluie efficaces théorique (m³/ha)	3 000	5 000
Surface du bassin versant hydrogéologique(ha)	225	225
Recharge théorique (m³)	675 000	1 125 000
Débit annuel de source (m³/an)	657 000	5 475 000
Part de l'alimentation du bassin versant hydrogéologique	102%	-

Selon ce calcul, la superficie du bassin versant estimé suffit à justifier le débit d'étiage de la source, quel que soit la recharge considérée, avec cependant des nuances à considérer :

- pour la fourchette basse, avec une pluie efficace de 300 mm, le bassin versant serait insuffisant pour justifier de débits plus élevés, en période de hautes eaux.
- pour la fourchette haute, elle ne peut être comparée au débit maximum mesuré qui reste très ponctuel et associé au karst.

Le bassin versant estimé devrait permettre de fournir l'essentiel du débit d'étiage. Compte tenu du caractère karstique de l'aquifère et de la zone de fracture mentionnée au sud, une partie de l'alimentation de la source peut également provenir d'une zone située en dehors de ce périmètre.

La part du bassin versant hydrogéologique estimée est donc prépondérante dans l'alimentation. Cette analyse est cohérente avec le tracé des périmètres de protection dessiné par l'hydrogéologue agréé (**Figure 15**).

4.2.3 Vulnérabilité de la source vis-à-vis du projet

Le projet de centrale agrivoltaïque est situé au droit du bassin versant hydrogéologique, en amont de la source des Grandes Fontaines. La surface du projet occupe environ 27 % de la surface du bassin versant hydrogéologique.

Sur la base des informations disponibles, il n'est pas possible à ce stade de préciser si ces 27% peuvent être transposés ou non au débit de la source. Dans un contexte karstique, seules les fractures participent à l'alimentation de la source et en l'absence d'indices spécifiques, les écoulements préférentiels du secteur ne sont pas connus. Ainsi, cette part de 27% du bassin versant peut aussi bien correspondre à une participation inférieure ou supérieure au débit de la source.

En première approche une analogie entre la part de bassin versant et la part d'alimentation peut être considérée, soit 27%, arrondis à 30%.

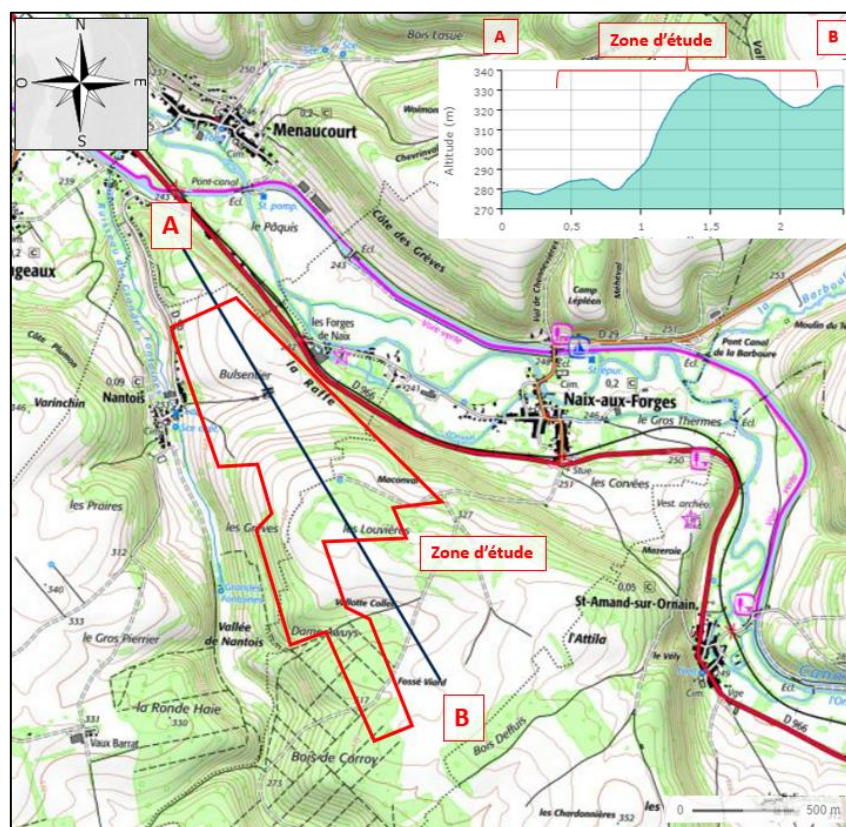
Sur cette base, le captage AEP de la source des Grandes Fontaines est susceptible de présenter une vulnérabilité importante vis-à-vis du projet. Les risques associés sont cependant limités.

4.2.3.1 Fondations

Les fondations qui seront mises en place auront une profondeur inférieure à 2 m.

Comme évoqué précédemment, le niveau d'eau au nord du site, au droit d'anciennes carrières du Tithonien, est situé à une profondeur inférieure à 258 m NGF. L'écoulement souterrain étant orienté vers le sud-ouest, le niveau d'eau sera nécessairement encore plus bas au droit du site localisé au sud-est. La cote du terrain naturel du projet varie entre 280 et 340 m NGF (**Figure 18**). Ainsi, le niveau d'eau ne devrait pas être rencontré avant 20 m de profondeur (**Figure 10**).

Le risque d'impact sur la nappe par les fondations est considéré comme négligeable.



4.2.3.2 Risque de pollution

L'exploitation en elle-même d'une centrale agrivoltaïque ne génère pas de risque particulier vis-à-vis des eaux souterraines. C'est pourquoi les risques résiduels peuvent être considérés comme faibles du fait de leur occurrence aléatoire. Ils sont liés :

- soit à une pollution accidentelle en phase travaux ;
- soit à une pollution accidentelle lors de la maintenance en phase d'exploitation.

Le risque accidentel en phase chantier devrait être très circonscrit autour de la zone d'accident, ce qui limite le risque qui devrait pouvoir être maîtrisé, avec des mesures de prévention fortes. Cela suggère d'exiger des mesures préventives et curatives poussées lors de la consultation des entreprises de travaux pour limiter la survenance de la pollution ou limiter sa propagation si elle a lieu.

En période d'exploitation, le risque principal considéré dans le document dispositifs d'exploitation d'énergies renouvelables dans les périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine rédigé par l'ANSES en 2011 correspond à l'infiltration possible de sous-produits de la combustion des matériaux lors d'un incendie et/ou par l'infiltration des mousses anti-incendie utilisées par les pompiers.

L'ANSES indique dans son document cité précédemment « L'incendie des équipements électriques peut conduire à la formation de sous-produits de combustion mal connus. Selon Lincot et al. (2009), pour les panneaux en tellure de cadmium et en cas d'incendie la fuite de cadmium est limitée¹¹. Il est important que les équipements électriques respectent les normes en vigueur, que les bâtiments abritant ces derniers résistent à l'incendie, que des parafoudres soient installés et que la végétation au sol et en périphérie soit entretenue et son développement limité.

Pour les mousses anti-incendie peuvent contenir des substances alkylées per et polyfluorées qui présentent une limite de potabilité très faible (0,1µg/l).

En cas de pollution, en particulier pour un incendie, l'extension devient difficile à maîtriser, avec des volumes d'eau potentiellement importants. La nature karstique de l'aquifère rend difficile en l'état des connaissances d'estimer le comportement d'une pollution. Le ruissellement ou les écoulements de subsurface auraient cependant tendance à se diriger vers les points bas que sont les talwegs, probablement zones d'infiltration préférentielle vers l'aquifère. Ainsi, une infiltration vers un axe de drainage préférentiel captant l'ensemble du bassin versant depuis les dépressions topographiques n'est pas à exclure.

Le délai entre l'incendie et la pollution de la source ne peut être précisé, tributaire des caractéristiques des sols de surface, de la localisation de l'infiltration et des fractures sous-jacentes, ainsi que de la pluviométrie du moment.

De même, la durée de la dégradation de la qualité de l'eau ne peut être estimée, tributaire des caractéristiques même de chaque produit, et de leur réaction avec les sols et les formations sous-jacentes, et en particulier avec les argiles potentiellement présentes. De fait, selon ces réactions, au-delà du volume d'eau utilisé pour éteindre l'incendie, le lessivage ultérieur par les pluies pourrait aussi contribuer à faire perdurer une dégradation.

Le risque pourrait être limité en regroupant les installations « sensibles » (transformateur, onduleur...) au droit d'une dalle étanche avec aménagement d'un dispositif de collecte des eaux incendies intégrant un stockage des eaux sur une aire étanche et une évacuation appropriée.

4.2.4 Suites envisageables

L'analyse précédente a montré essentiellement les points suivants :

- Le site du projet est localisé sur le bassin versant de la source des Grande Fontaines, et occupe environ 25% à 30% de ce bassin versant ;
- Le caractère karstique du secteur est peu visible en surface mais très probable. En conséquence, les circulations d'eaux souterraines sont aléatoires et ne peuvent être connues de manière fiable. ;
- L'activité du projet ne présente pas de risque en elle-même. Par contre, un risque accidentel doit être considéré, avec infiltration possible d'eau contaminée suite à un incendie par exemple. Bien que ce risque soit faible, il pourrait conduire à une dégradation de la qualité de l'eau de la source.

4.2.4.1 Traçage

La réalisation d'un traçage avait été envisagée, afin de vérifier les circulations d'eaux souterraines au droit du site. Un traçage est en général recommandé lorsque l'on cherche à vérifier une relation entre un point précis et une source ou un cours d'eau. Au vu des éléments acquis, dans le cas de figure étudié, ces investigations n'apparaissent pas adaptées :

- La centrale occuperait une superficie assez vaste et un accident peut survenir en n'importe quel lieu. Un traçage ne permettra de tester que quelques secteurs ;
- Aucun indice de karst n'est identifié en surface, si ce ne sont les talwegs, zone d'infiltration préférentielle très probable. Un test pourrait être prévu dans ces zones, mais rien n'indique qu'il n'existe pas d'autres zones de circulation souterraine au droit du site, qui ne seraient pas testées ;

Ainsi, la réalisation d'un traçage permettrait au mieux de confirmer la localisation du site au sein du bassin d'alimentation de la source, ce qui apparaît évident déjà au stade de l'étude. Un résultat négatif ne permettrait pas de conclure à l'inverse, aucune certitude n'étant possible sur le fait d'avoir recoupé ou non une zone de circulation lors du traçage.

Si le risque à considérer se limite aux installations sensibles, et que le projet permet de les regrouper sur une surface réduite, un traçage pourrait alors être envisagé au droit de cette zone.

4.2.4.2 Modélisation mathématique

Une modélisation mathématique des écoulements avait été envisagée. Dans le contexte identifié dans cette étude, cette prestation n'apparaît pas pertinente : une modélisation mathématique des écoulements nécessite de définir dans le modèle le transfert des eaux souterraines. Dans le cas d'un contexte karstique, les circulations dépendent de la localisation des fractures, et une modélisation n'est donc pas indiquée.

4.2.4.3 Mesures de débit

La localisation du site au cœur du bassin versant de la source est un élément indiscutable. La proportion de sa contribution à l'alimentation elle-même reste par contre très incertaine. Une précision sur cette contribution pourrait être apportée par mesure de débit différenciée de l'eau issue du drain et de l'eau issue de la source elle-même, si elle est possible. Cette précision permettrait de vérifier l'importance relative d'une éventuelle dégradation de l'eau à la suite d'un accident sur la centrale, et la possibilité ou non de limiter le débit exploité de la source.

Les études qui n'ont pu être consultées à ce jour pourront peut-être répondre à cette proposition.

5. Synthèse et conclusion

La société ESCOFI souhaite mettre en œuvre un parc agrivoltaïque sur la commune de Nantois (55). Ce site est localisé dans le projet de Périmètre de Protection Rapprochée d'un captage d'eau potable appelé la source des Grandes Fontaines et qui porte le N° national **BSS000SBCQ** (Ancien N°02278X0039). Une Déclaration d'Utilité Publique est encours d'établissement pour ce captage.

Avant de poursuivre les études de faisabilité de ce projet, la société ESCOFI a souhaité disposer d'une estimation des risques effectifs du projet sur les eaux souterraines en lien avec :

- La réalisation de pieux de fixation ;
- Les risques de pollution des eaux souterraines suite à d'éventuels déversements accidentels.

Le site d'étude est localisé sur un plateau calcaire surplombant la vallée de l'Ornain. Le plateau carbonaté est constitué de calcaires lithographiques du Tithonien inférieur ayant un pendage de l'ordre de 2 % en direction du sud-ouest. Cette formation est réputée aquifère avec une porosité de fissures mais également avec un caractère karstique. Les marnes du Kimméridgien, sous-jacentes, sont considérées comme imperméables. L'exutoire des eaux souterraines du plateau au droit du projet se situe au sud-ouest du projet, au droit de la source des Grandes Fontaines qui est captée pour l'adduction en eau potable. La source est alimentée d'une part par déversement de la nappe s'écoulant au droit du plateau à l'est, et d'autre part par débordement de la

nappe s'écoulant au droit du plateau ouest, probablement en partie en relation avec une zone de fractures identifiée d'est en ouest.

L'analyse des données à disposition à la date de l'étude et une visite de terrain ont permis d'estimer la vulnérabilité de la source vis-à-vis du projet :

- la superficie du projet couvre environ 25 à 30% de la superficie du bassin d'alimentation estimé de la source ;
- le caractère karstique du secteur est peu visible en surface mais très probable. En conséquence, les circulations d'eaux souterraines sont aléatoires et ne peuvent être connues de manière fiable. Par conséquent, la proportion du bassin versant d'alimentation occupée par le projet peut ne pas être la même que la participation à l'alimentation en eau de la source ;
- le niveau d'eau souterraine devrait être suffisamment profond au droit du site (environ 20 m) pour ne pas présenter d'interaction avec des pieux dont la profondeur est prévue à 2 m.
- l'activité du projet ne présente pas de risque en elle-même. Par contre, un risque accidentel doit être considéré, avec infiltration possible d'eau contaminée suite à un incendie par exemple. Bien que ce risque soit faible, il pourrait conduire à une dégradation de la qualité de l'eau de la source.

En conséquence, la localisation du projet au sein du bassin d'alimentation de la source AEP des Grandes Fontaines n'étant pas mise en doute, cette dernière doit être considérée comme vulnérable vis-à-vis d'un événement accidentel sur le site.

La réalisation d'investigations complémentaires permettant de préciser la vulnérabilité s'avère difficile en raison du caractère karstique du secteur, en particulier en ce qui concerne un traçage ou une modélisation mathématique qui avaient été envisagés :

- la réalisation d'un traçage permettrait au mieux de confirmer la localisation du site au sein du bassin d'alimentation de la source, ce qui est déjà évident. Un résultat négatif ne permettrait pas de conclure à l'inverse, aucune certitude n'étant possible sur le fait d'avoir recoupé ou non une zone de circulation lors du traçage. L'absence de points d'infiltration clair et l'extension des installations rendent un traçage incompatible avec la réponse recherchée. Il pourrait s'avérer utile si le risque peut être limité aux installations les plus « sensibles », avec localisation plus précise d'un point d'infiltration ;
- une modélisation mathématique des écoulements en milieu karstique n'est pas envisageable sans une connaissance exact des karsts ce qui est impossible.

Une précision pourrait être apportée quant à la part de l'alimentation de la source des Grandes Fontaines issue du débordement du versant sud-ouest, non soumis aux risques associés au projet. Si ce débit peut être précisé, la possibilité de maintenir une alimentation en eau potable en cas de dégradation de l'eau en lien avec le projet pourrait être vérifiée.

Les études qui n'ont pu être consultées dans le cadre de ce dossier du fait de la DUP en cours pourraient peut-être répondre à cette question. De même, elles pourraient préciser le mode de captage effectif de la source qui reste encore incertain à ce stade.

Les risques pourront être réduits si l'opérateur met en place et garantit le maintien sur la durée des mesures de prévention suivantes :

- mise sur rétention des équipements sensibles (bâtiments transformateurs / onduleurs / points d'injection / parking engins / etc.) ;
- prévention forte des risques de départ incendie (maintien d'un couvert végétal bas, etc.) ;
- réduction des impacts d'un éventuel incendie :
 - Conception : espacement pour éviter les effets domino ;
 - Eaux incendie : non utilisation de mousse d'extinction ;
 - Gestion des eaux d'incendie pour les équipements sensibles mis sur rétention.