

STINKAL

**STINKAL**

Rapport

# Renouvellement d'Autorisation et demande d'approfondissement de la carrière du Banc Noir à Ferques (62) Modélisation hydrogéologique



Rapport n°A138348/B – 19 août 2025

Projet suivi par Norbert KLEINMANN – 06.20.55.46.10 – [norbert.kleinmann@anteagroup.fr](mailto:norbert.kleinmann@anteagroup.fr)

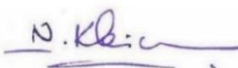

  
**anteagroup**  
Antea Group  
2b rue des Hérons  
67960 ENTZHEIM  
SIRET : 393 206 735 00622  
[www.anteagroup.fr](http://www.anteagroup.fr)

## Fiche signalétique

# Renouvellement d'autorisation et demande d'approfondissement de la carrière du Banc Noir à Ferques (62) Modélisation hydrogéologique

CLIENT	SITE
Eiffage Route	STINKAL
7 rue Pierre Hadot	Carrière du Banc Noir
51100 REIMS	Hameau Beaulieu
Mme Judith Bouchain	62250 FERQUES
Responsable Service Foncier Environnement	Mme Noémie Delmotte
Carrières	Responsable Foncier et Environnement
Tél : 06.30.17.66.59	Tél : 07.62.51.17.56
<a href="mailto:Judith.BOUCHAIN@eiffage.com">Judith.BOUCHAIN@eiffage.com</a>	<a href="mailto:Noemie.DELMOTTE@eiffage.com">Noémie.DELMOTTE@eiffage.com</a>

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Norbert KLEINMANN
Interlocuteur commercial	Nicolas KETELERS
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation de Strasbourg 03.88.78.90.60 <a href="mailto:secretariat.strasbourg@anteagroup.fr">secretariat.strasbourg@anteagroup.fr</a>
Rapport n°	A138348
Version n°	B
Votre commande et date	N° C509807056 du 12/02/2025
Projet n°	NPCP250046

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Norbert KLEINMANN	Chef du projet Hydrogéologue	Août 2025	
Vérification Approbation	Nicolas KETELERS	Directeur de projet Pôle Environnement	Août 2025	

## Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
<b>A</b>	19/08/2025	26	4	Etablissement du rapport
<b>B</b>	19/08/2025	26	4	Corrections

# Table des matières

1. Contexte et objectif de l'étude.....	6
2. Rappels .....	8
2.1. Etude antérieure .....	8
2.2. Contexte géologique .....	8
2.3. Contexte hydrogéologique.....	10
2.3.1. Formations aquifères .....	10
2.3.2. Alimentation .....	10
2.3.3. Exutoires .....	11
2.3.4. Piézométrie, écoulement.....	11
2.3.5. Caractéristiques hydrauliques.....	11
2.3.6. Exploitation .....	13
2.3.7. Qualité de l'eau .....	13
2.3.8. Synthèse du contexte hydrogéologique .....	14
2.4. Modélisation hydrodynamique et hydrodispersive de 2018 .....	15
3. Mise à jour de la modélisation .....	18
3.1. Mise à jour des données .....	18
3.2. Simulations 2025 – Vérification de la cohérence du modèle.....	18
3.3. Calcul des débits d'exhaure futurs .....	19
3.3.1. Simulations 2030, 3035, et 2038-2040 .....	19
3.3.2. Exhaure avec pluviométrie exceptionnelle (2023-2024) .....	20
3.4. Incidence sur le ruisseau de Blacourt.....	20
3.4.1. Débit de débordement dans le thalweg du ruisseau de Blacourt.....	20
3.4.2. Recul des émergences dans le thalweg du ruisseau de Blacourt.....	21
3.4.3. Appréciation des incidences calculées.....	21
3.5. Etat post-exploitation avec nappe remontée .....	23
4. Interactions avec le remblaiement de la carrière du Griset.....	24
5. Conclusions.....	26

## Table des figures

Figure 1 : Localisation du site (sur fond IGN agrandi au 1/15000I).....	7
Figure 2 : Extrait de la carte géologique au 1/50000 du BRGM (feuilles MARQUISE et GUINES, agrandies au 1/20000) .....	9
Figure 3 : Formations aquifères et épontes, et esquisse piézométrique (extrait du rapport Antea A26912/B de 2003).....	12
Figure 4 : Schéma conceptuel (vue en coupe) .....	14
Figure 5 : Extension du modèle hydrodynamique et maillage (extrait du rapport A95870/B) .....	17
Figure 6 : Localisation des premières émergences de la nappe au niveau du ruisseau de Blacourt ....	22

## Table des tableaux

Tableau 1 : Volumes annuels exhaurés et débit moyen équivalent .....	18
Tableau 2 : Vérification de la cohérence du modèle (état d'exploitation « 2025 ») .....	19
Tableau 3 : Débits d'exhaure 2030, 2035, 2038-2040 .....	20
Tableau 4 : Débits d'exhaure 2038-2040 avec pluviométrie exceptionnelle.....	20
Tableau 5 : Débit de débordement de la nappe dans le thalweg du ruisseau de Blacourt et dans le thalweg SNCF (en m <sup>3</sup> /h) .....	21

## Table des annexes

Annexe I : Inventaire des puits au voisinage des carrières	
Annexe II : Historique des débits d'exhaure de la carrière du Banc Noir	
Annexe III : Piézométries calculées	
Annexe IV : Zones humides répertoriées	

## 1. Contexte et objectif de l'étude

Dans la perspective du renouvellement d'Autorisation de la carrière du Banc Noir (localisation en Figure 1), un projet d'approfondissement avait fait l'objet d'une étude des impacts hydrogéologiques en 2018.

Depuis, le projet a été révisé ; par rapport à la précédente version étudiée en 2018, le nouveau projet inclut une limitation de l'approfondissement à -30 m NGF au lieu de -70 m NGF, et une réduction de l'emprise du plancher.

Le nouveau projet inclut également le stockage des matériaux de découverte et des stériles de production dans la partie Est du Banc Noir, ainsi qu'un accueil de matériaux inertes externes de type ISDI (K3 – selon AM du 12/12/2014)

Dans le cadre du DAE pour le renouvellement d'autorisation et la demande d'approfondissement de la carrière, il convient d'actualiser l'évaluation des incidences du nouveau projet sur les eaux souterraines, dont l'estimation des débits d'exhaure à différentes étapes de l'exploitation.

Stinkal a confié cette mission à Antea Group, qui avait mis en œuvre une modélisation hydrogéologique en 2018.

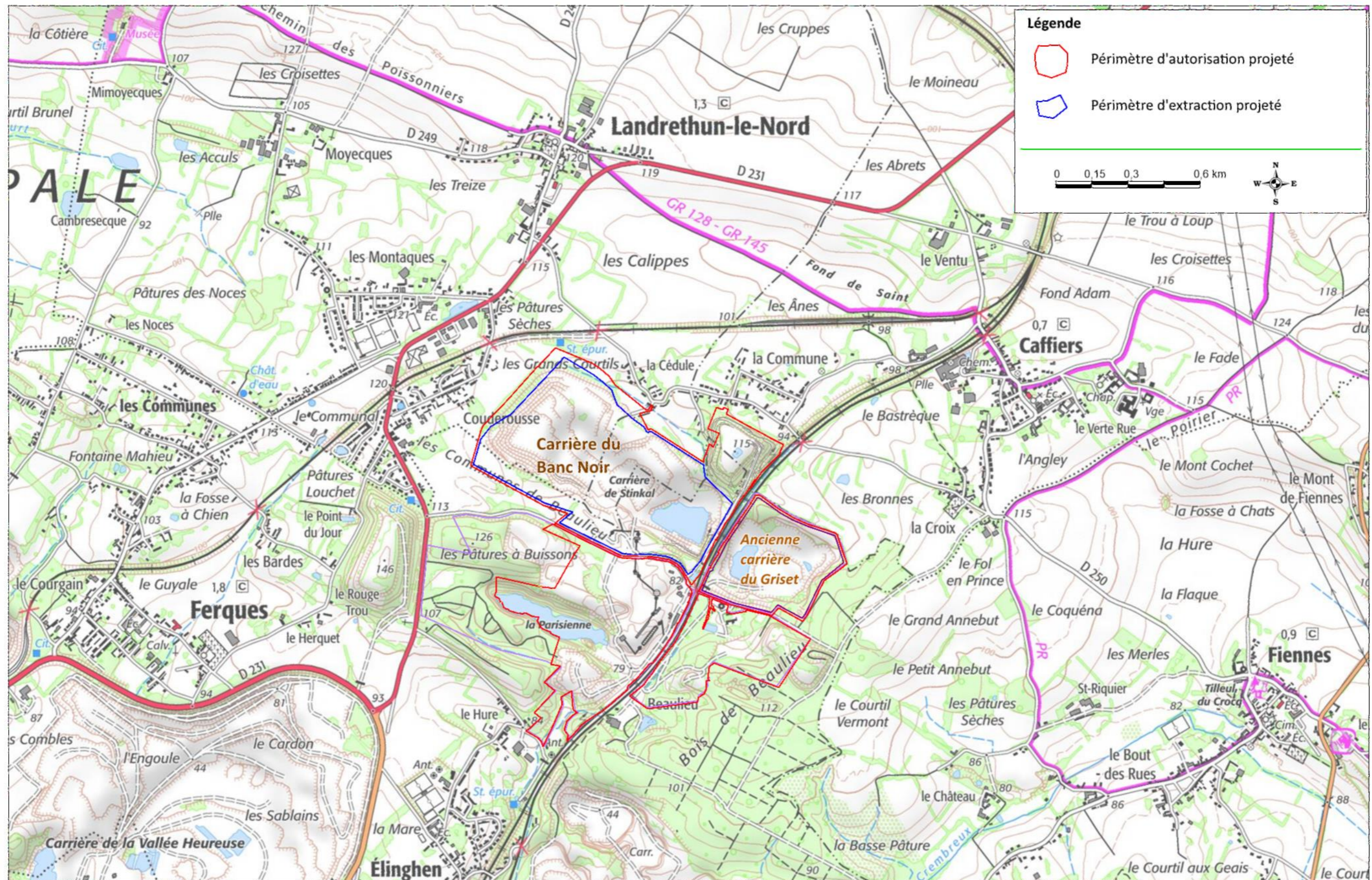


Figure 1 : Localisation du site (sur fond IGN agrandi au 1/15000)

## 2. Rappels

### 2.1. Etude antérieure

La précédente étude de 2018 a fait l'objet du rapport Antea Group n° A95870/B de janvier 2019.

Le présent rapport ne reprend pas en détail la description du cadre géologique et hydrogéologique (qui font cependant l'objet de rappels aux § 2.2 et 2.3), ni la description détaillée du modèle hydrogéologique (dont seuls les grands principes sont rappelés au § 2.4) ; ces éléments sont davantage détaillés dans le rapport cité ci-dessus.

La carrière du Griset n'est plus exploitée pour l'extraction du calcaire. Elle est en cours de remblaiement jusqu'au niveau du terrain naturel environnant, dans le cadre de sa remise en état, avec des matériaux inertes externes (de type ISDI et ISDI+).

### 2.2. Contexte géologique

Les carrières du Banc noir et du Griset sont implantées dans le « massif paléozoïque de Ferques », qui correspond à un affleurement de formations massives du Primaire, dans lequel les couches géologiques, d'âge Givétien à Viséen, sont orientées suivant une direction WNW – ESE (N 110° E), avec un pendage vers le SSW d'environ 20 à 35°.

La carte géologique au 1/50 000 du BRGM (cf. Figure 2) montre les limites des formations en place et leur disposition structurale.

Les carrières de Stinkal extraient le calcaire noir de Blacourt (carrière du Banc Noir), d'âge Dévonien (d4b), prisé pour sa dureté, et dont la puissance maximale est de 230 mètres (170 à 200 mètres au niveau des carrières). Il est constitué par des organismes coloniaux (biohermes à polypiers) noyés dans une série composée de bancs calcaires d'épaisseur variable (calcaires compacts et calcaires bioclastiques à encrines ou à polypiers), séparés par des lits schisteux noirs.

Ces calcaires reposent sur les Grès et schistes de Caffiers (d4a), de teinte rougeâtre à verdâtre, épais d'une centaine de mètres. Compte tenu de la disposition structurale, ils sont rencontrés au nord du site. Cette formation repose sur les argiles schisteuses du Silurien encore plus au nord (sous couverture, non visibles à l'affleurement).

Vers le Sud (vers le haut de la série géologique), le massif de calcaire de Blacourt laisse place aux Schistes de Beaulieu (d5a), constitués par des argiles schisteuses bariolées (violacées, rougeâtres et verdâtres), et en partie concernés par l'extraction sur le flanc sud de la carrière pour pouvoir atteindre les calcaires.

Les terrains du Primaire sont recouverts, en discordance, par des formations du Secondaire vers le nord, le nord-est et l'est (en vert sur la carte géologique). Il s'agit de sables glauconieux d'âge Albo-Aptien (c1a-n6) épais d'environ 3 m, surmontés par les argiles du Gault (c1b) épaisses d'environ 10 à 15 m.

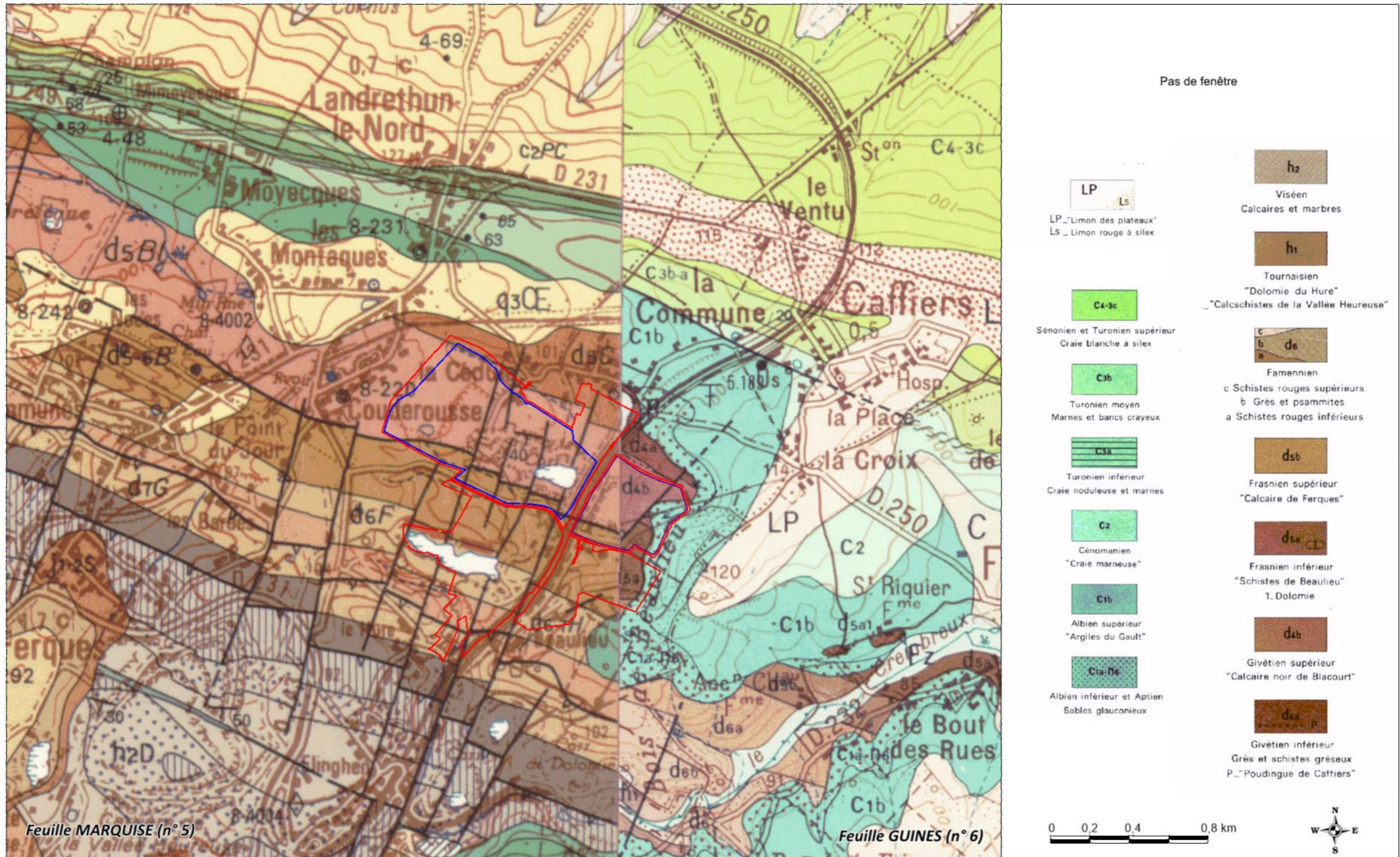


Figure 2 : Extrait de la carte géologique au 1/50000 du BRGM (feuilles MARQUISE et GUINES, agrandies au 1/20000)

## 2.3. Contexte hydrogéologique

### 2.3.1. Formations aquifères

Dans ce type de contexte géologique, les circulations d'eau souterraines sont essentiellement liées à la fissuration et à l'altération des roches, en rapport avec leur nature lithologique.

Ainsi, les formations calcaires ont tendance à présenter une fissuration significative, pouvant éventuellement être développée par des phénomènes de dissolution (phénomènes toutefois non observés ici), alors que les formations schisteuses, minéralogiquement à base argileuse, sont peu fissurées et ont tendance à « cicatriser » les discontinuités.

En conséquence, les formations calcaires peuvent présenter un caractère aquifère, alors que les formations schisteuses constituent des épontes imperméables. *La formation de Caffiers, du fait de sa nature grésopélimitique, présente une fissuration et une perméabilité analogue à celle des calcaires, et l'ensemble calcaire de Blacourt / formation de Caffiers peut donc être considéré comme une seule entité hydrogéologique, siège d'une même nappe d'eau souterraine.*

Dans la BDRHF V1, l'aquifère des Calcaires de Blacourt fait partie de l'entité hydrogéologique 502b (Boulonnais / Primaire et Jurassique de Marquise), vaste ensemble multicouche regroupant notamment les divers calcaires du Primaire. Il est également référencé comme masse d'eau souterraine FRAG002, correspondant aux calcaires du boulonnais dans leur ensemble, et regroupant là aussi des entités disjointes. Dans la BDLISA, il est référencé sous le numéro 149 AG (« Calcaires du Dévonien moyen et supérieur dans le bassin Artois-Picardie »).

Il s'agit d'un aquifère à porosité de fissures, sans doute plus ou moins cloisonné par les intercalaires schisteux existant au sein des calcaires (voire par des bancs calcaires moins fracturés), comme le suggèrent les résultats d'analyses d'eau disponibles, qui montrent des compositions chimiques relativement variables d'un point à l'autre (cf. § 2.3.7).

### 2.3.2. Alimentation

L'aquifère est alimenté par l'infiltration d'une partie des pluies efficaces dans les secteurs où les calcaires de Blacourt et la formation de Caffiers ne sont pas recouverts par des formations imperméables.

La superficie ainsi ouverte à la recharge pluviale est très limitée ; elle ne représente qu'environ 3 km<sup>2</sup> sur l'ensemble des calcaires, et est réduite à 1,2 km<sup>2</sup> pour la portion d'aquifère située à l'est de la ligne de partage des eaux existant dans le secteur du hameau des Montaques.

Sur le plan quantitatif, les pluies efficaces (part des pluies totales non reprises par évapotranspiration, contribuant au ruissellement et à la recharge des eaux souterraines) peuvent être évaluées à partir des données météorologiques. L'estimation des pluies efficaces dans le secteur des carrières conduit à une valeur de l'ordre de 350 mm/an sur la période 2004-2017 (364 mm/an entre 1990 et 2000 dans une étude Burgeap de 2000).

### 2.3.3. Exutoires

Le seul exutoire naturel actuel de la nappe est constitué par le ruisseau de Blacourt, à environ 1,5 km à l'Ouest de la carrière du Banc noir (cf. Figure 3).

L'exhaure de la carrière du banc noir constitue l'exutoire artificiel de la nappe dans la portion d'aquifère située à l'est de la ligne de partage des eaux du hameau des Montagues.

*En situation naturelle (sans exhaure), cette portion d'aquifère se trouve naturellement drainée par le thalweg emprunté par les voies SNCF (fossés dont la partie aval est nommée ruisseau d'Elinghen dans certains documents), qui rejoint le ruisseau du Crembreux à Elinghen.*

Plus à l'Est, il n'est pas établi s'il subsiste des horizons imperméables sous les alluvions du Crembreux à Fiennes. Si ce n'est pas le cas, quelques apports depuis ce ruisseau pourraient alimenter les calcaires, en contribution marginale.

### 2.3.4. Piézométrie, écoulement

En l'absence de points de mesure convenablement répartis, il n'existe pas de carte piézométrique de cette nappe. Les esquisses données dans le rapport Burgeap de 2000 et dans le rapport Antea de 2003 sont des tracés indicatifs établis en se calant sur les cotes aux exutoires, destinés à illustrer le fonctionnement de la nappe.

Ces tracés (voir notamment celui extrait du rapport Antea A26912/B de 2003, repris en Figure 3) explicitent ainsi que les eaux provenant de l'infiltration des précipitations migrent de part et d'autre d'une ligne de partage des eaux située approximativement sous le hameau des Montagues (supposée coïncider plus ou moins avec la ligne de crête topographique, c'est-à-dire la ligne de partage des eaux de surface), pour rejoindre le ruisseau de Blacourt à l'Ouest, et les carrières à l'Est (sur ce tracé de 2003 il existait encore un pompage d'exhaure dans la carrière du Griset).

### 2.3.5. Caractéristiques hydrauliques

S'agissant d'une entité hydrogéologique à porosité de fissures, la perméabilité est très variable entre une zone non fissurée très peu conductrice et une zone fissurée permettant à l'eau de circuler.

Les mesures de perméabilité réalisées en 2001 dans la carrière du Griset (essais lugeon en sondage, essais Lefranc dans les piézomètres) montraient ainsi une certaine hétérogénéité, avec des perméabilités très faibles dans les zones non fissurées, et pouvant atteindre quelques unités  $\times 10^{-6}$  m/s dans les zones supérieures altérées. Par ailleurs, les mesures montraient une diminution de la perméabilité avec la profondeur, traduisant bien le caractère de moins en moins fissuré et altéré des calcaires lorsqu'on s'éloigne de la surface, c'est-à-dire la disparition progressive des possibilités de circulation d'eau en profondeur.

Le calage du modèle développé en 2001 sur les données d'exhaure disponibles sur la carrière du Banc noir et sur la carrière du Griset conduisait à une valeur de  $4,2 \cdot 10^{-7}$  m/s. Cette valeur peut être vue comme une perméabilité moyenne du massif, c'est-à-dire comme la perméabilité d'un milieu poreux équivalent ; c'est cette valeur qui régit les valeurs des flux dans le massif calcaire (en particulier le débit d'exhaure). Elle traduit un milieu relativement peu perméable, siège de circulations limitées, qui n'est pas de nature à permettre la mobilisation de débits importants, comme en attestent les débits d'exhaures limités (cf. § 3) par rapport à ce que l'on observe dans d'autres carrières de la région.

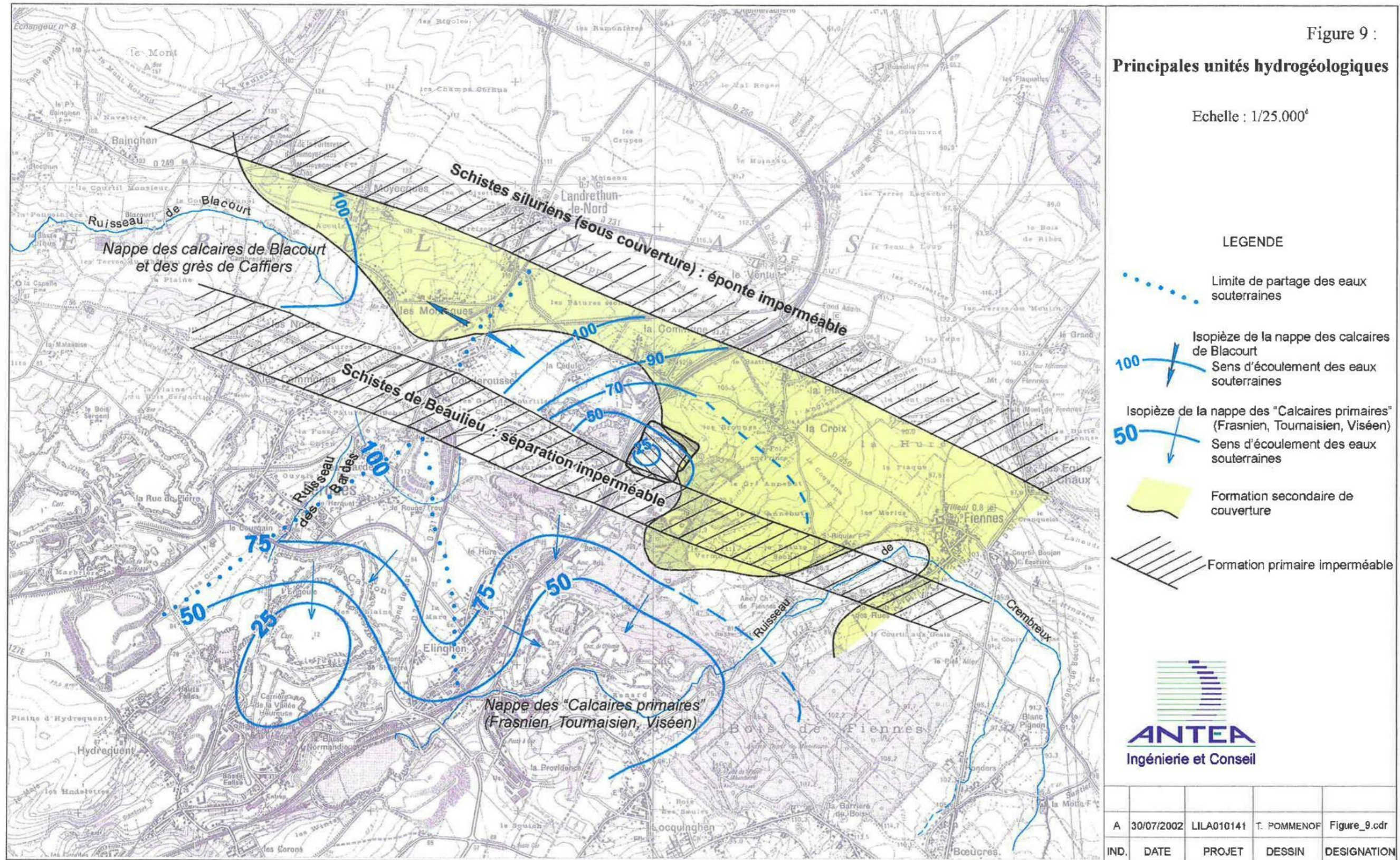


Figure 3 : Formations aquifères et épontes, et esquisse piézométrique (extrait du rapport Antea A26912/B de 2003)

### 2.3.6. Exploitation

Cette entité hydrogéologique n'est pas exploitée, et n'est d'ailleurs pas exploitable à un débit significatif. La faiblesse de la ressource a d'ailleurs conduit les collectivités et exploitants d'eau à délaisser cette nappe ; le recensement de l'Agence de l'Eau Artois Picardie n'indique en effet aucun forage exploité dans cette formation.

Un inventaire des puits privés aux alentours a été effectué à partir de la banque de données du sous-sol, complété par une visite de terrain à l'occasion des études de 2001-2003 (voir carte reprise en annexe I). Cet inventaire montrait qu'un certain nombre d'ouvrages de profondeur limitée avaient existé aux abords. Ils étaient généralement abandonnés ou limités à un usage d'agrément (puits particuliers pour arrosage) ou agricole. Seuls quelques-uns semblaient exploiter la frange supérieure altérée des calcaires ; les autres exploitaient plutôt les formations superficielles limono-sableuses.

### 2.3.7. Qualité de l'eau

Des analyses ont été effectuées en 2018 sur l'eau d'exhaure de la carrière du Banc Noir et sur 2 piézomètres captant la nappe du calcaire de Blacourt immédiatement au sud de la carrière du Griset, et d'autres analyses avaient été effectuées en 2002 sur 3 piézomètres et sur l'exhaure de la carrière du Griset : elles montraient notamment :

- Une composition chimique de l'eau relativement variable d'un point à l'autre, de faciès bicarbonaté calcique (Pz2) à bicarbonaté et sulfaté calcique (Pz3, Pz4), voire plus sodique (Pz1), tendant à montrer un certain cloisonnement chimique des horizons. Néanmoins, l'eau d'exhaure (qui représente une moyenne des contributions des divers horizons) montre une composition analogue pour la carrière du Griset et la carrière du Banc noir ;
- Les eaux d'exhaure montrent une minéralisation relativement élevée (conductivité d'environ 1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ;
- Le faciès des eaux d'exhaure est sulfaté calcique, avec une concentration en sulfates de l'ordre de 700 mg/l, et en calcium d'environ 200 mg/l. Les autres anions et cations participant à la minéralisation sont notamment les bicarbonates, le magnésium et le sodium ;
- Parmi les anions et cations majeurs, les sulfates et l'ammonium dépassent les références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (comparaison indicative puisqu'il n'y a pas de tel usage de ces eaux d'exhaure) ;
- Pour ce qui concerne les métaux et assimilés, la plupart ne sont pas détectés (concentrations inférieures aux LQ du laboratoire). Les analyses des eaux d'exhaure montrent la présence de baryum (vraisemblablement en large partie naturel), et de traces de molybdène, nickel, antimoine et sélénium. Seul le nickel dépasse la limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (22  $\mu\text{g}/\text{l}$  pour une limite fixée à 20  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) ;
- Pour ce qui concerne les substances organiques, les indicateurs analysés (COT, indice hydrocarbures, indice phénols) ne montrent pas d'anomalie.

### 2.3.8. Synthèse du contexte hydrogéologique

Le calcaire de Blacourt constitue une formation aquifère :

- D'extension très limitée ;
- A porosité de fissures, avec, en partie supérieure, des horizons plus ou moins déstructurés et altérés concentrant l'essentiel des circulations d'eau, et en profondeur une disparition progressive de la fissuration ;
- De perméabilité faible à très faible, diminuant avec la profondeur ;
- Générant en conséquence des débits d'exhaure très limités (60 m<sup>3</sup>/h en moyenne annuelle) ;
- Non exploitée ni exploitable par forages à des débits significatifs ;
- Trouvant son exutoire naturel au niveau du ruisseau de Blacourt (à l'ouest de la ligne de partage des eaux du hameau des Montagues), et un exutoire artificiel au niveau des pompages d'exhaure de la carrière du banc noir (à l'est de la ligne de partage). En situation naturelle sans exhaure c'est le thalweg emprunté par la voie SNCF qui draine naturellement les eaux à l'est de la ligne de partage.
- La qualité des eaux d'exhaure est le reflet d'une moyenne des contributions de divers horizons plus ou moins cloisonnés sur le plan des caractéristiques physico-chimiques. Les eaux d'exhaure sont relativement minéralisées, et présentent un faciès sulfaté calcique, avec des concentrations en sulfates d'environ 700 mg/l, dépassant la référence de qualité des eaux potables. Elles présentent quelques éléments métalliques en traces, pour lesquels seul le nickel dépasse la limite de qualité des eaux potables (22 µg/l pour une limite de 20 µg/l).

Le schéma conceptuel joint en Figure 4 illustre le fonctionnement de cette formation aquifère.

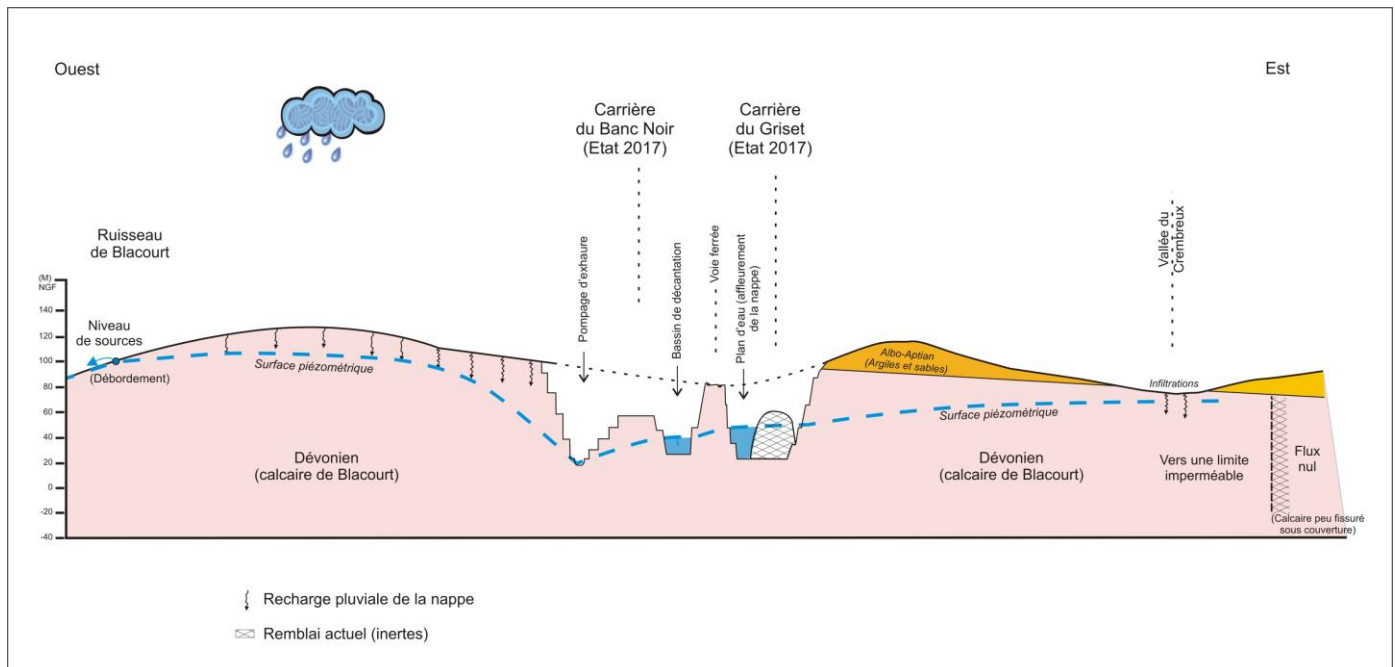


Figure 4 : Schéma conceptuel (vue en coupe)

## 2.4. Modélisation hydrodynamique et hydrodispersive de 2018

L'outil mis en œuvre est le logiciel MARTHE, standard français reconnu, développé par le BRGM. Ce logiciel permet notamment de simuler les écoulements souterrains et le transport de soluté.

Rappelons qu'une première modélisation avait été mise en œuvre en 2002, dans le cadre du projet de création d'un centre de stockage de déchets ménagers dans la carrière du Griset (rapport Antea A26912/B). Un nouveau modèle mieux adapté aux objectifs et aux évolutions des performances de l'outil a été développé en 2018, dans le cadre d'une demande de poursuite du remblaiement du site avec des matériaux inertes externes de type ISDI+.

Compte tenu du contexte hydrogéologique rappelé dans le § 2.3, le schéma conceptuel est le suivant :

- Réservoir (calcaire de Blacourt + formation de Caffiers) enchâssé entre des formations schisteuses imperméables (limites à flux nul) ; limites latérales étanches.
- Alimentation de la nappe par les pluies efficaces.
- Drainage naturel des eaux souterraines au niveau des cours d'eau.
- « Débordement » de la nappe à l'intérieur des carrières, selon la topographie.

Les principales caractéristiques du modèle sont rappelées ci-après.

- Limites
  - nord et sud : épontes schisteuses imperméables.
  - Limite latérale Ouest : étendue un peu au-delà des secteurs dans lesquels la nappe des calcaires peut alimenter le ruisseau de Blacourt par débordement.
  - Limite latérale Est : jusqu'à Fiennes pour pouvoir intégrer d'éventuels échanges entre la nappe des calcaires et le ruisseau du Crembreux au travers des alluvions et des formations secondaires résiduelles en fond de vallon.
- Domaine modélisé : environ 5,8 km<sup>2</sup> (cf. Figure 5).
- Maillage (cf. Figure 5) :
  - Maillage principal constitué de mailles carrées de 40 m de côté.
  - Affiné localement sous forme de 2 gigognes (maillages emboîtés) constitués de mailles carrées de 8 m de côté, pour permettre une représentation plus fine et plus précise au voisinage des carrières et des zones de débordement dans le lit du ruisseau de Blacourt.
  - Maillage affecté d'une rotation pour mieux suivre l'orientation des structures géologiques et de l'écoulement, et limiter les risques de dispersion numérique lors des calculs hydrodispersifs.
  - Deux versions du modèle : une version monocouche pour les calculs hydrodynamiques et certains calculs hydrodispersifs (injection en flux dans le cas du remblaiement hors d'eau) et une version bicouche pour les autres calculs hydrodispersifs (injection en concentrations imposées dans le cas du remblaiement sous eau).
  - 83 784 mailles actives pour le modèle bicouche.
- Géométrie :
  - Toit : topographie selon la carte IGN au 1/25000. Données interpolées dans chaque maille.
  - Substratum : fixé arbitrairement à la cote -100 m NGF (pour pouvoir prendre en compte l'approfondissement prévu à la cote -70 m NGF en 2018).

- Recharge pluviale : La couche à l'affleurement reçoit une recharge correspondant à la pluie efficace calculées d'après les données météo, réduite de la part correspondant au ruissellement.
- Calage et simulations :
  - Calculs en régime permanent pour diverses situations de recharge, perméabilités considérées comme homogènes dans tout le domaine.
  - Calage 2018 :
    - Ajustement de la valeur de perméabilité de manière à reproduire au mieux le débit d'exhaure moyen de la carrière des années 2013-2017 pour une configuration du fond de la carrière selon le plan de décembre 2016.
    - Vérification de la cohérence avec une situation voisine de celle de 1999-2000 (calage de 2002).
    - Vérification de la cohérence du débit de débordement au niveau du ruisseau de Blacourt (débit de débordement  $\approx$  débit d'étiage).
    - Perméabilité de calage :  $5.10^{-7}$  m/s. Cohérente avec celle du modèle de 2002 concernant la carrière du Griset ( $4,7.10^{-7}$  m/s).
  - Simulations 2018 :
    - Prise en compte de la topographie prévisionnelle des fronts de taille et étages pour des situations données.
    - Calcul du débit de débordement dans la carrière, pour ces situations. Reconstitution du débit d'exhaure correspondant en intégrant la pluie.
    - Estimation du débit de débordement au niveau du ruisseau de Blacourt, écart par rapport à la situation actuelle et par rapport à une situation initiale reconstituée.  
Examen du recul des 1<sup>ères</sup> émergence de la nappe dans le vallon du Blacourt.
    - Calculs pour
      - Une situation moyenne : contribution moyenne de la nappe + pluviométrie annuelle moyenne.
      - Une situation en année très pluvieuse : contribution de la nappe en situation de forte recharge + pluviométrie annuelle maximale sur la période 2004-2017.
      - Pour appréhender la variabilité saisonnière : contribution de la nappe en situation de très forte recharge augmentée de la contribution de la pluie maximale observée sur 1 mois lors de la période 2004-2017.
  - Simulations 2025 :
    - Compte tenu des évènements exceptionnels de 2023-2024 (notamment les très fortes pluies de novembre 2023, ayant généré des inondations de grande ampleur dans le Pas de Calais), des scénarios de pluviométrie augmentée selon les données météo de ces évènements (cf. § 3) ont en plus été pris en compte pour l'évaluation du débit d'exhaure dans la situation d'exploitation la plus pénalisante (fond au plus bas à l'horizon 2038-2040).
    - Pour l'état futur post-exploitation, il est pris en compte un remblaiement d'une partie de la fosse de la carrière du Banc Noir par des matériaux inertes internes (stériles d'exploitation) et externes de type ISDI.

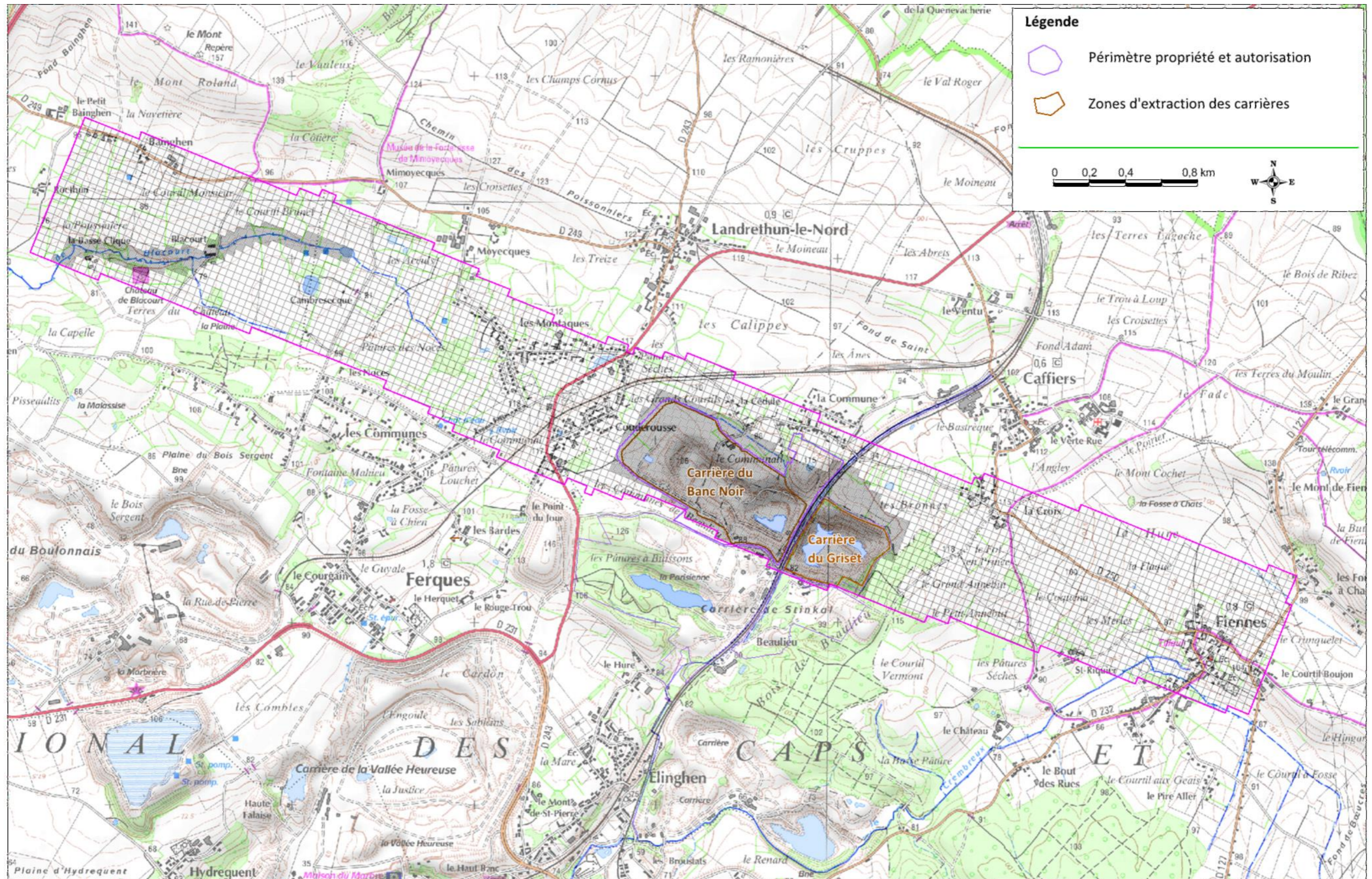


Figure 5 : Extension du modèle hydrodynamique et maillage (extrait du rapport A95870/B)

## 3. Mise à jour de la modélisation

### 3.1. Mise à jour des données

Les données d'exploitation prévisionnelles à fin 2025, 2030, 2035, 2038 et 2040 (position des étages et fronts de taille) nous ont été transmises sous forme de fichiers DXF.

Les données d'exhaure (volumes annuels et mensuels calculés selon les relevés quotidiens) concernant les années 2018 à 2024 (et début 2025) sont venues compléter les données antérieures collectées lors de la modélisation de 2018.

Les volumes annuels exhaurés de 2010 à 2024 sont repris dans le tableau ci-dessous, et sous forme de graphique en annexe II. Le volume annuel a également été exprimé en débit équivalent en m<sup>3</sup>/h 24/24.

Tableau 1 : Volumes annuels exhaurés et débit moyen équivalent

Année	Volume annuel m <sup>3</sup> /an	Débit équivalent m <sup>3</sup> /h 24/24
2010	318 142	36,3
2011	328 121	37,5
2012	147 948	16,9
2013	607 517	69,4
2014	269 383	30,8
2015	586 802	67,0
2016	779 103	88,9
2017	319 682	36,5
2018	433 848	49,5
2019	467 237	53,3
2020	586 154	66,9
2021	545 302	62,2
2022	438 790	50,1
2023	766 285	87,5
2024	800 300	91,4

Ces données montrent que le débit d'exhaure varie essentiellement selon les pluies. Le débit moyen sur la période 2013-2022 est un peu inférieur à 60 m<sup>3</sup>/h.

En 2023 et 2024, les valeurs plus fortes sont en lien avec les événements pluviaux exceptionnels observés, ayant occasionné des inondations fortes et récurrentes dans le Pas de Calais, notamment en novembre 2023 et janvier 2024.

### 3.2. Simulations 2025 – Vérification de la cohérence du modèle

Il n'a pas été procédé à un recalage du modèle, considéré, au vu des calages précédents, suffisamment représentatif. Néanmoins la cohérence des valeurs calculées a été vérifiée pour la situation d'exploitation de 2025, selon différents états de recharge de la nappe et de pluie, en les comparant aux valeurs observées ces dernières années (considérant l'état de l'exploitation en 2025 peu différent de celui des années précédentes).

Les situations de recharge et pluie retenues sont les mêmes que celles examinées lors de la précédente étude de 2018 ; il a néanmoins été ajouté des situations plus extrêmes se basant sur les particularités observées ces 2 dernières années :

- Une situation visant à reproduire les valeurs annuelles de 2023-2024.
- Une situation visant à reproduire le maximum mensuel pour prendre en compte la variabilité saisonnière de l'exhaure, basée sur novembre 2023.

Pour rappel, les autres situations qui étaient déjà abordées dans l'étude de 2018 étaient les suivantes :

- Une situation visant à reproduire la valeur moyenne annuelle.
- Une situation visant à reproduire les maximums annuels (hors 2023-2024).
- Une situation visant à appréhender le maximum mensuel (hors 2023-2024).

**Tableau 2 : Vérification de la cohérence du modèle (état d'exploitation « 2025 »)**

Situation de recharge de la nappe	Etat "2025" <i>part nappe m3/h</i>	Exhaure avec pluie m3/h			<i>Débits observés</i>
		Simulation de l'approfondissement			
		avec pluie moyenne annuelle	avec pluie annuelle max	avec pluie mensuelle max	
Moyenne annuelle	27.2	57.4			55 - 60
Maximum annuel hors 2023-2024	31.1		69.7		65 - 70
<i>Maximum annuel avec 2023-2024</i>	<i>33.6</i>		<i>86.3</i>		<i>85 - 90</i>
Maximum mensuel hors 2023-2024	38.3			155.4	135-160
<i>Maximum mensuel novembre 2023</i>	<i>40.6</i>			<i>185.7</i>	<i>170-185</i>

La comparaison montre que le modèle reste cohérent, notamment pour les valeurs annuelles ; il semble légèrement majorant pour le maximum mensuel.

La piézométrie calculée correspondant à la situation moyenne (« état actuel moyen ») est présentée en Annexe III.

### 3.3. Calcul des débits d'exhaure futurs

#### 3.3.1. Simulations 2030, 3035, et 2038-2040

Les simulations ont été réalisées pour les situations d'exploitation prévisionnelles de 2030, 2035 et 2038-2040 (2038 et 2040 donnant des résultats identiques car la profondeur et l'extension des étages les plus bas ne changent pas).

Ne sont donc présentés pour chaque état d'exploitation que les résultats pour les situations de recharge « standard ». Les situations de recharge et pluie exceptionnellement fortes ne sont traitées que pour la situation d'exploitation maximale et présentées dans le § 3.3.2.

Le Tableau 3 (page suivante) présente les résultats obtenus.

Comme déjà constaté, l'approfondissement vers les étages profonds n'influe que de manière modérée sur l'accroissement du débit d'exhaure en raison des caractéristiques particulières de l'aquifère (la part provenant de la nappe reste limitée).

La hausse par rapport à la situation actuelle reste donc aussi très modérée.

Tableau 3 : Débits d'exhaure 2030, 2035, 2038-2040

	Situation de recharge de la nappe	part nappe m3/h	Exhaure avec pluie m3/h		
			avec pluie moyenne annuelle	avec pluie annuelle max	avec pluie mensuelle max
2030	Moyenne annuelle	27.8	58.0		
	Maximum annuel (hors 2023-2024)	31.7		70.3	
	Maximum mensuel (hors 2023-2024)	38.8			155.9
2035	Moyenne annuelle	28.3	58.5		
	Maximum annuel (hors 2023-2024)	32.1		70.7	
	Maximum mensuel (hors 2023-2024)	39			156.1
2040	Moyenne annuelle	28.8	59.0		
	Maximum annuel (hors 2023-2024)	32.5		71.1	
	Maximum mensuel (hors 2023-2024)	39.4			156.5

### 3.3.2. Exhaure avec pluviométrie exceptionnelle (2023-2024)

Le tableau ci-dessous reprend les résultats pour la situation d'approfondissement maximal, en intégrant les situations de recharge et pluviométrie exceptionnelles telles qu'observées en 2023-2024.

Situation de recharge de la nappe	Etat 2038-2040 part nappe m3/h	Exhaure avec pluie m3/h		
		Simulation de l'approfondissement		
		avec pluie moyenne annuelle	avec pluie annuelle max	avec pluie mensuelle max
Moyenne annuelle	28.8	59.0		
Maximum annuel hors 2023-2024	32.5		71.1	
<i>Maximum annuel avec 2023-2024</i>	<i>34.8</i>		<i>87.5</i>	
Maximum mensuel hors 2023-2024	39.3			156.5
<i>Maximum mensuel novembre 2023</i>	<i>41.5</i>			<i>186.6</i>

Tableau 4 : Débits d'exhaure 2038-2040 avec pluviométrie exceptionnelle

Comme déjà signalé, l'approfondissement vers les étages profonds n'influe que de manière modérée sur l'accroissement du débit d'exhaure en raison des caractéristiques particulières de l'aquifère (la part provenant de la nappe reste limitée). La hausse par rapport aux situations observées en 2023-2024, en particulier en novembre 2023, reste donc aussi très modérée.

## 3.4. Incidence sur le ruisseau de Blacourt

### 3.4.1. Débit de débordement dans le thalweg du ruisseau de Blacourt

Le tableau ci-dessous récapitule les débits de débordement de la nappe calculés par le modèle en situation de recharge moyenne dans le thalweg du ruisseau de Blacourt, ainsi que, pour la situation naturelle initiale et la situation future (fin d'exploitation nappe remontée), dans le thalweg de la voie SNCF (fossés rejoignant le ruisseau du Crembreux).

**Tableau 5 : Débit de débordement de la nappe dans le thalweg du ruisseau de Blacourt  
et dans le thalweg SNCF (en m<sup>3</sup>/h)**

	Q nappe vers ruisseau Blacourt			Drainage Thalweg SNCF (fossés)		
	Valeur	Ecart / initial	Ecart / actuel	Valeur	Ecart / initial	Ecart / actuel
<i>Etat initial</i>	-18.0			-17.5		
Situation actuelle	-9.5	-8.5		0.0	-17.5	
2030	-8.8	-9.2	-0.7	0.0	-17.5	0.0
2035	-8.5	-9.5	-1.0	0.0	-17.5	0.0
2040	-7.9	-10.1	-1.6	0.0	-17.5	0.0
<i>Etat final</i> <i>Carrière remblayée, nappe remontée</i>	-16.5	-1.5	7.0	-17.7	0.2	17.7

Ces résultats montrent :

- Dans la situation actuelle, le débit de drainage de la nappe dans le thalweg du ruisseau de Blacourt est d'environ la moitié du débit en situation naturelle (avant l'existence des carrières).
- Qu'au maximum de l'approfondissement, ce débit se retrouverait réduit d'environ 1,6 m<sup>3</sup>/h, (soit moitié moins que pour l'approfondissement initialement envisagé à la cote -70 m NGF).
- Que dans la situation post-exploitation (nappe remontée après arrêt de l'exhaure et remblaiement ISDI), le débit de nappe drainé par le ruisseau de Blacourt reviendrait à une valeur proche de la valeur initiale (un peu inférieure). Dans la situation naturelle et dans la situation post-exploitation, le thalweg SNCF draine un débit de nappe comparable à celui drainé par le ruisseau de Blacourt (environ 18 m<sup>3</sup>/h).

### 3.4.2. Recul des émergences dans le thalweg du ruisseau de Blacourt

En ce qui concerne les émergences dans le vallon du ruisseau de Blacourt (cf. Figure 6 page suivante) :

- Dans la situation initiale naturelle, les premières émergences se produisaient environ 450 m en amont du petit étang qui marque le début du cours permanent sur la carte IGN. Il en sera de même dans la situation post-exploitation (nappe remontée).
- Dans la situation actuelle, les premières émergences se produisent à environ 100 m en amont de la ferme de Blacourt (recul de 1150 vers l'aval).
- Dans la situation d'approfondissement maximal (2038-2040), elles se produiraient au voisinage de la ferme de Blacourt (soit un recul supplémentaire de 130 m). Par rapport à l'approfondissement initialement envisagé, le recul est moindre de 300 m.

### 3.4.3. Appréciation des incidences calculées

L'appréciation de l'ampleur des incidences calculées peut, comme dans le rapport A95870/B de janvier 2019, se faire au regard des quelques données disponibles sur le débit du ruisseau de Blacourt à l'ancienne station n°13 de la DIREN, qui a été suivie de juillet 1999 à juillet 2000, sur un cycle hydrologique moyen.

Sur cette période, le débit moyen d'écoulement du cours d'eau a été estimé à 215 m<sup>3</sup>/h. La part provenant de la nappe est donc limitée sur ce tronçon (9,5 m<sup>3</sup>/h dans la situation actuelle, soit moins de 5% du débit moyen).

Comme estimé plus haut (Tableau 4), l'approfondissement maximal de la carrière du Banc Noir générerait une baisse d'environ 1,6 m<sup>3</sup>/h par rapport à la situation actuelle, soit moins de 1% du débit moyen du tronçon le plus amont du cours d'eau (de sa source au point 13).

Le ruisseau reste très majoritairement alimenté par le ruissellement. Un peu plus en aval (à environ 1 km) à Leulinghen-Bernes, il reçoit les eaux d'exhaure des carrières du Boulonnais.

**L'incidence du projet d'approfondissement de la carrière du Banc Noir sur le débit du cours d'eau apparait donc très modérée par rapport à la situation actuelle.**

Une partie du tronçon amont du ruisseau de Blacourt est reprise dans la cartographie des zones à dominante humide dans le SDAGE Artois-Picardie (cartographie 2008, toujours reprise dans le SDAGE actuel), sous forme de 2 petites zones disjointes, l'une en amont de l'étang, l'autre dans le secteur de la ferme de Blacourt (cf. carte en Annexe IV)<sup>1</sup>. Dans la situation actuelle, la zone la plus amont n'est déjà plus alimentée par les émergences de la nappe (ce sont des points bas topographiques alimentés par ruissellement), et la zone aval uniquement en partie. Le recul supplémentaire des émergences lié à l'approfondissement de la carrière n'affecte qu'une partie de cette zone qui reste par ailleurs toujours alimentée par le ruissellement. **Ces zones ne sont par ailleurs pas reprises dans la cartographie des zones humides à enjeux identifiées dans le SAGE du Boulonnais (cf. Annexe IV).**

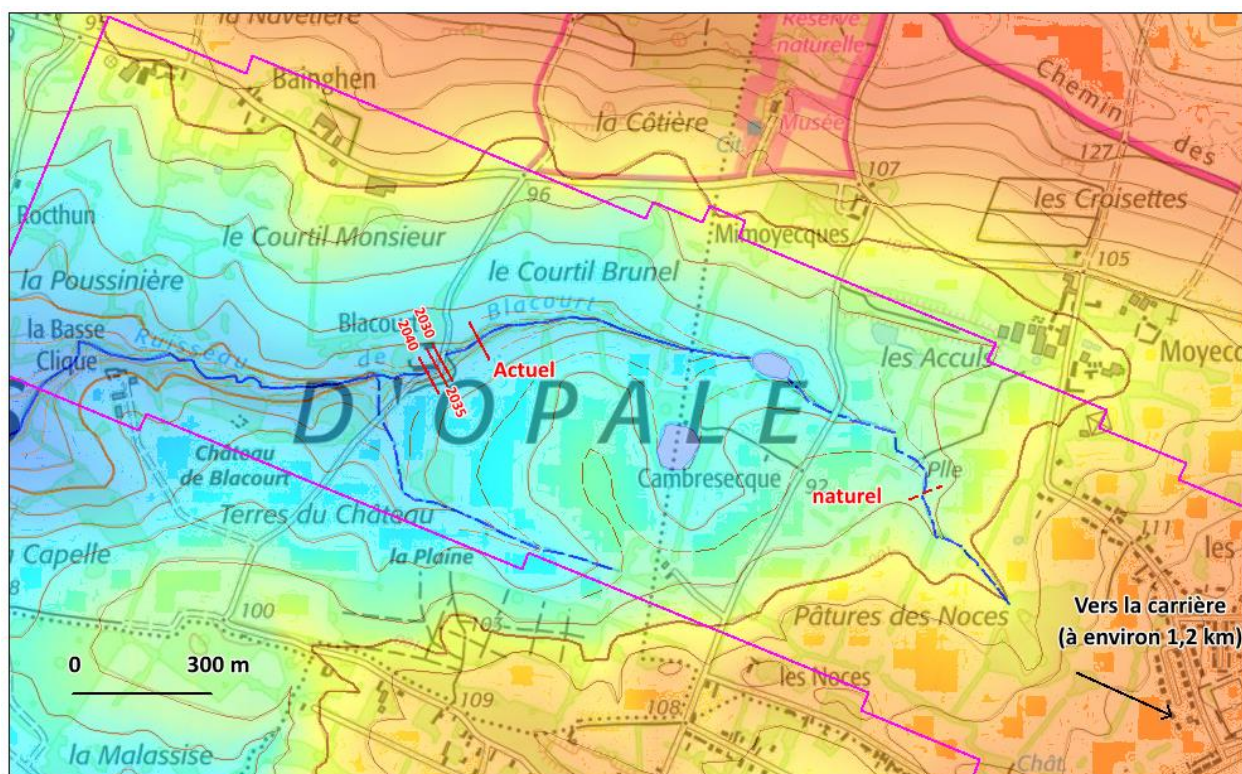


Figure 6 : Localisation des premières émergences de la nappe au niveau du ruisseau de Blacourt

<sup>1</sup> Selon la cartographie nationale des zones humides (pré-localisation des milieux humides – 2023 ; cf. Annexe IV), c'est plus logiquement tout le fond de vallon (lit du ruisseau et abords) qui est repris en milieu probablement humide ; pour l'heure ces zones ne sont néanmoins pas identifiées comme zones à enjeux.

### 3.5. Etat post-exploitation avec nappe remontée

La situation piézométrique correspondant à l'état post-exploitation (arrêt de l'exhaure et remontée à l'équilibre de la nappe, carrière du Banc Noir en partie remblayée par des matériaux inertes) est illustrée par la carte piézométrique jointe en Annexe III.

Elle montre un retour à une situation proche de la situation naturelle initiale, avec une crête piézométrique (ligne de partage des eaux souterraines) positionnée à peu près sous le hameau des Montagues, et un drainage de la nappe de part et d'autre, par le ruisseau de Blacourt à l'Ouest et par les fossés du thalweg des voies SNCF à l'Est de la carrière du Banc Noir.

## 4. Interactions avec le remblaiement de la carrière du Griset

Les incidences du projet de remblaiement de la carrière du Griset par des matériaux type ISDI+ a été étudié dans le cadre de l'étude de 2018 (rapport Antea Group A95870/B de janvier 2019), au moyen d'une modélisation hydrodispersive.

Compte tenu du contexte (transit sur faible distance dans les eaux souterraines avant reprise dans les eaux d'exhaure de la carrière du Banc noir, ou à l'état post-exploitation, drainage par les fossés du thalweg SNCF), la problématique revenait à examiner l'incidence du rejet des eaux souterraines dans les eaux de surface. Une modélisation hydrogéologique hydrodispersive avait néanmoins été nécessaire et mise en œuvre pour estimer les concentrations dans les eaux souterraines rejoignant le milieu superficiel.

Le modèle a ainsi permis de calculer les flux massiques rejoignant les eaux superficielles :

- Via le pompage dans la situation avec exploitation de la carrière du Banc Noir.
- Via le drainage naturel de la nappe par les fossés du thalweg SNCF dans la situation post-exploitation.

Les concentrations résultantes dans les eaux superficielles (le Crembreux où se déversent les fossés en aval) étaient ensuite calculées en intégrant la dilution naturelle par les débits amont. Ce calcul a été fait pour une situation moyenne (débit moyen des fossés et du Crembreux) et pour une situation pénalisante (faible dilution : pas de dilution de l'exhaure par les apports pluviaux, débit amont des fossés SNCF nul, débit minimal mensuel pour le Crembreux).

Les calculs ont également envisagé les différentes situation envisageables (pendant l'exploitation, actuel / avec approfondissement, remblais en eau / hors d'eau). Les résultats des simulations avec remblais ISDI+ en eau avaient conduit Stinkal à ne pas retenir cette option (remblaiement préalable du fond de carrière en eau par des matériaux inertes).

Dans la situation actuelle (2017-2018), avec remblaiement du Griset par des matériaux ISDI+ hors d'eau, les valeurs de référence n'étaient pas dépassées ; c'était également le cas dans la situation avec approfondissement.

Le paramètre conditionnant principalement ce résultat est la part du débit d'exhaure provenant de la nappe. **En conséquence, les conclusions de l'étude de 2018 restent inchangées pour la situation actuelle (2025) et la situation avec approfondissement (à -30 m NGF).** En effet :

- La limitation de l'approfondissement à -30 m NGF ne modifie pas les hypothèses de calcul (on reste dans la situation des remblais ISDI+ hors d'eau, d'autant plus qu'entre temps une partie du fond de la carrière du Griset a déjà été remblayée par des inertes.
- Le débit provenant de la nappe ne varie pas significativement entre les simulations hydrodynamiques de 2018 et les simulations récemment mises à jour (résultats pour l'état « actuel » 2017 et l'état actuel 2025 similaires ; résultats pour l'état d'approfondissement maximal similaires entre -70 et -30 m NGF voire un peu moins pénalisants dans le cas de la limitation à -30 m NGF).

Pour la situation future post-exploitation (nappe remontée), l'étude de 2018 conduisait à introduire une limitation du dépassement de la valeur de l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 à un facteur 1,5 pour le cuivre uniquement.

**Cette conclusion reste également inchangée** du fait que l'état post-exploitation réactualisé ne diffère pas significativement de l'état simulé en 2018 (débit de drainage de la nappe par les fossés du thalweg SNCF similaire).

Rappelons également que dans le cas de la carrière du Banc Noir, le remblaiement est prévu uniquement avec des matériaux inertes internes et externes de type ISDI, ce qui n'implique pas d'étude spécifique.

## 5. Conclusions

La nappe d'eaux souterraines baignant les calcaires de Blacourt et la formation de Caffiers est alimentée par la recharge pluviale selon une superficie d'impluvium très limitée. Ses exutoires actuels sont le tronçon amont du ruisseau de Blacourt et les pompages d'exhaure de la carrière du Banc noir. Dans le futur (pompages d'exhaure arrêtés, nappe remontée, correspondant aussi à la situation naturelle initiale), un drainage naturel se produira au niveau du thalweg emprunté par la voie SNCF. Les fossés qui jouxtent les voies ferrées (dont le fossé Ouest qui reçoit actuellement les eaux d'exhaure), véhiculent les eaux jusqu'au ruisseau du Crembreux, qui constitue leur exutoire naturel.

Le modèle hydrodynamique mis en œuvre permet de reproduire le fonctionnement de cette nappe ; il a été calé lors de la mise en œuvre du modèle en 2018 pour une précédente version du projet (la nouvelle version du projet prévoit notamment une limitation de l'approfondissement à la cote -30 m NGF au lieu de -70 m NGF, et une réduction de l'emprise du plancher). Ce calage a été effectué en régime permanent sur les données moyennes concernant le débit d'exhaure de la carrière du banc noir et mis en cohérence avec le débit des émergences du ruisseau de Blacourt. Il n'a pas été nécessaire de recalculer le modèle dans le cadre de l'actualisation du projet, les prévisions du modèle restant cohérentes avec la situation actuelle de l'exploitation.

Concernant les **incidences du projet d'approfondissement de la carrière du Banc Noir sur les débits d'exhaure et la nappe** :

- Comme déjà constaté antérieurement, les **débits d'exhaure calculés** à l'horizon 2030, 2035, et 2038-2040 (cette dernière situation correspondant à l'approfondissement maximal prévu à la cote -30 m NGF) n'augmentent que peu par rapport à la situation actuelle, en raison du contexte hydrogéologique particulier. Le débit moyen annuel devrait ainsi varier comme actuellement entre 60 et 90 m<sup>3</sup>/h environ selon les variations de la recharge pluviale, avec des pointes pouvant atteindre 160 m<sup>3</sup>/h sur un mois très pluvieux voire jusqu'à environ 190 m<sup>3</sup>/h (en moyenne mensuelle) en situation exceptionnellement pluvieuse type novembre 2023.
- L'abaissement du niveau de la nappe généré par l'approfondissement de la carrière et donc de la cote d'exhaure :
  - ne génère pas d'incidence en termes de ressource puisque cette nappe n'est pas exploitée, ni d'ailleurs exploitable à un débit significatif ;
  - ne génère qu'une incidence très limitée sur le ruisseau de Blacourt avec un recul des premières émergences de la nappe d'environ 130 mètres par rapport à la situation actuelle, et une perte moyenne du débit de drainage de la nappe de l'ordre de 1,6 m<sup>3</sup>/h (à comparer au débit moyen d'environ 215 m<sup>3</sup>/h en amont de l'ancienne station de Rezelinghen). Ce cours d'eau est en effet majoritairement alimenté par le ruissellement ; par ailleurs, il reçoit, plus en aval, les eaux d'exhaure des carrières du Boulonnais.

Au terme de l'exploitation, après remblaiement d'une partie de la carrière du Banc Noir (par des matériaux inertes uniquement), et remontée du niveau de la nappe, la piézométrie reviendra à une situation proche de l'état naturel avant création des carrières : crête piézométrique à l'aplomb du hameau des Montagues, drainage des eaux de part et d'autre (vers ruisseau de Blacourt / fossés SNCF).

Concernant les interactions avec le remblaiement de la carrière du Griset par des matériaux inertes et des matériaux de type ISDI+, les conclusions de l'étude de 2018 restent inchangées, à savoir la limitation du facteur de dépassement des valeurs de l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 à un facteur 1,5 au lieu de 3 pour le cuivre uniquement, le dépassement pour les autres paramètres pouvant atteindre le facteur maximal de 3 prévu dans cet Arrêté.

## Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

De même, le contenu de la prestation INFOS ne peut être considéré comme exhaustif. Il est le reflet de ce que les personnes rencontrées et les documents transmis et consultés ont pu révéler. La responsabilité d'Antea Group ne saurait être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/annexes>

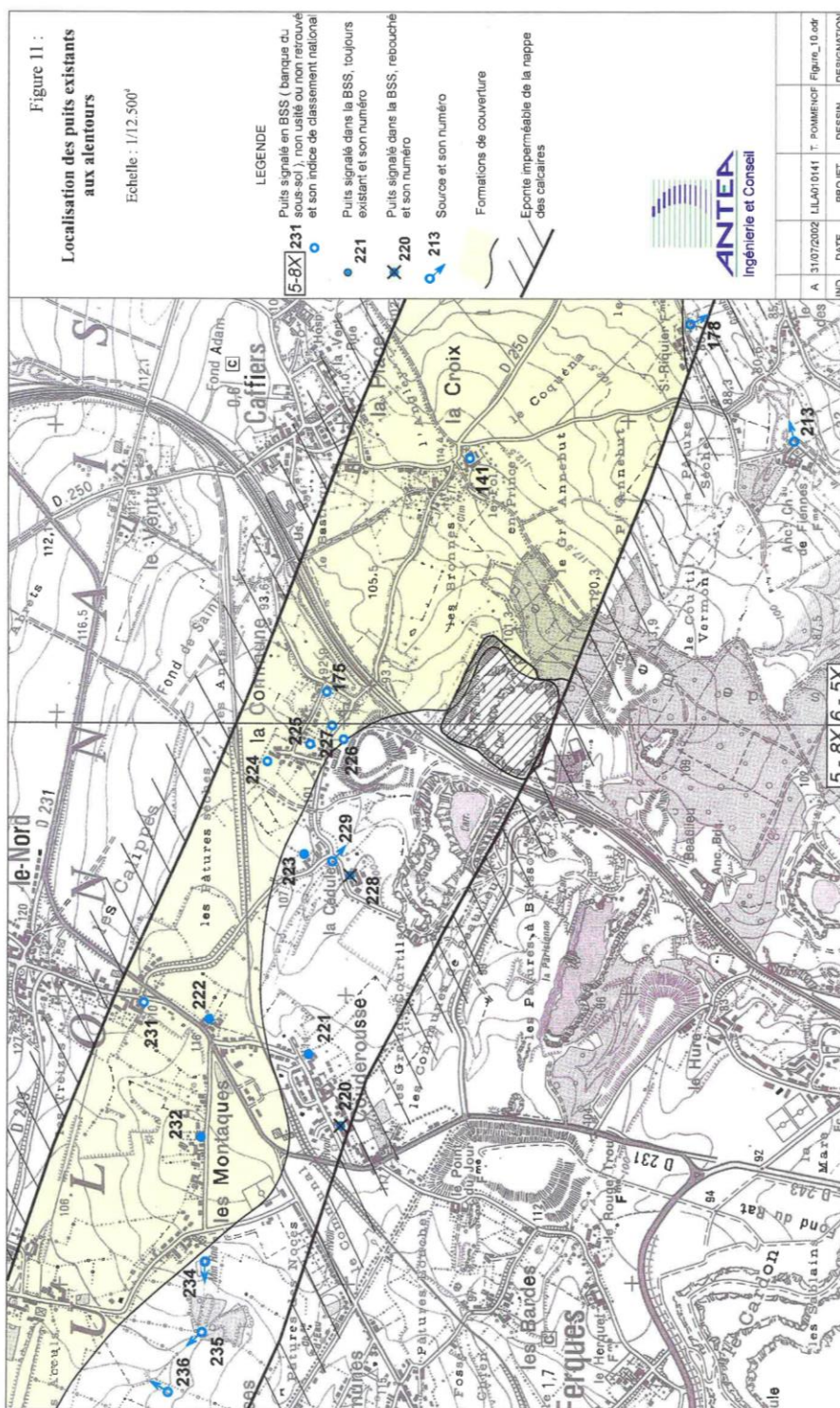


# ANNEXES

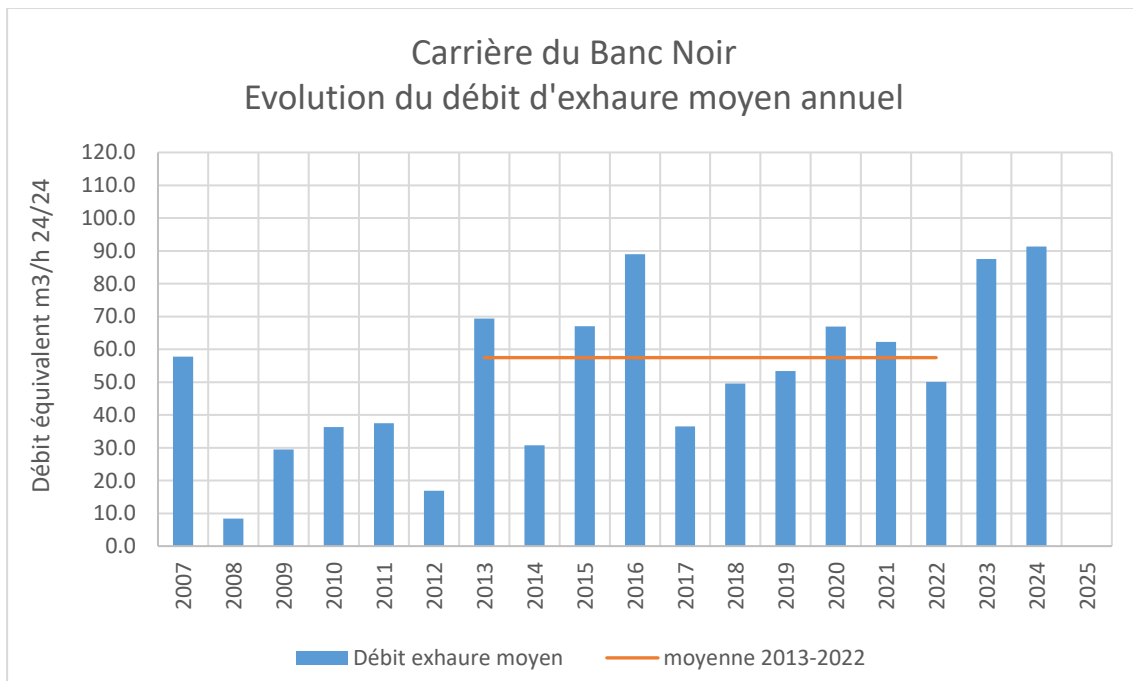
- Annexe I : Inventaire des puits au voisinage des carrières
- Annexe II : Historique des débits d'exhaure de la carrière du Banc Noir
- Annexe III : Piézométries calculées
- Annexe IV : Zones humides répertoriées

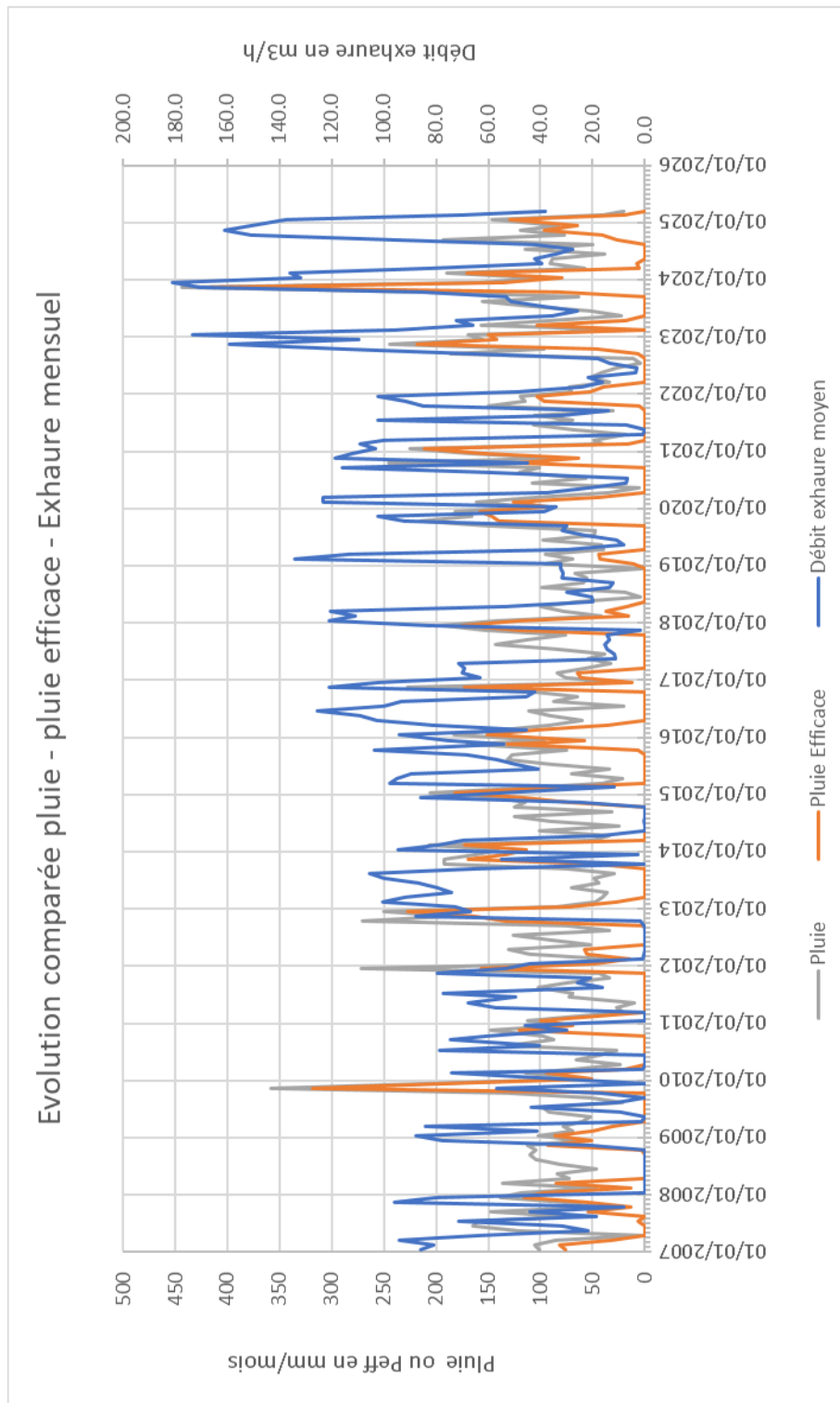
## Annexe I : Inventaire des puits au voisinage des carrières

Source : Banque de données du sous-sol et visite de terrain en 2002  
(Extrait du rapport Antea A29912/B)

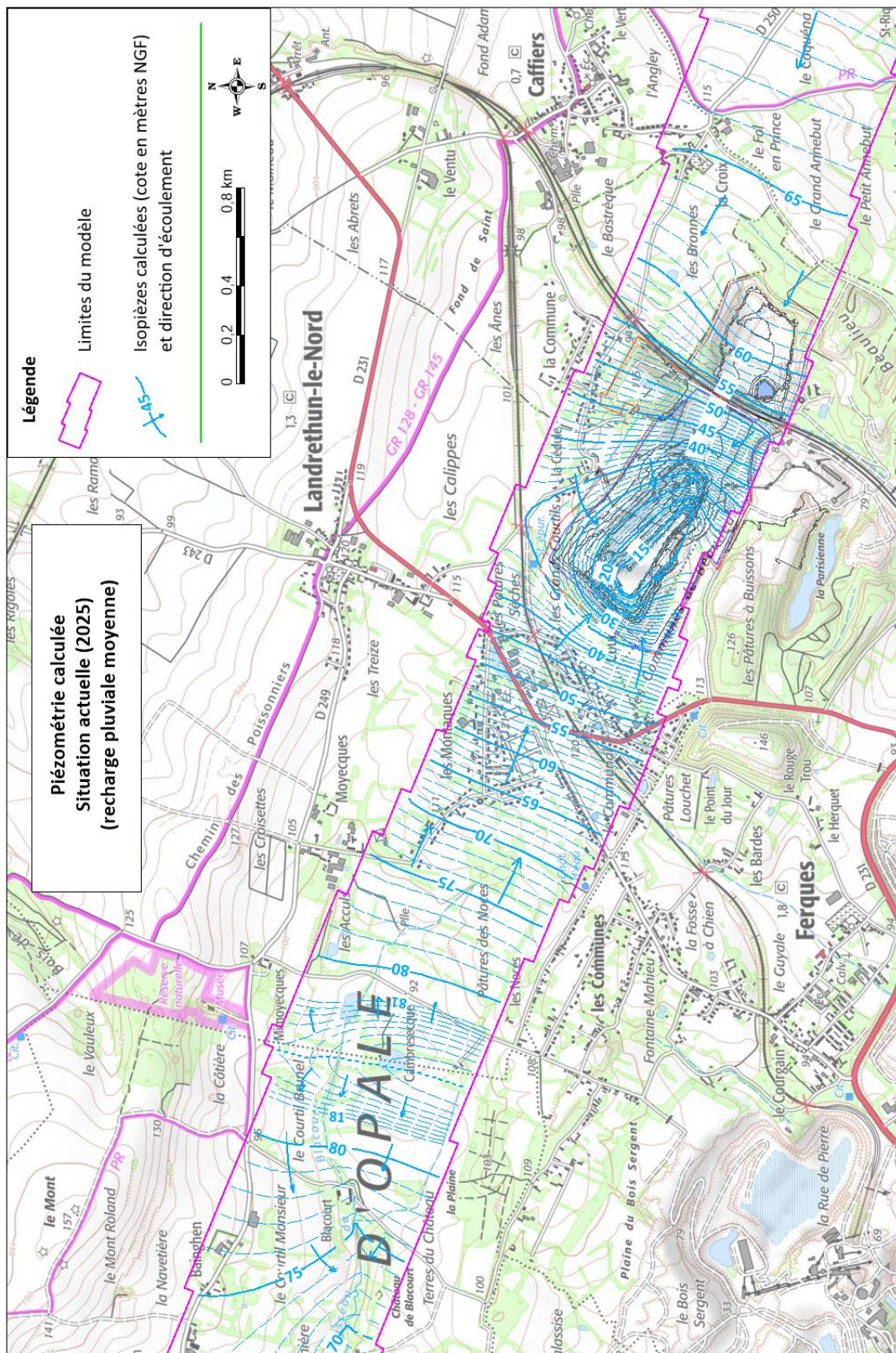


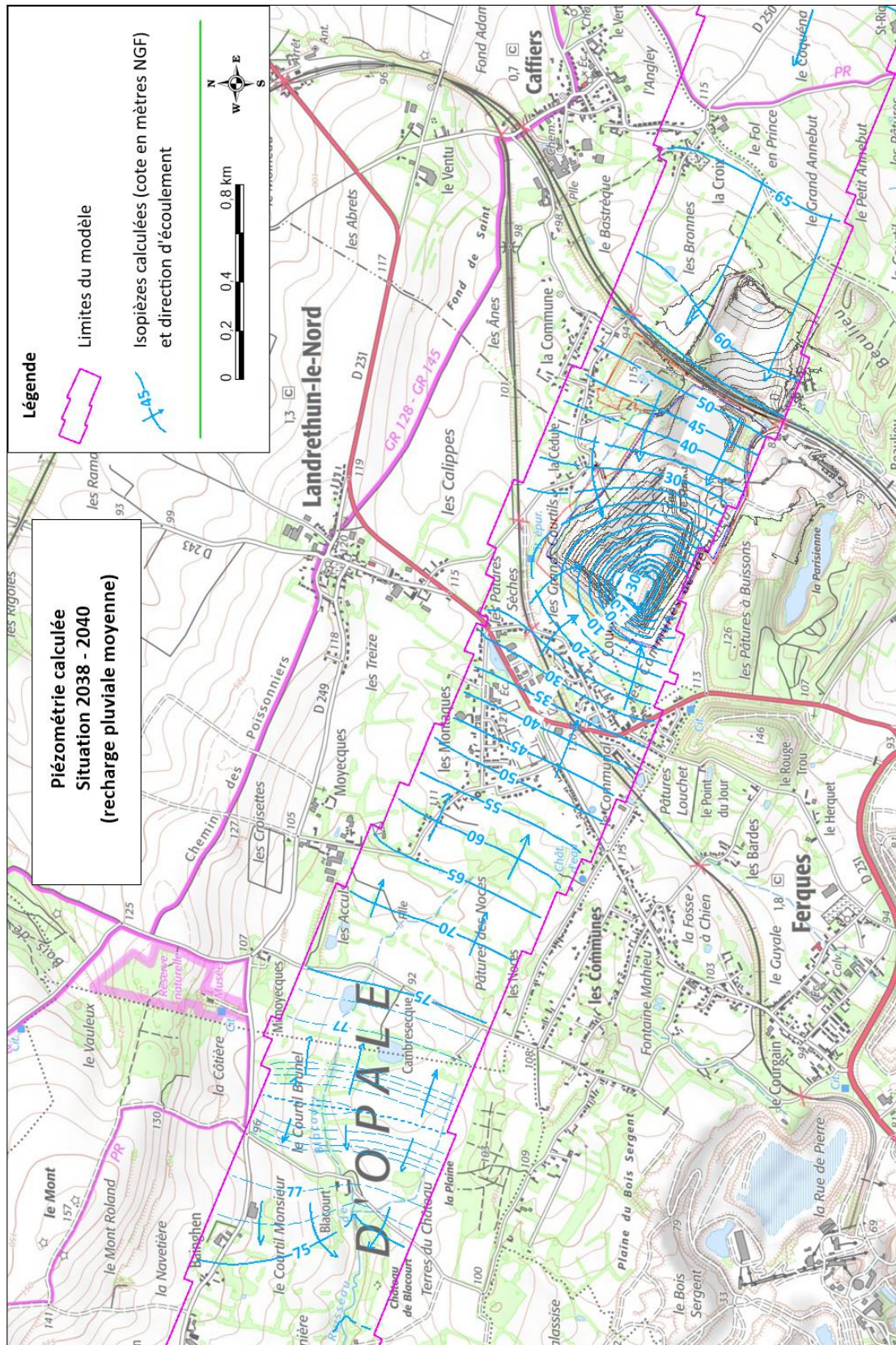
## Annexe II : Historique des débits d'exhaure de la carrière du Banc Noir

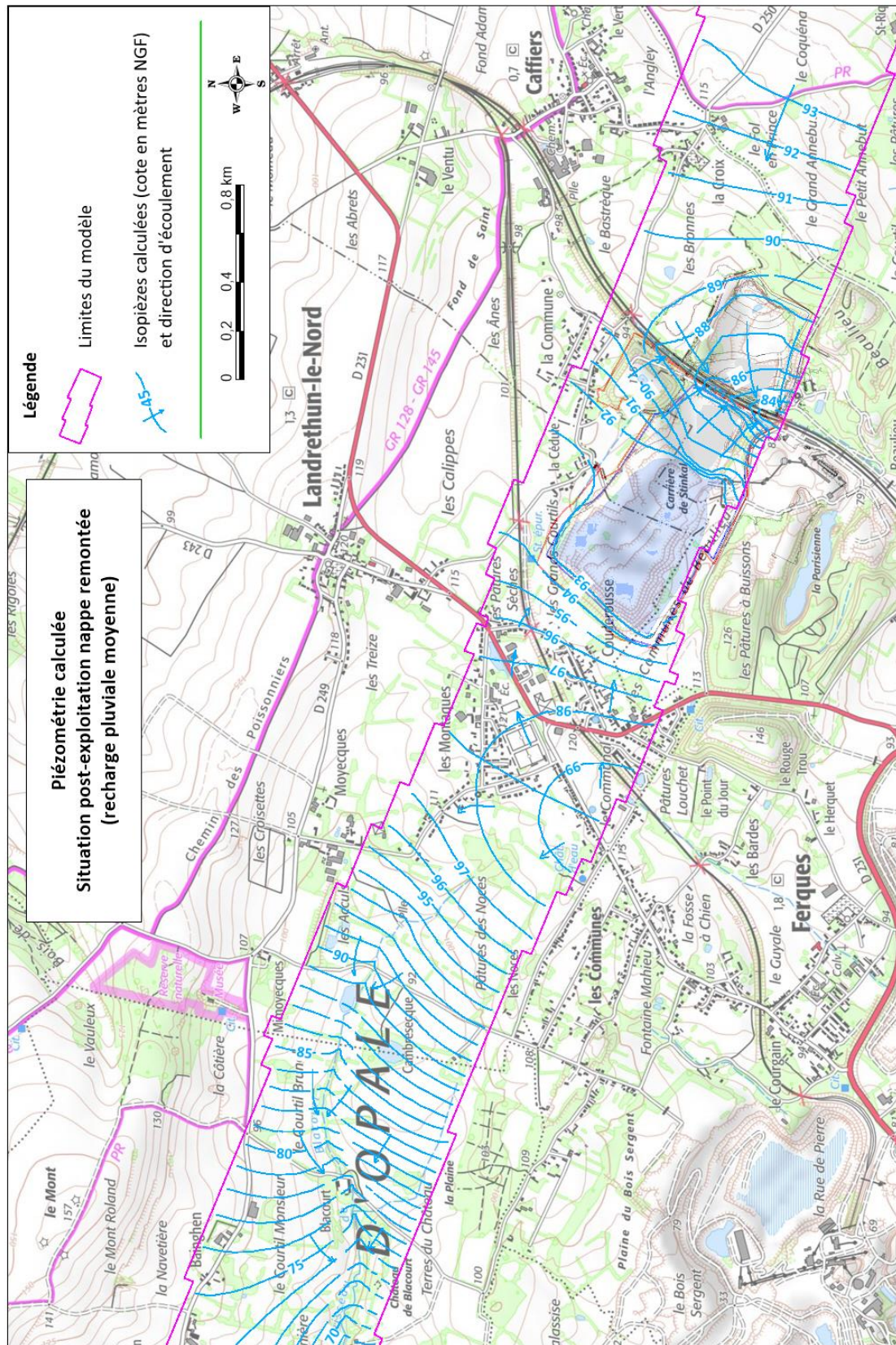




### Annexe III : Piézométries calculées

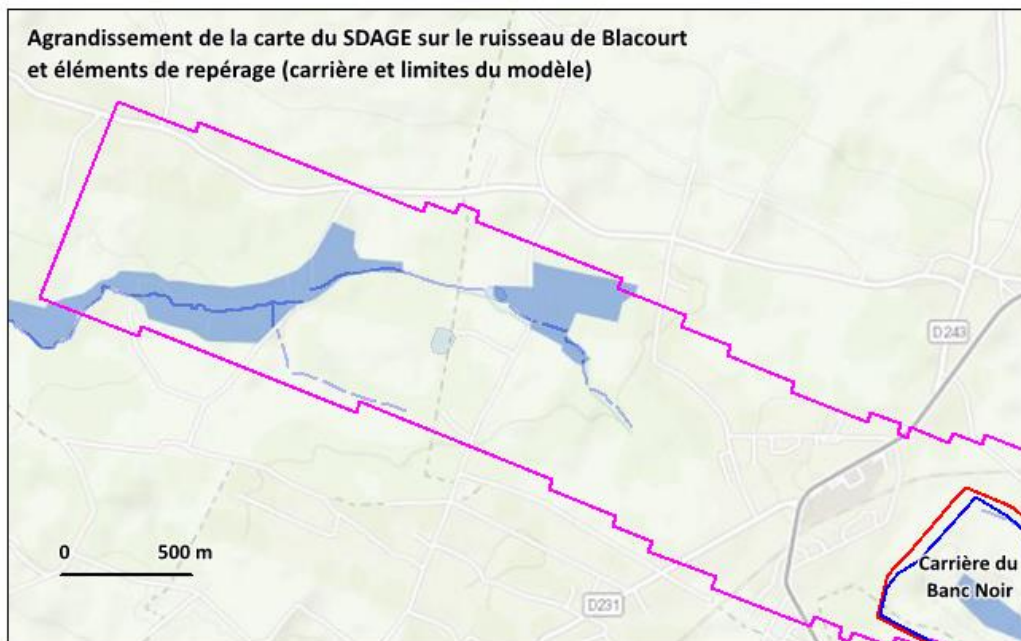




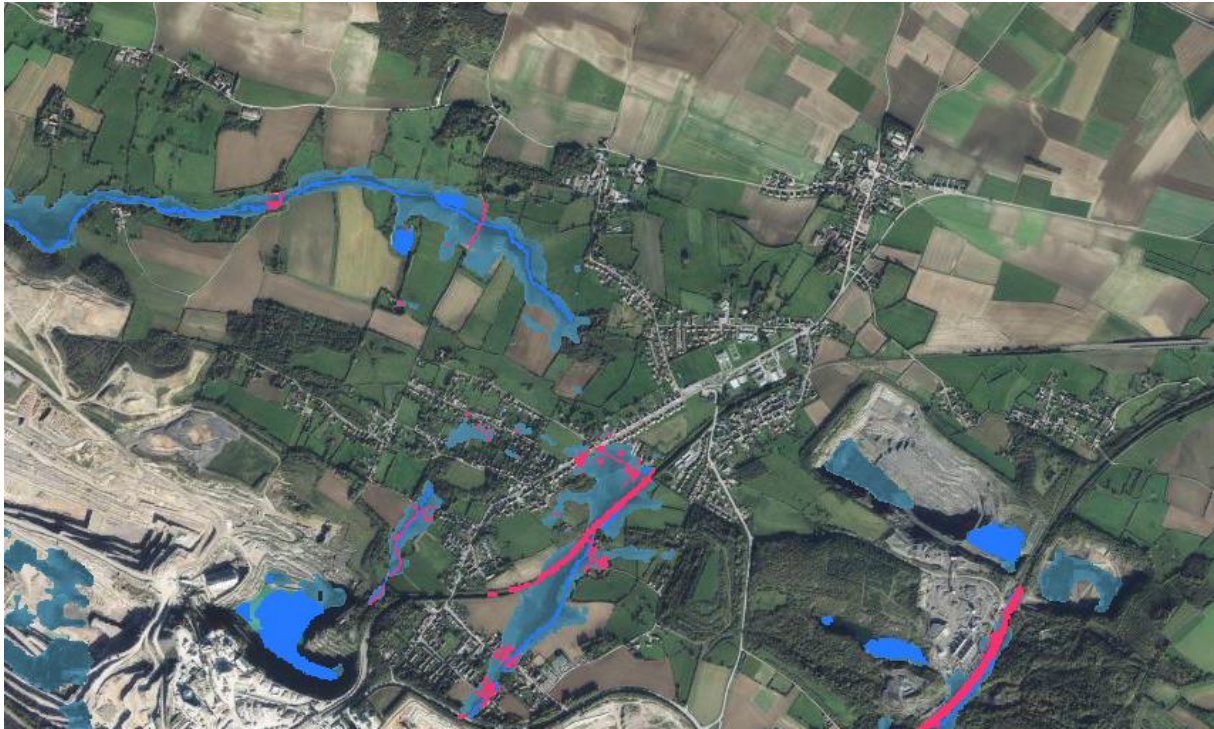







## Annexe IV : Zones humides répertoriées

### Zones à dominantes humides du SDAGE Artois-Picardie (2008)

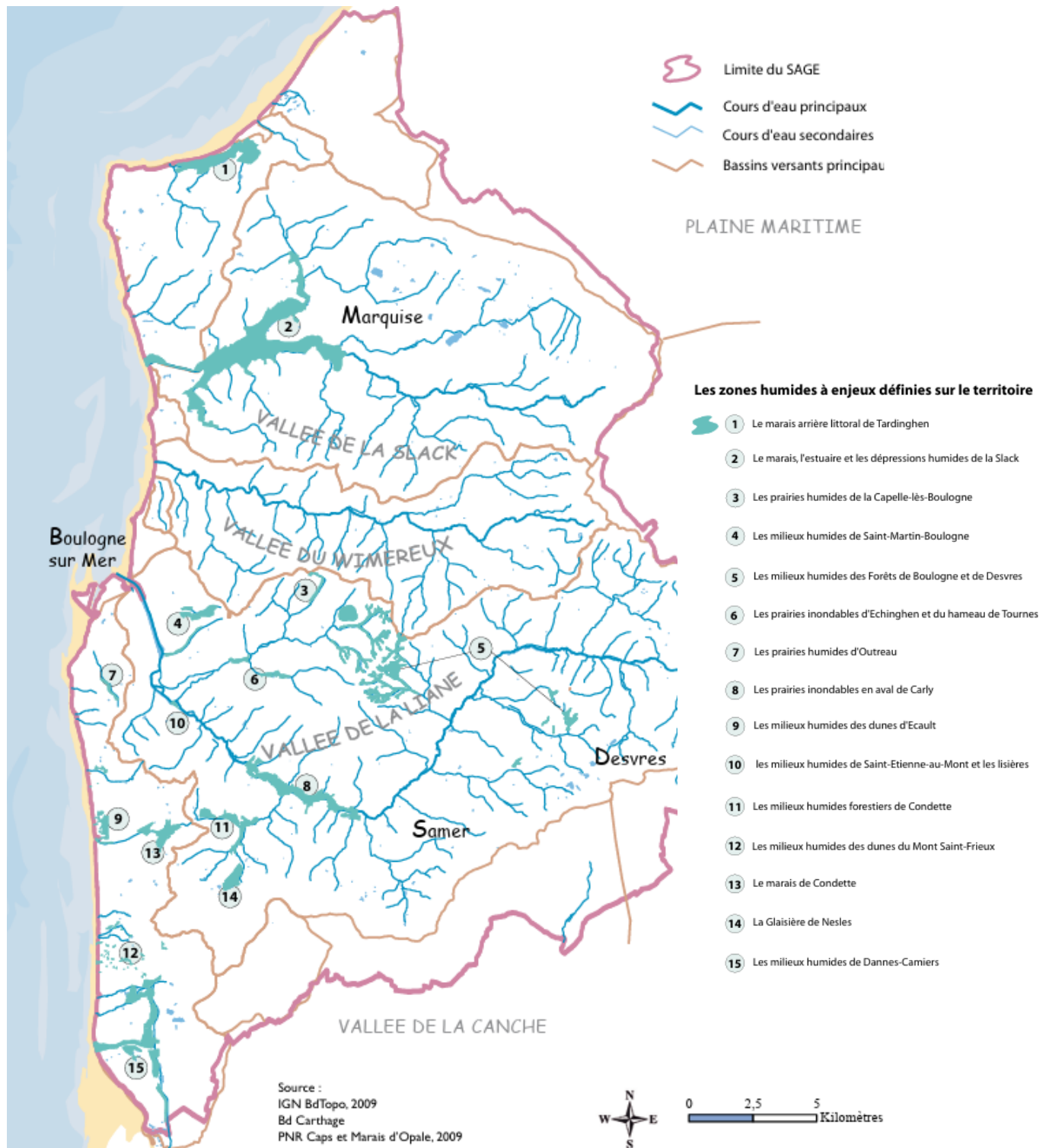


**Cartographie nationale des milieux humides**  
*Pré-localisation des milieux humides 2023*




-  Milieu probablement non humide
-  Milieu probablement humide (probabilité faible)
-  Milieu probablement humide (probabilité forte)
-  Zone en eau
-  Milieu probablement humide artificialisé

### Zones humides à enjeux du SAGE du Boulonnais



**Zones humides effectives (sig.reseau-zones-humides.org)**

Zones humides

 Zones humides





Acteur majeur de l'ingénierie de l'environnement  
et de la valorisation des territoires



#### EAU

*Évaluation, exploitation, gestion et sécurisation de la ressource en eau, géothermie, eau potable et assainissement, traitement des eaux industrielles, aménagements hydrauliques et restauration écologique*



#### ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL

*Évaluation, gestion et valorisation des sites et sols pollués, dossiers réglementaires, risques industriels, audits et conseils, clés en main et maîtrise d'œuvre de travaux de dépollution, ingénierie de l'air*



#### INFRASTRUCTURES

*Géotechnique, fondations et terrassements, ouvrages et structures, déconstruction, désamiantage, déplombage, gestion et valorisation des matériaux et des déchets, aménagements urbains, risques naturels*



#### MESURES ET GESTION DES DONNÉES

*Mesures d'eau, de pollution atmosphérique, d'exposition professionnelle, d'air ambiant, d'air intérieur*

*Modélisation, simulation numérique et spatialisation, systèmes d'information et solutions pour la gestion des données environnementales*

---

#### Références :



Portées  
communiquées  
sur demande

*Établissements concernés par les certifications SSP :  
Marseille, Gennevilliers, Rouen, Strasbourg, Nancy,  
Lille, Toulouse, Bordeaux, Nantes, Lyon et Montpellier*