

ANNEXE 5 :
CARRIERE DE KERGANTIC A PLOEMEUR
- VOLET EAUX SOUTERRAINES ET EAUX
SUPERFICIELLES
(ANTEA GROUP, SEPT. 2021)

ET

PRECISIONS DES INCIDENCES SUR LES
COURS D'EAU ET LES ZONES HUMIDES
(ANTEA GROUP, AVRIL 2022)

Carrière de KERGANTIC à Ploemeur (56)

Volet Eaux Souterraines et Eaux Superficielles de l'Etude d'Impact



Rapport n°A 109955/version A– 03 septembre 2021

Projet suivi par Yoann BAUNY – 06.20.73.70.89 – yoann.bauny@anteagroup.fr

Fiche Signalétique

Carrière de KERGANTIC à Ploemeur (56)

Volet Eaux Souterraines et Eaux Superficielles de l'Etude d'Impact




CLIENT

Raison sociale	Imerys Ceramics France
Coordonnées	Lanvrian, 56270 Ploemeur
Contact / Destinataire	M. LECHENAULT julien.lechenault@imerys.com

SITE D'INTERVENTION

Raison sociale	Carrière de Kergantic
Famille d'activité	Carrière
Domaine Antea Group	Eau
Date de remise	3 septembre 2021
Nombre d'exemplaire remis	1 ex. informatique
Pièces jointes	-
Responsable Commercial	M. Yoann BAUNY

N° Rapport/ N°Projet	A 109955 A/BREP200035
Révision	/

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Y. BAUNY	Ingénieur de projet	septembre 2021	
Vérification	A. JOBARD	Responsable adjoint Pôle Eau Direction Régionale Grand Ouest	septembre 2021	
Relecture qualité	K. LE FOL	secrétariat	septembre 2021	

Sommaire

1	Introduction	7
2	Données disponibles	8
3	Présentation du site et du projet	9
3.1	Etat actuel.....	9
3.1.1	Présentation générale.....	9
3.1.2	Arrêté d'autorisation actuel et profondeur d'exploitation actuelle.....	10
3.2	Etat futur.....	11
4	Etat initial.....	12
4.1	Contexte Hydrographique	12
4.2	Contexte géologique.....	13
4.2.1	Contexte géologique général	13
4.2.2	Contexte géologique local.....	13
4.3	Contexte hydrogéologique général et masse d'eau concernée par le projet.....	13
4.4	Contexte hydrogéologique local.....	14
4.4.1	Etudes réalisées.....	14
4.4.2	Piézométrie et sens d'écoulement de la nappe.....	15
4.4.3	Productivité et caractéristiques hydrodynamiques de la nappe	16
4.4.4	Amplitude de variations piézométriques.....	17
4.4.5	Rôle de la faille associée au filon de quartz	18
4.4.6	Description du phénomène de biseau salé et cadre théorique.....	19
4.4.7	Proposition d'un schéma de fonctionnement de l'aquifère en relation avec le projet	21
4.5	Usage des eaux souterraines.....	22
4.5.1	Ouvrages captant les eaux souterraines dans le secteur.....	22
4.5.2	Captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP).....	24
4.6	Qualité des eaux souterraines.....	26
4.6.1	Généralités et objectif de qualité de la masse d'eau.....	26
4.6.2	Qualité des eaux des captages AEP du secteur.....	26
4.6.3	Qualité des eaux de la nappe, de la carrière et des rejets.....	27

5	Evaluation des incidences du projet sur les eaux souterraines et les eaux superficielles.....	29
5.1	Méthodologie d'évaluation de l'impact du projet sur les eaux souterraines et présentation de la modélisation hydrodynamique réalisée	29
5.2	Principaux résultats de la modélisation hydrodynamique réalisée	31
5.3	Incidence du projet sur les eaux souterraines	32
5.3.1	Incidences sur la nappe et les ouvrages voisins.....	32
5.3.2	Incidence sur les captages AEP	35
5.3.3	Incidence sur la qualité de l'eau de la nappe de socle.....	35
5.3.4	Incidence sur les débits d'exhaure de la carrière et la qualité des eaux disponibles sur le site	36
5.4	Incidence du projet sur les eaux superficielles.....	37
5.5	Incidence des rejets et incidence sur le milieu océan.....	40
5.5.1	Incidence des rejets d'eau.....	40
5.5.2	Incidence sur le milieu Océan	40
5.6	Incidence des remblayages	40
6	Synthèse des impacts prévisibles.....	41
6.1	Eaux souterraines	41
6.2	Eaux superficielles	43
6.3	Rejet et Milieu Océan	44
7	Mesures d'évitement, de réduction et compensatoires (ERC) proposées en vue de limiter les impacts	45
7.1	Eaux souterraines	45
7.2	Eaux superficielles	46
7.3	Rejets et Milieu Océan.....	47

Table des illustrations

FIGURES

Figure 1 : localisation actuelle de la carrière (Arrêté Préfectoral du 01/02/2008)	50
Figure 2 : localisation et nature des différentes zones du site (état actuel)	51
Figure 3 : coupe schématique du site en l'état actuel	52
Figure 4 : réseau hydrographique et masses d'eau superficielles	53
Figure 5 : extrait carte géologique de Lorient (BRGM)	54
Figure 6 : coupe schématique du gisement principal de kaolins, orientation E-W (Imerys)...	55
Figure 7 : aquifère de socle (Source : Wyns & al)	56
Figure 8 : piézométrie de la nappe de socle et sens d'écoulement.....	57
Figure 9 : localisation des piézomètres profonds réalisés en fin d'année 2020.....	58
Figure 10 : variation saisonnière sur le forage KERBILLAN de Hennebont (56) – source ADES	58
Figure 11 : suivi piézométrique réalisé sur le site de Kergantic en mNGF (Imerys)	59
Figure 12 : carte de marnage (en cm) pour un coefficient de marée de 120 (SHOM 2016) et niveau marin moyen (en rouge).....	60
Figure 13 : coupe schématique perpendiculaire au littoral selon Ghyben-Herzberg (extrait de Frissant et al, 2005)	61
Figure 14 : localisation des ouvrages recensés à la banque de données du sous-sol dans un rayon de 1.5 km.....	62
Figure 15 : captages AEP du secteur et périmètres de protection associés	63
Figure 16 : carte des captages EDCH (Eau Destinée à la Consommation Humaine) potentiellement vulnérable aux intrusions salines en Bretagne (rapport BRGM RP69012-FR)	64
Figure 17 : Conductivité (courbe verte) et teneurs en chlorures (courbe bleue) sur le forage AEP de Kermadoye entre 1996 et 2015 (source ADES)	65
Figure 18 : carte de conductivité et concentrations en Chlorures	66
Figure 19 : influence d'un pompage sur le biseau salé à partir du schéma théorique de Ghyben Herzberg (Frissant et al., 2009).....	67
Figure 20 : carte piézométrique simulée en mNGF pour l'état actuel (en haut) et pour l'état toutes fosses ouvertes traduisant l'incidence théorique maximale qui ne sera jamais atteinte dans la réalité (en bas)	68
Figure 21 : carte piézométrique simulée en mNGF pour l'état actuel (en haut) et pour l'état final 2053 en mNGF, horizon 30 ans (en bas)	69
Figure 22 : carte d'iso rabattement induit par le projet entre l'état actuel et état toutes fosses ouvertes (en m)	70
Figure 23 : carte d'iso rabattement induit par le projet entre l'état actuel et état 2053 (en m)	71
Figure 24 : altitude théorique en mNGF du biseau salé pour l'état actuel (en haut) et l'état toutes fosses ouvertes (en bas)	72
Figure 25 : altitude théorique en mNGF du biseau salé pour l'état actuel (en haut) et l'état à 2053 (en bas).....	73
Figure 26 : carte des écoulements superficiels identifiés autour du projet	74

TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des données consultées	8
Tableau 2 : caractéristiques des ouvrages recensés à la banque de données du sous-sol dans un rayon de 1.5 km.....	23
Tableau 3 : principales caractéristiques des forages de GUIDEL	25
Tableau 4 : Rabattements théoriques induits sur les ouvrages voisins.....	32

ANNEXES

Annexe I : Plan de Phasage	
Annexe II : Fiche masse d'eau souterraine FRGG011 « Scorff »	
Annexe III : Résultats des mesures réalisées sur les plans d'eau et les ouvrages visités	
Annexe IV : Coupes géologiques et techniques et graphiques d'interprétations des tests de pompages – Piézomètres PzB1 et 2	
Annexe V : Analyse d'eau brute du forage de KERMADOYE (source ADES)	
Annexe VI : Analyses d'eau réalisées en mai 2019 sur le plan d'eau de Générale Carrière et sur l'exutoire principal de la carrière (Courégant)	
Annexe VII : Analyses d'eau réalisées par Antea Group lors des investigations de 2020	
Annexe VIII : Note descriptive de la modélisation hydrodynamique réalisée	
Annexe IX : Planche photographique illustrant les observations réalisées sur les écoulements du secteur	
Annexe X : Note de la DDTM vis-à-vis du classement des cours d'eau du secteur	

1 Introduction

La société IMERYS Ceramics exploite une carrière de kaolins à Ploemeur (56) au lieu-dit Kergantic (Figure 1).

La société souhaite poursuivre ses activités au-delà de son autorisation préfectorale en date du 01/02/2008 et permettant l'exploitation du site jusqu'en 2023.

Dans ce cadre, la société souhaite renouveler son autorisation actuelle pour une durée de 30 ans et étendre son emprise. Le projet prévoit donc :

- la poursuite des activités d'extraction ;
- le stockage des matériaux : stériles, produits bruts, produits finis ;
- l'approfondissement de certaines fosses d'extraction ;
- la revalorisation d'anciennes lagunes.

Le présent rapport constitue le volet d'évaluation des impacts de ce projet sur les eaux souterraines et superficielles.

2 Données disponibles

La liste des principales données consultées pour cette étude est présentée dans le tableau ci-dessous.

Titre	Source
Base de données des sondages de la carrière de Kergantic-Lanvrian-Lopeheur (KLL)	Imerys
Carte des volumes des lagunes et de kaolins disponibles sur KLL	Imerys
Carte des pompes de la carrière de KLL	Imerys
Carte des réseaux du site de KLL	Imerys
Schéma du circuit des eaux de la carrière de KLL	Imerys
Carte de la surface des différents bassins versants de la carrière	Imerys
Carte de localisation des zones de remblais et des lagunes sur le site de KLL	Imerys
Plan topographique	Imerys
Carte de la carrière avec les limites d'extraction, périmètre, bâtiments, bassins de décantation, les routes etc.	Imerys
Arrêté d'autorisation de carrière en date de février 2008	Imerys
Planches de présentation de la géologie régionale et de la carrière de KLL.	Imerys
Cartes des phases d'exploitation de la carrière : phase 1 à phase 7	Imerys
Carte de réaménagement de la carrière à l'horizon 2050	Imerys
Cartes géologiques des phases d'exploitation de la carrière	Imerys
Carte de localisation des ouvrages piézométriques sur l'usine de Lanvrian	Imerys
Logs géologiques Pz1 et Pz2, transect géologique Pz1 et Pz2	Imerys
Localisation des piézomètres Pz1 à Pz5 sur la carrière de KLL	Imerys
Logs géologiques Pz3 à Pz5	Imerys
Chronique piézométrique de 2016 à 2019 sur Pz1 à Pz5 et de 2017 à 2019 sur Pz rouge et Pz gris	Imerys
Carte du process sur la carrière de KLL et planches de présentation	Imerys
Analyses physico-chimiques des eaux résiduaires en sortie de carrière et sur les eaux superficielles du site de KLL	Imerys
Portail national ADES, suivi des paramètres physico-chimiques à l'échelle du Morbihan	ADES
Banque de données du sous-sol, recensement des ouvrages à proximité de la carrière de KLL	BSS
Rapport BRGM RP69012-FR « sensibilité des aquifères bretons aux intrusions salines »	BRGM
Rapport Antea Group A104862 – Carrière de KERGANTIC – Etude hydrogéologique – Septembre 2020 actualisée en mars 2021	ANTEA GROUP

Tableau 1 : Liste des données consultées

3 Présentation du site et du projet

3.1 Etat actuel

3.1.1 Présentation générale

L'état d'exploitation du site à ce jour est présenté sur la Figure 2.

Au-delà des aménagements d'exploitation (usine, bâtiment de maintenance, cribles, etc.), le site comprend :

- des zones actuellement exploitées : Fosse Kergantic, Fosse Lanvrian, Lopeheur,
- des zones de stockage des résidus d'exploitation : les lagunes. Ces zones sont soit actives, soit anciennes. Il peut s'agir d'anciennes zones exploitées ou de dépression naturelle comblée,
- des zones en eau dites « réserve ». Ces zones ont plusieurs rôles :
 - régulation des volumes d'eaux rejeté au milieu naturel ;
 - décantation, traitement afin de contrôler la qualité des rejets au milieu naturel ;
 - alimentation en eau de process.

Un réseau de canalisation et des équipements de pompage permettent la circulation et la gestion des eaux sur le site.

Après traitement, les eaux de la carrière sont rejetées à l'Océan au niveau de l'exutoire Lanvrian Sud (voir localisation en Figure 2) via une buse passant sous la route D152.

3.1.2 Arrêté d'autorisation actuel et profondeur d'exploitation actuelle

L'arrêté d'autorisation actuel de février 2008 (*consultable par ailleurs dans le dossier de demande d'autorisation d'exploiter*) autorise, pour une durée de 15 ans, une exploitation du gisement aux cotes altimétriques maximales suivantes :

- -50 mNGF sur Fosse Kergantic ;
- -15 mNGF sur Fosse Lanvrian/Phoenix ;
- + 10 mNGF sur Lopeheur ;
- Keryan : pas d'autorisation à ce jour ;
- Kerguen : pas d'autorisation à ce jour.

Les profondeurs actuellement exploitées sur le site (état actuel, selon données fournies par Imerys) n'atteignent pas les profondeurs autorisées par l'arrêté de février 2008. On notera ainsi, pour les différentes zones identifiées :

- Fosse Kergantic :
 - o cote topographique actuelle : - 11/-14 mNGF ;
 - o cote maximale exploitée: -11/-14 mNGF.
- Fosse Lanvrian-Phoenix :
 - o cote topographique actuelle : - 4 mNGF ;
 - o présence d'une ancienne lagune comblée par les résidus d'exploitation du kaolin de - 21 à - 4 mNGF.
- Fosse Lopeheur :
 - o cote topographique actuelle : +38 mNGF ;
- Extension Keryan :
 - o cote topographique actuelle : +14 mNGF
 - o présence d'anciennes lagunes comblées dans ce secteur ;
- Extension Kerguen :
 - o cote topographique actuelle : + 7 mNGF
 - o pas d'exploitation du gisement de kaolin à ce jour dans ce secteur (en dehors de l'étang de Kerguen qui semble être une ancienne zone d'exploitation) ;

La Figure 3 présente schématiquement l'état d'exploitation actuel de la carrière dans les différents secteurs précités.

3.2 Etat futur

Le plan de phasage de l'exploitation prévisionnelle de la carrière jusqu'en 2053 est présenté en Annexe I pour un pas de temps de 5 ans.

A terme, le plan d'exploitation prévisionnelle prévoit, jusqu'en 2053, les principales évolutions suivantes¹ :

- Approfondissement Fosse Kergantic :
 - o poursuite exploitation d'un gisement de kaolin de -11 mNGF à -13/-21/-56 mNGF en fonction du secteur de la fosse considéré ;
- Approfondissement Fosse Phoenix-Lanvrian :
 - o exploitation d'une ancienne lagune et poursuite dans le gisement de -4 à -31 mNGF
- Approfondissement Fosse Lopeheur :
 - o poursuite de l'exploitation de kaolin de +23/33/38² mNGF à +6 /+ 4/ -1 mNGF en fonction du secteur de la fosse considéré ;
- Extension Keryan :
 - o exploitation d'anciennes lagunes (puis remblayage avec stérile) de + 14 mNGF à +3, -6 et -15 mNGF ;
- Extension Kerguen :
 - o Pas d'exploitation

Parallèlement, l'extension du gisement va induire une modification du plan de circulation des eaux du site avec notamment le déplacement de certains bassins de stockage des eaux du site.

Dans l'état futur de la carrière, un exutoire secondaire sera créé (Exutoire Générale Carrière). Il sera situé au Sud de la réserve d'eau Générale Carrière. Cet exutoire secondaire conduira les eaux vers le cours d'eau traversant le golf de Ploemeur, vers le Sud-Ouest. Il constituera un trop plein nécessaire à la gestion des eaux sur le site (activation du rejet lorsque les quantités d'eau sur le site seront trop importantes. Le volume d'eau rejeté à cet exutoire pourra être régulé par une vanne manœuvrée par les opérateurs du site.

A cet endroit, se trouve déjà dans l'état actuel de la carrière, un transfert d'eau depuis la réserve Générale Carrière vers la réserve B12 (voir localisation en Figure 3). Ce transfert s'effectue gravitairement le long des fossés du site grâce à un seuil de débordement situé à une cote inférieure à celle qui permettra le rejet futur vers le cours d'eau du golf.

¹ Deux petites zones de régularisation dans le secteur de Kerouran et Keryan Ouest sont prévues dans le cadre du projet. Il s'agit de régularisation administrative. Il n'y aura aucune activité sur ces secteurs, donc aucun impact à prévoir.

² En fonction des secteurs considérés

4 Etat initial

4.1 Contexte Hydrographique

La cartographie du réseau hydrographique est présentée sur la Figure 4.

Cette cartographie, disponible à l'échelle du Morbihan et produite par l'administration³, est issue d'une compilation :

- de la BD TOPO⁴ de l'IGN,
- des inventaires des SAGE⁵ validés par les CLE⁶,
- des inventaires retenus au titre des BCAE⁷ réalisés par la DDAF⁸ en 2006 avec la Chambre d'agriculture du Morbihan,
- des résultats d'expertises terrains.

Cette cartographie a fait l'objet de réunions de concertation locale avec la Chambre d'agriculture, les associations, les différents services de la DDTM⁹, les structures porteuses des SAGE et les syndicats de bassins versants.

La carrière est encadrée par le cours d'eau le Palus à l'Est et l'étang de Lannéec associé au cours d'eau du Fort Bloqué au Nord, situés à une distance respective de l'ordre de 2500 et 1000 m. L'océan est présent sur toute la partie située au Sud et à l'Ouest de la carrière.

Plusieurs petits cours d'eau sont également présents à proximité immédiate du projet. Ces cours d'eau n'ont pas de dénomination. Il s'agit de cours d'eau intermittents résultant généralement de petites zones sourceuses. De nombreuses fontaines et lavoirs sont mentionnées sur la carte IGN notamment en partie Ouest et Nord du projet.

A proximité du projet, les masses d'eau superficielles identifiées sont les suivantes (Figure 4) :

- FRGR1160 : le ruisseau du Fort Bloqué et ses affluents depuis la source jusqu'à la mer. **Il s'agit de la seule masse d'eau susceptible d'être concernée par le projet.**
- FRGR1622 : le Ter et ses affluents depuis la source jusqu'à l'estuaire
- FRGR1177 : la Saudraye et ses affluents depuis la source jusqu'à la mer

D'après les documents du SDAGE Loire Bretagne, le ruisseau du Fort Bloqué et ses affluents possèdent un objectif de bon état écologique à 2027. L'objectif de bon état chimique n'est pas défini. Aucun rejet n'est prévu dans ce cours d'eau.

³ Disponible sur le site à l'adresse <https://www.morbihan.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-et-developpement-durable/Eau-et-milieux-aquatiques/Gestion-des-milieux-aquatiques-et-littoraux/Cartographie-des-cours-d'eau-du-Morbihan>

⁴ La BD Topo est une base de données topographiques produite par l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) français.

⁵ Le schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE) est un outil de planification, institué par la loi sur l'eau de 1992, visant la gestion équilibrée et durable de la ressource en eau.

⁶ La CLE (Commission Locale de l'Eau) est l'instance de concertation et de suivi du SAGE

⁷ Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales

⁸ Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt remplacée aujourd'hui par la DDTM

⁹ Direction Départementale des Territoires et de la Mer

D'un point de vue quantitatif, aucune station de jaugeage n'est disponible sur les cours d'eau du secteur. Les débits restent relativement faibles.

Une description plus détaillée des cours d'eau présents à proximité du projet est présentée dans le chapitre d'évaluation des incidences du présent rapport (chapitre 5.4). Cette description détaillée est issue des visites de terrain réalisées par le pôle Eau de la DDTM et par Antea Group en début d'année 2021.

4.2 Contexte géologique

4.2.1 Contexte géologique général

Le site est implanté sur la formation géologique des granites de Ploemeur notés Lg2PI sur la carte géologique de Lorient (n°383, voir extrait en Figure 5) du BRGM.

Dans ce secteur de la Bretagne, le littoral présente deux directions tectoniques que sont la direction Sud-Est (direction Nord 150°) bordant les bassins éocènes et la direction Est-Sud-Est (direction Nord 110°) hercynienne qui définit l'allure générale de la côte Sud Bretagne et des reliefs de l'arrière-pays.

On notera que dans le secteur de Ploemeur, il n'est pas noté la présence de zones d'effondrement tectonique (bassins éocènes).

Les falaises présentent des altitudes dépassant rarement une dizaine de mètres de hauteur, sauf au Courégant où l'altitude atteint localement presque +20 mNGF.

4.2.2 Contexte géologique local

D'un point de vue géologique, la carrière d'Imerys Ceramics France est située sur un important faciès de kaolin, issu de l'altération des leucogranites. Ces kaolins de couleur blanche peuvent s'étendre sur plusieurs dizaines de mètres de profondeur et reposent sur un profil altéré de granite de Ploemeur qu'on qualifiera d'arène argileuse, à faible perméabilité et faible porosité. On retrouve alors un conglomérat d'argile blanche constitué de grains pluri millimétriques (quartz, micas, feldspath).

La carrière est également traversée selon un axe SO-NE par une importante faille avec filon de quartz. Des dépôts de stériles de plusieurs dizaines de mètres issus de l'exploitation des kaolins sont également présents sur l'ensemble de la carrière.

Ce contexte est illustré par la coupe géologique schématique d'orientation sensiblement E-W réalisées par Imerys et présenté sur la Figure 6.

4.3 Contexte hydrogéologique général et masse d'eau concernée par le projet

La zone d'étude est localisée sur des roches dites de socle qui sont constituées de roches massives telles que les schistes ou les granites. Hydrogéologiquement, ces roches sont globalement imperméables. Leur porosité est dite « fissurale » car l'eau circule à la faveur de fractures dues aux contraintes tectoniques ayant affectées la roche.

Ce type d'aquifère se caractérise généralement par un système bi couche : un milieu fissuré peu capacitif, assurant la fonction de drainage du système, surmonté d'une couche de terrains altérés de couverture assurant la fonction capacitive et qui réalimente progressivement le réseau fissural sous-jacent (cf. Figure 7).

Le socle fracturé peut présenter une bonne perméabilité mais sa réalimentation dépend beaucoup de sa recharge annuelle par les pluies, du degré d'interconnexion du réseau de fractures et du rôle de stockage intermédiaire des formations altérées sus jacentes.

Ce type d'aquifère présente généralement une faible productivité.

La zone d'étude est concernée par la masse d'eau souterraine FRGG011 « Scorff ».

La cartographie de cette masse d'eau est présentée en Annexe II.

4.4 Contexte hydrogéologique local

4.4.1 Etudes réalisées

Le contexte hydrogéologique local de la nappe de socle en relation avec le projet a pu être précisé grâce à une étude hydrogéologique réalisée par Antea Group au cours des années 2020-2021. Cette étude a été réalisée en 2 phases et comprenait les missions suivantes :

- **1^{ère} phase :**
 - une synthèse bibliographique des données disponibles ;
 - des investigations de terrains réalisées par Antea Group qui se sont déroulées le 22 mai et le 25 juin 2020 :
 - observations géologiques et hydrogéologiques de terrain ;
 - inventaire des ouvrages captant les eaux souterraines dans le secteur d'étude dans un rayon de l'ordre de 1 km autour de la carrière afin de disposer de points de mesure du niveau de la nappe;
 - mesure de niveau, profondeur, usage des points d'eau environnant ;
 - mesure de l'altitude des plans d'eau (mesure GPS par lmerys) ;
 - prélèvement d'eau et analyses paramètres Chlorures, Nitrates, Sulfates, Bore, Calcium, Potassium, Magnésium et Sodium sur 10 points de mesure (certains plans d'eau du site et ouvrages captant les eaux souterraines accessibles sur le secteur d'étude) ;
 - la définition d'un modèle conceptuel de fonctionnement de la nappe de socle en relation avec la carrière ;
 - la réalisation d'un modèle hydrodynamique simplifié de la nappe de socle. Ce modèle avait pour objectif d'évaluer les ordres de grandeurs des rabattements induits par la carrière et le projet d'approfondissement sur les niveaux actuels de la nappe de socle afin d'estimer les effets du projet sur la position du biseau salé ;

- des recommandations d'investigations complémentaires ;
- **2^{ème} phase :** A la suite de cette première phase et afin de préciser les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe de socle :
 - réalisation de 2 piézomètres profonds de 50 et 99 m avec tests de pompage. La localisation de ces ouvrages est présentée sur la Figure 9. Ces investigations se sont déroulées en décembre 2020 et janvier 2021. Elles ont été engagées par Imerys sous la supervision d'Antea Group. Les travaux de piézomètres ont été réalisés par l'entreprise de forage TerraExpertis ;
 - Calculs d'incidence sur la nappe et sur le biseau salé à l'aide du modèle hydrodynamique ;

Les éléments présentés ci-après intègrent les résultats obtenus au cours de ces différentes phases.

4.4.2 Piézométrie et sens d'écoulement de la nappe

La carte piézométrique présentée en Figure 8 est le résultat de l'exploitation :

- des mesures de niveau de mai 2020 réalisées par Antea Group lors des investigations de terrain. L'Annexe III présente les niveaux de la nappe et des plans d'eau du secteur d'étude résultant de nos investigations. Les principales observations d'ordre hydrogéologique sont également présentées dans cette annexe ;
- des données de niveau disponibles sur certains ouvrages recensés à la BSS du BRGM dans un secteur élargi autour du site. On notera qu'il s'agit de données de niveau asynchrones mais elles permettent d'apprécier d'une façon globale et en première approche le sens d'écoulement de la nappe, notamment dans les secteurs éloignés du site.

Les isopièzes présentées sur la carte piézométrique de la Figure 8 sont les résultats du calage du modèle hydrodynamique simplifié réalisé sur la base des données piézométriques évoquées ci-dessus.

Ces éléments mettent en évidence les constats suivants :

- le sens d'écoulement général de la nappe est dirigé vers le Sud-Ouest en direction de l'océan et sensiblement conformément à la topographie.
- 2 plans d'eau présentent des cotes inférieures au zéro mNGF : Fosse Kergantic (-16.2 mNGF) et Lanvrian (-1.4 mNGF). On observe des suintements à la base de la zone exploitée au Nord-Ouest de la fosse de Kergantic. Il s'agit très probablement d'un débordement de la nappe dans ce secteur. Ce constat, associé aux profondeurs moyennes de la nappe observées dans le secteur d'étude (sur des ouvrages suffisamment éloignés du site) confirmerait donc que l'exploitation de la carrière s'effectue déjà en dessous du niveau naturel de la nappe de socle (Figure 8). La carrière opère donc, dans sa configuration actuelle, un drainage des eaux de la nappe de socle. Les eaux produites par ce drainage sont collectées et intégrées dans le schéma de circulation des eaux du site (cf. chapitre 3, présence de pompe d'exhaure dans la fosse Kergantic) ;

- on observe des niveaux d'eau anormalement profonds sur les Pz1 et 2 du site. Ces niveaux bas sont probablement associés à l'influence de la fosse de Lanvrian (drainage de la nappe par l'exploitation). L'incidence du creusement des fosses se transmettrait donc à ces piézomètres captant les kaolins ;
- l'amplitude de variation de niveau des plans d'eau de l'ordre de 2 m. Elle est donc cohérente avec le battement saisonnier attendu de la nappe de socle (cf. chapitre 4.4.4). Cela va dans le sens d'un soutien du niveau des plans d'eau par la nappe et donc d'une relation étroite entre ces 2 entités.
- certains plans d'eau apparaissent perchés par rapport au niveau de nappe (Réserve, Générale Carrière).

4.4.3 Productivité et caractéristiques hydrodynamiques de la nappe

Le modèle hydrodynamique a permis d'évaluer les rabattements induits par le projet d'approfondissement sur les niveaux actuels de la nappe de socle et d'estimer les effets du projet sur la position du biseau salé. Afin d'affiner ce modèle, la société Imerys a réalisé en fin d'année 2020, deux piézomètres (Piézomètre PzBS1 et PzBS2 respectivement de 99 et 50 m de profondeur) pour y effectuer des essais de pompage.

La localisation de ces piézomètres est présentée sur la Figure 9.

Les principales caractéristiques des essais de pompage réalisés sont les suivantes :

- essais réalisés par l'entreprise GHI avec interprétation des résultats par Antea Group ;
- essais de pompage de longue durée à débit constant : pompage continu de 2 à 4 h avec suivi de la remontée des niveaux sur 4 h à un débit adapté à la productivité des ouvrages.

Les coupes géologiques et techniques des piézomètres et les graphiques d'interprétations des tests de pompages sont présentés en Annexe IV.

Les résultats de ces tests mettent en évidence des transmissivités de l'ordre de $1.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, soit des perméabilités moyennes de l'ordre de $1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ en considérant une épaisseur aquifère de l'ordre de 100 m.

L'emmagasinement de la nappe a pu être défini grâce au suivi d'un ancien puits maçonné superficiel proche du PzBS1 (situé au nord du site, cf. localisation sur la Figure 9). Localement, sa valeur serait de l'ordre de $7 \cdot 10^{-3}$.

Ces résultats sont globalement en ligne avec ce qui usuellement attendu pour ce type d'aquifère de socle, les transmissivités étant généralement de l'ordre de 10^{-4} à $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ et l'emmagasinement de l'ordre de 10^{-2} . La transmissivité varie en fonction de l'épaisseur de l'aquifère et du degré de fracturation du massif.

A titre de comparaison, nous disposons de données pour le forage AEP Saint Mathieu à Guidel (situé au Nord du site, cf. localisation en Figure 8) : Transmissivité de $7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (perméabilité de $8 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$) et un coefficient d'emmagasinement de l'ordre de $1 \cdot 10^{-1}$. **La transmissivité obtenue sur le forage de Guidel correspond à un contexte particulièrement productif et très spécifique associé au contact entre les granites et les micaschistes.**

La transmissivité obtenue grâce aux tests de pompage réalisés sur les piézomètres du site d'Imerys est donc tout à fait cohérente (caractéristiques du massif granitique moins favorables dans ce secteur qu'au niveau du captage AEP de Guidel en raison du phénomène de kaolinisation qui réduit la perméabilité des terrains).

4.4.4 Amplitude de variations piézométriques

a. Amplitude saisonnière

Dans un contexte d'aquifère de socle, les variations d'amplitude saisonnière sont généralement de l'ordre de quelques mètres. Elles sont fonction notamment de la position du forage dans le bassin versant hydrogéologique (fond de vallée, butte topographique, position intermédiaire).

Aucun des forages recensés à proximité de la carrière ne fait l'objet d'un suivi régulier. Le forage le plus proche et situé dans un contexte géologique similaire (aquifère de socle en domaine côtier) est le piézomètre de Kerbillan (Hennebont, 56). Ce captage, d'une profondeur de 60 m, est situé à environ 15 km au Nord Est du site. L'amplitude de variation saisonnière mesurée par cet ouvrage est de l'ordre de 4 m (cf. Figure 10).

Les variations piézométriques enregistrées sur les piézomètres du site d'Imerys sont présentées sur la Figure 11. En dehors des piézomètres implantés dans des kaolins (Pz1 et Pz2), les mesures ponctuelles réalisées par Imerys sur ses piézomètres (Pz3 à 5) montrent des variations piézométriques du même ordre de grandeur que le piézomètre de Kerbillan de Hennebont.

b. Phénomènes littoraux

L'aquifère étudié, étant situé dans un contexte littoral, il peut potentiellement être affecté par des variations cycliques de niveau trouvant leur origine dans le phénomène de marée.

D'après le rapport RP69012-FR¹⁰ du BRGM (Figure 12) :

- les marées peuvent conduire à des niveaux de la mer de l'ordre de +4 mNGF (niveau des plus hautes mers astronomiques (PHMA) – L'amplitude de la marée à Lorient est de l'ordre de 5 m ;
- on notera que le niveau moyen marin n'est pas strictement calé sur le niveau altimétrique de 0 mNGF. En effet, pour toute la Bretagne le niveau moyen marin est plutôt de l'ordre de +0.5 mNGF. Il ne sera pas tenu compte de ce faible écart dans la suite du présent rapport.

4.4.5 Rôle de la faille associée au filon de quartz

Dans un contexte d'aquifère de socle, les principaux effets associés à une faille géologique sur les écoulements d'eau souterraine sont les suivants :

- 1/Absence d'effet : La faille est transparente vis-à-vis des écoulements souterrains ;
- 2/Effet de drainage de l'aquifère : augmentation de la fracturation ouverte conduisant à une augmentation de la transmissivité de l'aquifère localement ;
- 3/Effet de barrière étanche : comblement des fissures et des fracturations par apport de matériaux peu perméables (argile, kaolins, etc.).

Dans le cas de la carrière de Kergantic, l'étude du gisement indique que le phénomène de kaolinisation s'est accompagné d'une libération de silice qui a cicatrisé le réseau de discontinuité (filons de quartz de Kergantic). Le phénomène de kaolinisation a également contribué à la mise en place d'un milieu très peu perméable dans l'environnement de cette faille. **Dans ces conditions, il est très probable que la faille associée au filon de quartz présente sur le site joue un rôle de barrière étanche vis-à-vis des écoulements d'eau souterraine. Afin de vérifier cette hypothèse, des tests de sensibilité ont été réalisés dans le cadre de la modélisation hydrodynamique réalisée par Antea Group¹¹. Ces tests ont montré que la prise en compte d'une barrière étanche au droit de cette faille permet de bien retranscrire l'état actuel des niveaux de la nappe de socle¹².**

On notera que la présence de forte quantité de kaolins très peu perméable dans l'environnement de la faille peut aussi contribuer localement à un effet de barrière étanche en amont de la carrière si la perméabilité de ces kaolins s'avérait suffisamment basse.

¹⁰ Rapport BRGM RP69012-FR « sensibilité des aquifères bretons aux intrusions salines »

¹¹ Rapport Antea Group A104862 – Carrière de KERGANTIC – Etude hydrogéologique – Septembre 2020 actualisée en mars 2021

¹² En effet, si cette barrière étanche n'est pas prise en compte, les calculs réalisés dans le cadre de la modélisation ont montré que les niveaux de nappe simulés sont aberrants par rapport aux niveaux d'eau mesurés sur les ouvrages du secteur d'étude.

4.4.6 Description du phénomène de biseau salé et cadre théorique

Pour les domaines dits de « socle » comme le Massif Armoricaïn et donc la zone d'étude d'une manière générale, la relation entre les aquifères côtiers au sens large avec le milieu littoral, constitue une thématique scientifique peu investiguée et sont peu à très peu décrits.

L'interface terre-mer de la Bretagne est latéralement comme verticalement complexe. A ceci s'ajoute un régime marégraphique où le niveau de mer varie sur plusieurs mètres.

Le rapport BRGM RP60012-FR « Sensibilité des aquifères côtiers bretons aux intrusions salines » de juillet 2019 présente une synthèse du phénomène de biseau salé et du cadre théorique qui lui est associé. Les éléments présentés ci-après sont repris de ce rapport.

a. Phénomène de biseau salé

Le long du littoral, l'eau douce qui s'écoule vers la mer entre en contact avec l'eau de mer. Une zone d'interface se forme entre l'eau douce plus légère s'écoulant vers la mer et l'eau de mer sous-jacente dont la densité est plus importante.

Du fait de la miscibilité des fluides, l'interface n'est pas nette mais correspond à une zone de transition (ou zone de mélange).

L'intrusion d'eau salée a, de manière générale, la forme d'un biseau plongeant vers l'intérieur des terres, d'où son appellation commune de « biseau salé » (Figure 13).

b. Géométrie du biseau salé et calcul de la profondeur théorique de l'interface eau douce-eau salée

Le contact de ces eaux de densité différente est régi plus précisément par les lois d'équilibre hydrodynamique et par les phénomènes de diffusion qui s'inscrivent obligatoirement dans le contexte géomorphologique, lithologique et hydrologique propre à chaque secteur.

Toutefois, en première approximation, l'approche hydrostatique (principe de Ghyben-Herzberg) permet de définir la profondeur de l'interface eau douce-eau salée (Figure 13). Cette solution analytique s'applique au cas d'un aquifère côtier libre, isotrope, soumis à une recharge en régime permanent.

Selon les travaux de Ghyben (1888) et Herzberg (1901), la profondeur H de l'interface sous le zéro (référentiel, NGF en France métropolitaine), est déterminée comme suit :

$$H = 40 h$$

Avec

H = la hauteur de l'interface

h = la hauteur d'eau douce au-dessus du niveau de la mer en un point A

et

considérant que :

- les deux fluides ne sont pas miscibles,
- les deux fluides sont en équilibre hydrostatique dans un milieu homogène et poreux, dans un aquifère unique,
- leur contact est supposé être représenté par une interface nette.

La masse volumique de l'eau de mer varie en fonction de sa salinité. Pour une concentration équivalente de NaCl de 36 g/l, elle est égale à 1,025. Cette valeur représente la moyenne de salinité des mers et des océans.

Ainsi, en un point quelconque de l'aquifère, l'interface entre l'eau douce et l'eau salée se situe sous le niveau de la mer à une profondeur égale à 40 fois l'élévation du niveau piézométrique au-dessus du niveau de la mer. La remontée verticale du biseau salé peut donc atteindre, en première approximation, 40 fois la valeur du rabattement induit par un prélèvement (forage en pompage, pompage d'exhaure).

Si elles donnent une approximation pratique de la position du biseau salé, les hypothèses du principe de Ghyben-Herzberg présentent des limites notables notamment pour une application en contexte d'aquifère de socle par nature hétérogène. Ces limites sont en effet les suivantes :

- les fluides, l'eau douce et l'eau salée, sont miscibles,
- ces fluides sont soumis à des mouvements hydrodynamiques,
- les écoulements de la nappe ne sont pas pris en compte,
- un aquifère de socle est rarement homogène et unique.

Malgré ces limites, et compte tenu que les autres méthodes de détermination de la géométrie du biseau salé nécessitent l'utilisation de données non accessibles ou très complexes à acquérir dans le milieu hétérogène de socle, c'est cette méthode de Ghyben et Herzberg qui sera utilisée dans le cadre de la présente étude.

On retiendra toutefois que l'anisotropie des roches de socle peut représenter un facteur pouvant accentuer le phénomène de biseau salé dans une direction donnée.

4.4.7 Proposition d'un schéma de fonctionnement de l'aquifère en relation avec le projet

L'ensemble des données et des investigations réalisées sur le site de Kergantic permet de proposer le schéma de fonction de l'aquifère de socle en relation avec le projet :

- avant la mise en exploitation de la carrière de Kergantic (en 1902), la nappe de socle présentait une piézométrie suivant sensiblement la topographie avec l'océan comme exutoire principal. Des émergences de la nappe, sous la forme de petite source, siégeaient lorsque la surface de la nappe recouvrait la surface topographique ;
- la mise en place des fosses d'exploitation a conduit à un drainage local de la nappe (débordement de la nappe actuellement observable sous forme de suintement au Nord-Ouest de la fosse Kergantic). Ce drainage est de nature à modifier localement les sens d'écoulement naturel de la nappe. Ce drainage est limité vers l'Est en raison de la présence d'une barrière étanche liée à la faille associée au filon de quartz qui borde les fosses principales de Kergantic et Lanvrian ;
- la présence d'eau présentant des teneurs élevées en Chlorures en fond de Kergantic¹³ pourrait être le signe de la remontée du biseau salé dans la configuration actuelle d'exploitation (fosse à environ -15 mNGF). Un phénomène semblable mais moins marqué pourrait également être actif sur la fosse Lanvrian ;
- les niveaux observés sur le plan d'eau de Lopeheur sont compatibles avec un affleurement de la nappe au niveau de ce plan d'eau. La qualité des eaux sur ce plan est également compatible avec une telle hypothèse ;
- il est important de rappeler à ce stade quelques unes des limites de ce type d'étude :
 - hétérogénéité du milieu :
 - variation de la fracturation du milieu qui peut créer un compartimentage de l'aquifère difficile à appréhender ;
 - variation latérale et en profondeur de l'argilosité du kaolin ;
 - Hétérogénéité temporelle : Phénomène de marées ;
 - influence des flux hydrothermaux ou d'invasion marines fossiles¹⁴ qui pourraient conduire à une imprégnation du gisement et/ou son encaissant en Chlorures et ainsi fausser les interprétations en termes de positionnement du biseau salé ;
- la carrière est, dans sa configuration actuelle, protégée des invasions salines latérales en provenance de l'Océan, par la présence locale d'un bourrelet piézométrique.

¹³ Les résultats des investigations sur la qualité des eaux du site sont présentés plus loin dans le présent rapport au chapitre 4.6.3.

¹⁴ Ces 2 phénomènes sont de nature à modifier les concentrations en chlorures du gisement et/ou de l'encaissement et donc de l'eau qu'ils contiennent sans intervention d'un quelconque phénomène de remontée du biseau salé

4.5 Usage des eaux souterraines

4.5.1 Ouvrages captant les eaux souterraines dans le secteur

Un inventaire des ouvrages captant les eaux souterraines a été réalisé dans un rayon de 1.5 km autour du site¹⁵. Cet inventaire s'appuie sur les données disponibles en BSS (Banque de données du Sous-Sol du BRGM). Il s'agit des ouvrages déclarés.

Afin de compléter cet inventaire des points d'eau, un recensement des captages AEP les plus proches exploitant les eaux souterraines **au-delà d'un rayon de 1.5 km du site a été réalisé**. Les résultats de ce recensement sont présentés dans le chapitre suivant.

Nota : d'autres ouvrages non déclarés peuvent se trouver dans un rayon de 1.5 km autour de la carrière. Certains d'entre eux ont pu être identifiés ou utilisés dans le cadre de l'étude technique conduite par Antea Group en 2020. Il s'agit généralement d'anciens puits maçonnés abandonnés ou bien utilisés pour l'arrosage de jardins de particuliers. D'anciens lavoirs abandonnés ont également été identifiés lors de cette étude.

La localisation et les principales caractéristiques des ouvrages recensés en BSS sont présentées sur la Figure 14 et dans le Tableau 2.

Parmi les 38 ouvrages recensés à la Banque de Données du Sous-sol du BRGM, on trouve :

- 1 ancien ouvrage utilisé pour l'alimentation en eau potable publique. Il s'agit de la prise d'eau de surface de LANNENEC (voir détail au chapitre suivant) **qui n'est plus exploité à l'heure actuelle** ;
- 3 ouvrages exploités pour un usage agricole. **On retiendra particulièrement le forage situé à proximité immédiate du site, à l'Est, au lieu-dit Kernastellec (BSS001BESF - 03836X0018/F)** ;
- 3 ouvrages répertoriés pour un usage industriel (BSS001BESJ, BSS001BESL, BSS001BESK). Ces 3 ouvrages anciens sont situés à proximité immédiate de la carrière. **Ils ont été recherchés par Antea Group lors des investigations de terrain mais n'ont pas été retrouvés** ;
- 5 ouvrages exploités pour un usage individuel (usage particulier). **On notera que le forage BSS001BEUB alimente une maison en eau** ;
- 4 ouvrages de surveillance de la qualité d'eau de la nappe au Nord du site (base de Lann Bihoué) ;
- 13 ouvrages utilisés pour la production de chaleur (géothermie). Compte tenu du contexte de socle, il s'agit très probablement de sonde sèche (circuit fermé). La banque de données du BRGM ne précise pas ce point ;
- les autres ouvrages recensés (9 ouvrages) présentent un usage non déterminé dont certains peuvent être des usages agricoles ou domestiques. Parmi ces ouvrages on notera les ouvrages situés dans ou à proximité immédiate de la carrière. **Ces forages ont été recherchés par Antea Group lors des investigations de terrain mais n'ont pas été retrouvés.**

Compte tenu de ces éléments, aucun ouvrage recensé sensible captant les eaux souterraines pour l'AEP ne se situe à proximité immédiate de la carrière.

¹⁵ Cette distance a été retenue car elle permet de couvrir la zone dans laquelle une influence de la carrière sur le niveau de la nappe de socle est susceptible d'être perçue (compte tenu de la nature du projet). Nous verrons que les résultats des calculs d'incidences réalisés dans le cadre de la présente étude montrent que cette distance de 1.5 km est effectivement bien adaptée.

NUMERO BSS	COMMUNE	MIEU DIT	NATURE	PROF. (m)	USAGE	DATE REALISATION
BSS001BESF (03836X0018/F)	PLOEMEUR		FORAGE	84	EAU-CHEPTEL.	21/07/1982
BSS001BESG (03836X0019/F)	PLOEMEUR		FORAGE	63	EAU-IRRIGATION.	10/01/1983
BSS001BESH (03836X0020/F)	PLOEMEUR		FORAGE	30	DOMESTIQUE PROBABLE	01/03/1984
BSS001BESJ (03836X0021/F)	PLOEMEUR		FORAGE	45	EAU INDUSTRIELLE.	04/06/1982
BSS001BESK (03836X0022/F)	PLOEMEUR		FORAGE	50	EAU INDUSTRIELLE.	04/06/1982
BSS001BESL (03836X0023/F)	PLOEMEUR		FORAGE	38	EAU INDUSTRIELLE.	04/06/1982
BSS001BETQ (03836X0052/F)	PLOEMEUR	D.E.A.N. BASE LANN BIHOUE	FORAGE	46.31	QUALITE-EAU.	12/08/1993
BSS001BETU (03836X0056/PE)	PLOEMEUR	LANNENEC	PRISE EAU SURFACE	0	AEP. ANCIEN ABANDONNE	-
BSS001BETV (03836X0057/F)	PLOEMEUR	1 AVENUE DES LAURIERS	FORAGE	64	EAU-DOMESTIQUE.	28/02/2003
BSS001BETY (03836X0060/F1)	PLOEMEUR	41 RUE DES CHASSEURS	FORAGE	100	EAU-DOMESTIQUE.	12/01/2005
BSS001BELUB (03836X0063/F)	PLOEMEUR	1 RUE DUMONT DUMONT D'URVILLE	FORAGE	50	EAU-DOMESTIQUE.	29/04/2005
BSS001BEUF (03836X0067/F)	PLOEMEUR	Kerbistoret	FORAGE	79		28/03/2006
BSS001BEUH (03836X0069/F1)	PLOEMEUR	Kerbistoret	FORAGE	70	SONDE-GEOTHERMIQUE.	24/11/2005
BSS001BEUJ (03836X0070/F1)	PLOEMEUR	Kernastellec	FORAGE	67	AGRICOLE-PROBABLE	24/11/2005
BSS001BEUK (03836X0071/F1)	PLOEMEUR	Lannec	FORAGE	90	SONDE-GEOTHERMIQUE.	06/12/2004
BSS001BEUL (03836X0072/F1)	PLOEMEUR	2 RUE ARMAND LE BRIS	FORAGE	55	EAU-IRRIGATION.	02/02/2006
BSS001BEUV (03836X0081/F)	PLOEMEUR	1 RUE KERIEL IZEL	FORAGE	100	SONDE-GEOTHERMIQUE.	23/11/2007
BSS001BEWJ (03836X0092/F)	PLOEMEUR	1 RUE KERIEL IZEL	FORAGE	100	SONDE-GEOTHERMIQUE.	23/11/2007
BSS001BEUY (03836X0094/F)	PLOEMEUR	RUE D'ARGOAT	FORAGE	90	SONDE-GEOTHERMIQUE.	05/11/2007
BSS001BEVZ (03836X0110/F)	PLOEMEUR	R HENT ER DOUAR GUEN KERIEL	FORAGE	85	SONDE-GEOTHERMIQUE.	22/07/2008
BSS001BEVT (03836X0113/F)	PLOEMEUR	KERBISTORET	FORAGE	50	EAU-DOMESTIQUE	29/10/2007
BSS001BEVU (03836X0114/F)	PLOEMEUR	KERBISTORET	FORAGE	85	SONDE-GEOTHERMIQUE.	13/11/2008
BSS001BEWF (03836X0125/F)	PLOEMEUR	CARRIERE DU GUERMEUR	FORAGE	84	SONDE-GEOTHERMIQUE.	13/11/2008
BSS001BEWL (03836X0130/F)	PLOEMEUR	19 PARC DU MENHIR	FORAGE	84	EAU-DOMESTIQUE.	14/05/2001
BSS001BEWN (03836X0132/F)	PLOEMEUR	PARC D'ACTIVITES DE KERGANTIC	FORAGE	30	SONDE-GEOTHERMIQUE.	11/04/2010
BSS001BEWP (03836X0133/F)	PLOEMEUR	11 rue des écoles BP67 terrain de sport	FORAGE	30	SONDE-GEOTHERMIQUE.	30/07/2010
BSS001BEXA (03836X0148/PZ2)	PLOEMEUR	BAN DE LANN BIHOUE	FORAGE	150	NON DETERMINE	24/08/2010
BSS001BEXB (03836X0147/PZ3)	PLOEMEUR	BAN DE LANN BIHOUE	FORAGE	8.2	QUALITE-EAU.	20/09/2011
BSS001BEXC (03836X0148/PZ4)	PLOEMEUR	BAN DE LANN BIHOUE	FORAGE	7.55	QUALITE-EAU.	20/09/2011
BSS001BEXD (03836X0149/F)	PLOEMEUR	Kerven	FORAGE	8.3	QUALITE-EAU.	20/09/2011
BSS001BEXE (03836X0150/F)	PLOEMEUR	Kerven		-	SONDE-GEOTHERMIQUE.	16/12/2010
BSS001BEYC (03836X0172/F)	PLOEMEUR	RUE DE KAOLINS	FORAGE	-	SONDE-GEOTHERMIQUE.	16/12/2010
BSS001BEYD (03836X0173/F)	PLOEMEUR	24 BIS HENT ER DOUAR GWEN - KERVEGANIC	FORAGE	120	NON DETERMINE	11/04/2012
BSS001BEYK (03836X0179/F)	PLOEMEUR	5 RUE DES SOEURS	FORAGE	42	DOMESTIQUE PROBABLE	09/05/2012
BSS001BEYL (03836X0180/F)	PLOEMEUR	38 Hent Er Douar Gwen Lann'ian	FORAGE	85	SONDE-GEOTHERMIQUE.	10/12/2009
BSS001BEYM (03836X0181/F)	PLOEMEUR	Lann'ian	FORAGE	70	DOMESTIQUE PROBABLE	30/05/2011
BSS001BEYN (03836X0182/F)	PLOEMEUR	Lann'ian	FORAGE	33	FORAGE/PZ IMERYS NON RETROUVE	28/09/2016
			FORAGE	27	FORAGE/PZ IMERYS NON RETROUVE	28/09/2016

Tableau 2 : caractéristiques des ouvrages recensés à la banque de données du sous-sol dans un rayon de 1.5 km

4.5.2 Captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP)

La localisation des captages AEP du secteur est présentée sur la Figure 15. Cet inventaire est le résultat d'un échange avec l'Agence Régionale de Santé du Morbihan (ARS 56) dans le cadre de la présente étude.

On notera que le projet se situe à l'extérieur de l'emprise des périmètres des différents captages AEP du secteur.

Les ouvrages identifiés sont les suivants :

- *l'ancienne prise d'eau de surface de Lannédec à Ploemeur située à moins de 1,5 km du site. Cette ancienne prise d'eau n'est plus exploitée depuis de nombreuses années ;*
- *l'ancien forage AEP Penhoat Quinio à Ploemeur situé à environ 3,5 km à l'Est du site. Ce forage n'est plus exploité aujourd'hui ;*
- **le champ captant de Kermadoye sur la commune de Ploemeur** situé à environ 2.5 km au Nord Est du site. Ce site est exploité ;
- **les forages du site de St Mathieu sur la commune de Guidel** situés à environ 2.5 km au Nord du site. Ce site fait l'objet d'un projet de mise en exploitation (procédure en cours).

Site de Kermadoye :

Ce site est composé de 3 forages exploités (Pe, F29 et F31) d'une profondeur de l'ordre de 60 à 90 m. Il est exploité depuis le début des années 1990 et est déclaré d'utilité publique par arrêté préfectoral du 23 janvier 2002. La cartographie des périmètres de protection de ce site est présentée sur la Figure 15. Le périmètre de protection rapprochée est scindé en 2 zones, sensible (rouge) et complémentaire (vert) et le périmètre de protection éloignée est figuré en bleu.

Ce site présente une productivité particulièrement élevée pour un contexte d'aquifère de socle. En effet, il produit annuellement un volume d'eau de l'ordre de 106 m³ avec un débit horaire maximum autorisé de 180 m³/h.

Ce site de Kermadoye se trouve dans la zone de transition entre les micaschistes au Nord et le granite au Sud. Cette zone de contact est large d'un kilomètre et très fracturée. La productivité particulièrement élevée de ce site semble être liée à ce contexte géologique particulier unique en Bretagne du Sud.

Site de Saint Mathieu à Guidel :

Ce site est composé de 3 forages réalisés en 2009 : FE3, F16 et FE17. La procédure d'autorisation d'exploitation de ces captages est en cours à la date de rédaction du présent rapport. Les périmètres de protection présentés dans le présent rapport sur la Figure 15 sont à l'état de projet et sont issus de l'avis de l'autorité environnementale relatif au projet d'exploitation des forages d'eau souterraine de Saint Mathieu à Guidel du 25/09/2017.

Comme pour le site de Kermadoye, la productivité de ce site est particulièrement élevée pour un aquifère de socle. En effet, le projet prévoit un prélèvement à un débit maximum de 130 m³/h et un volume moyen annuel de 950 000 m³/an.

Les principales informations disponibles dans le dossier de la banque de données du sous-sol pour les forages de ce site sont présentées dans le Tableau 3. La profondeur des forages varie entre 92 et 164 m. La localisation des venues d'eau traduit l'hétérogénéité du milieu aquifère capté (venues d'eau en fonction des forages entre 50 et 60 m/sol, 78 et 105 m/sol et 140 et 160 m/sol).

	FE3	FE16	FE17
Implantation cadastrale	Guidel YH 29	Guidel YH 315	Guidel YH 29
Coordonnées (en Lambert 2 étendu)	163 980 m 2 322 290 m	164 001 m 2 322 135 m	164 023 m 2 322 324 m
Altitude	+ 11,12 mNGF	+ 9,58 mNGF	+ 10,42 mNGF
Date des travaux	6/7 au 20/8/2009	17/6 au 4/8/2009	25/6 au 30/7/2009
Profondeur	106 m	164 m	92 m
Débit en fin de foration après cimentation	128 m ³ /h	417 m ³ /h	375 m ³ /h
Répartition des arrivées d'eau	concentrées entre 78 et 105 m/sol	Essentiel du débit entre 140 et 160 m/sol	Essentiel du débit entre 50 et 60 m/sol
Equipement	- de 0 à 17 m/sol : tube acier 398 mm avec cimentation de l'extrados - de 0 à 45 m : tube acier 273 mm avec cimentation de l'extrados - de 45 à 106 m : tru nu en 254 mm	- de 0 à 12 m/sol : tube acier 398 mm avec cimentation de l'extrados - de 0 à 29,5 m : tube acier 273 mm avec cimentation de l'extrados - de 0 à 43 m/sol : tube PVC plein 168 mm - de 43 à 164 : trou nu en 222 mm	- de 0 à 17,5 m/sol : tube acier 398 mm avec cimentation de l'extrados - de 0 à 41 m : tube acier 265 mm avec cimentation de l'extrados - de 37 à 92 m/sol : tube acier 178 mm crépiné de 37 à 66 m et 86 à 92 m
Niveau piézo. après travaux	≈ niveau du sol	+ 0,7 m/sol (artésien)	≈ niveau du sol

Tableau 3 : principales caractéristiques des forages de GUIDEL

Implanté dans un contexte hydrogéologique similaire au site de Kermadoye, ce site doit probablement sa forte productivité au contact entre micaschiste et granite particulièrement fracturés.

Les tests de pompage réalisés sur ce site mettent en évidence des transmissivités de l'ordre de 7. 10⁻⁴ m²/s et un coefficient d'emmagasinement de l'ordre de 1 10⁻¹.

Enfin, d'après le rapport BRGM RP69012-FR¹⁶, les ouvrages de GUIDEL et KERMADOYE sont recensés comme potentiellement vulnérables aux intrusions salines (cf. carte en Figure 16).

¹⁶ Rapport BRGM RP69012-FR « sensibilité des aquifères bretons aux intrusions salines »

4.6 Qualité des eaux souterraines

4.6.1 Généralités et objectif de qualité de la masse d'eau

En Bretagne, la qualité des eaux souterraines de socle peut être décrite de manière suivante :

- un pH légèrement acide, variant entre 5 et 6,5 ;
- une conductivité généralement comprise entre 100 et 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. On considère que sur le littoral breton, la valeur d'alerte pour la conductivité est de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et qu'il faut arrêter la foration à partir de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A noter que la conductivité reflète la minéralisation totale de l'eau et qu'elle n'est pas seulement liée à la salinité ;
- les concentrations en chlorures dans les eaux souterraines varient le plus souvent entre 20 et 40 mg/l. Sur le littoral, ces teneurs sont généralement plus élevées ;
- les eaux souterraines ont souvent des teneurs élevées en fer et, à un degré moindre, en manganèse, ce qui peut nécessiter un traitement pour certaines utilisations ;
- eau généralement de bonne qualité bactériologique.

Les éléments présentés dans les chapitres suivants sont en grande partie extraites du rapport BRGM RP69012-FR « Sensibilité des aquifères côtiers bretons aux intrusions salines » de juillet 2019.

4.6.2 Qualité des eaux des captages AEP du secteur

Site de Kermadoye

Un suivi de la qualité des eaux du captage AEP exploité de Kermadoye est disponible sur le site ADES. La dernière analyse d'eau brute disponible pour cet ouvrage est présentée en Annexe V.

Les données de qualité disponibles sur le captage de Kermadoye permettent d'avoir un aperçu de la qualité des eaux de la nappe de socle localement :

- pH légèrement acide de l'ordre 6.5 à 7,
- conductivité de l'ordre de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La conductivité a été en légère augmentation entre 1996 et 2012 (passant de 440 à 530 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Elle est globalement stabilisée depuis 2012 autour de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- Chlorures : de 69 à 74 mg/l. Les teneurs en Chlorures sont sensiblement corrélées avec l'évolution de la conductivité. Cela s'observe bien pour les valeurs enregistrées depuis 2012 ;
- de très faibles teneurs en fer de l'ordre de 10 à 20 $\mu\text{g}/\text{l}$;
- eau généralement de bonne qualité bactériologique.

En dehors des très faibles teneurs en fer observées, la qualité de ce forage présente bien les caractéristiques d'une eau d'aquifère de socle. Elle reste relativement peu minéralisée et ne montre pas de signe d'intrusion du biseau salé à ce jour.

L'évolution de la conductivité et les teneurs en chlorures constituent les principaux indicateurs de l'arrivée d'un front salé liée un éventuel phénomène de remontée de biseau salé. L'évolution des teneurs en chlorures de ce captage entre 1996 et 2016 est présentée sur la Figure 17 (source ADES). La conductivité est de l'ordre de 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la concentration en Chlorures est relativement stable autour de 70 mg/l.

Site de Guidel

Nous ne disposons pas des données de qualité du captage de Guidel (projet d'exploitation).

La qualité des eaux du captage AEP de Guidel, non exploité à l'heure actuelle, ne sont pas disponibles. Toutefois, d'après le rapport RP69012-FR du BRGM, les teneurs en Chlorures de ce captage sont comprises entre 60 et 120 mg/l et la conductivité entre 500 et 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4.6.3 Qualité des eaux de la nappe, de la carrière et des rejets

Qualité des rejets et du plan d'eau de Générale Carrière

La qualité des rejets de la carrière est connue grâce aux contrôles réguliers des rejets effectués par Imerys à l'exutoire¹⁷. Les paramètres analysés dans le cadre de ces contrôles sont les suivants (conformément à l'arrêté d'autorisation d'exploiter actuel) :

- Débit ;
- Ph ;
- MES ;
- Hydrocarbures ;
- DCO.

Les seuils actuellement autorisés pour les paramètres qualitatifs contrôlés sont les suivants :

- Ph : compris entre 5.5 et 8.5 ;
- MES : < 35 mg/l ;
- Hydrocarbures : < 10 mg/l ;
- DCO : < 125 mg/l.

Les débits rejetés mesurés en 2021 par la carrière peuvent atteindre des valeurs de l'ordre de 400 m³/h. Ils sont fonction des apports météoriques, des apports de la nappe d'eau souterraine mais également des besoins en eau de l'usine. En période d'étiage ces débits peuvent être bien plus faibles de l'ordre de quelques dizaines de mètres cubes heures.

Les valeurs rejetées à l'exutoire sont conformes aux seuils de rejet imposés par l'arrêté du site. Pour illustrer ce point, les analyses d'eau réalisées en mai 2019 sur le plan d'eau de Générale Carrière et sur l'exutoire principal de la carrière (Lanvrian Sud) sont présentées en Annexe VI.

On s'aperçoit également que la qualité de l'eau du plan d'eau de Générale Carrière est également compatible avec les seuils de rejet actuellement fixés par l'arrêté du site.

Qualité de l'eau dans les plans d'eau de la carrière et à proximité de la carrière

Afin de compléter les données de qualité acquises par le site, Antea Group a réalisé des prélèvements d'eau et analyses sur certains plans d'eau du site et ouvrages captant les eaux souterraines accessibles sur le secteur d'étude. Ces prélèvements ont été réalisés en mai et juin 2020. Les paramètres analysés

¹⁷ La localisation du rejet de la carrière (Exutoire Lanvrian Sud) est rappelée sur la Figure 19.

ont été les suivants : Chlorures, Nitrates, Sulfates, Bore, Calcium, Potassium, Magnésium et Sodium. Ces prélèvements avaient pour objectifs de mieux comprendre le fonctionnement hydrogéologique du site et son interaction avec le biseau salé.

Les bordereaux de ces analyses sont présentés en Annexe VII.

La carte de la Figure 18 présente les principaux résultats de ces investigations pour les paramètres Chlorures et Conductivité.

Il ressort de ces éléments les principaux commentaires suivants :

- les concentrations en chlorures les plus élevées sont retrouvées au niveau de la fosse Kergantic (fosse la plus profonde) **et au niveau de l'exutoire principal de la carrière avec des valeurs de l'ordre respectivement de 3 000 et 3 400 mg/l**. Les valeurs de conductivité sont alors de l'ordre de 9 mS/cm. Ces valeurs sont bien supérieures à l'influence des eaux de pluies chargées en chlorures en domaine littoral. **Cela pourrait être le signe de la contribution du biseau salé au niveau de la fosse de Kergantic (approfondissement en dessous du niveau 0 mNGF)**. Les eaux à l'exutoire sont le résultat d'un mélange contenant des eaux de la fosse de Kergantic et contiennent logiquement des teneurs en Chlorures élevées. **Pour rappel, la concentration en Chlorures de l'eau de mer sont de l'ordre de 35 000 mg/l, soit 10 fois supérieure aux valeurs mesurées à l'exutoire ;**
- Fosse Lanvrian (B12) : les concentrations en Chlorures sur B12 sont de 320 mg/l. Il est difficile de statuer sur ces résultats car cette fosse est sous l'influence de rejet de mélange d'eau en amont. Une influence du biseau salé, bien moins marquée que sur la fosse Kergantic, ne peut être exclue et est compatible avec un approfondissement bien moins important (de l'ordre de -3 mNGF) de cette fosse par rapport à celle de Kergantic.
- le plan d'eau de Kerguen présente une teneur en Chlorures de 560 mg/l qui est probablement le résultat d'un mélange d'eau superficielle et d'eau de mélange en provenance du site de la carrière chargée en Chlorures ;
- le plan d'eau de Lopeheur ($Cl^- = 88 \text{ mg/l}$), situé en amont de la carrière, n'est pas influencé par des mélanges avec les eaux chargées de la fosse Kergantic. Les teneurs en Chlorures sont relativement faibles. Ces valeurs semblent toutefois montrer une contribution notable des eaux souterraines dans ce plan d'eau ;
- les autres points mesurés présentent des concentrations en Chlorures plus faibles (de l'ordre de 50 à 60 /l). Les puits et forages éloignés captant les eaux souterraines à l'extérieur du site présentent ainsi des teneurs en Chlorures comparables à la référence attendue localement.

5 Evaluation des incidences du projet sur les eaux souterraines et les eaux superficielles

5.1 Méthodologie d'évaluation de l'impact du projet sur les eaux souterraines et présentation de la modélisation hydrodynamique réalisée

Dans le but de préciser les incidences du projet sur les eaux souterraines, Imerys a confié à Antea Group la réalisation d'une étude hydrogéologique détaillée. Cette étude a été conduite en 2020 et actualisée en avril 2021.

Dans le cadre de cette étude, une modélisation hydrodynamique simplifiée a été réalisée à l'aide de l'outil de modélisation MARTHE développé par le BRGM.

Les principaux résultats de cette étude sont exploités dans la suite du présent rapport.

Le détail de la construction du modèle et des hypothèses de calcul sont présentés en Annexe VIII.

Les plans de phasage présentés en Annexe I ont été utilisés pour cette modélisation.

Trois états différents d'exploitation de la carrière ont été simulés :

- **1/ Etat actuel d'exploitation ;**
- **2/ Un état intermédiaire à 2038 (à 15 ans, soit à la fin de la phase 2033-2038 présentée en Annexe I) ;**
- **3/ Un état final à 2053 (à 30 ans, soit à la fin des opérations d'excavation de la phase 2048-2053 présentée en Annexe I, avant les travaux de remblayage) ;**

Prise en compte de la problématique « biseau salé » :

Le phénomène naturel d'intrusion saline dans un aquifère côtier peut s'accroître lorsque l'équilibre hydrodynamique entre l'eau de mer et l'eau douce est rompu, soit par une baisse importante de la charge hydraulique souterraine et des flux d'eau douce, soit par une augmentation de la charge d'eau de mer. Ainsi, la sollicitation des nappes littorales peut influencer considérablement sur la position et la forme du biseau salé. Réciproquement, l'évolution de cette interface peut nuire à l'exploitation des eaux souterraines côtières, du fait de la dégradation possible (par augmentation de la salinité) de la qualité de l'eau prélevée.

Le schéma théorique de Ghyben-Herzberg permet de représenter en première approximation l'effet d'un prélèvement d'eau (exploitation d'un forage ou pompage d'exhaure de carrière) sur la position du biseau salé (Figure 19).

D'après la relation de Ghyben-Herzberg, un rabattement d'un mètre dans un forage en pompage peut entraîner une remontée verticale du biseau salé de 40 m, en première approximation.

Une fois ce nouvel équilibre en place, il devient extrêmement difficile de le modifier. La réduction du prélèvement n'est pas accompagnée d'une décroissance immédiate et totale de la salinité. Le phénomène d'invasion marine au sein des aquifères côtiers est plus rapide dans le sens de la contamination que dans celui de la décontamination du milieu. **De ce fait, les phénomènes d'intrusion saline sont réputés comme quasiment irréversibles.**

La modélisation hydrodynamique simplifiée proposée permet d'accéder à un ordre de grandeur des variations du niveau de la nappe de socle induite par le projet. L'utilisation du principe de Ghyben-Herzberg décrit plus haut dans le présent rapport, permet ensuite d'accéder à une évaluation théorique de la position de l'interface du biseau salé et de son évolution compte tenu de l'approfondissement de la carrière.

Rappel des hypothèses prises en compte et des limites de la modélisation proposée

L'utilisation d'un modèle a été rendu nécessaire pour appréhender, même sommairement, l'incidence de l'approfondissement sur le niveau de la nappe compte tenu de la géométrie spécifique du projet (forme et profondeur des fosses différentes, plusieurs fosses sur le site s'inter influençant, etc.). **Ce modèle n'a pas pour objectif de reproduire strictement le comportement local de l'aquifère hétérogène de la formation de socle étudiée mais plutôt d'apporter une base de réflexion pour l'évaluation et la vérification de l'incidence potentielle que pourrait induire les variations de géométrie de l'exploitation sur le principal enjeu du secteur qui est représenté par les captages d'alimentation en eau potable.**

Ainsi les hypothèses prises en compte pour le calcul permettent de se placer d'un point de vue sécuritaire vis-à-vis de l'évaluation de l'incidence du projet sur les captages AEP du secteur. La résultante de ces hypothèses sécuritaires est une probable surestimation des incidences du projet sur les ouvrages proches captant les eaux souterraines. Dans ces conditions, les valeurs de rabattement annoncées dans le présent rapport pour ces ouvrages sont donc à considérer avec précaution et la validité des résultats du modèle à proximité du projet devra être vérifiée au regard des résultats des suivis de niveau qui seront réalisés dans le cadre du projet d'extension.

5.2 Principaux résultats de la modélisation hydrodynamique réalisée

Afin d'illustrer les résultats des calculs réalisés, plusieurs cartes sont présentées ci-après. Elles servent de base à l'évaluation de l'incidence du projet sur les eaux souterraines. Elles sont donc discutées au chapitre suivant.

Les différents états de la carrière simulés ont été les suivants :

- **Etat actuel de la carrière ;**
- **Etat « toutes fosses ouvertes ».** Cet état traduit l'incidence théorique maximale du projet car il prend en compte un approfondissement maximum simultané de l'ensemble des fosses du projet indépendamment du phasage réel d'approfondissement de la carrière. **Cet état théorique ne sera jamais observé dans la réalité et l'incidence théorique calculée pour cet état ne sera donc jamais atteinte au cours de l'exploitation ;**
- **Etat 2053 :** il s'agit de l'état final d'exploitation de la carrière à l'horizon 30 ans juste avant l'arrêt des pompages de maintien hors d'eau des excavations. Il prend en compte les cotes d'approfondissement atteintes en 2053 et les zones éventuellement remblayées. La remontée des plans d'eau inhérentes à l'arrêt des pompes d'exhaure n'est donc pas prise en compte dans cette simulation.

Cartes piézométriques et cartes d'isorabattement :

Les cartes piézométriques présentent les altitudes de la nappe en mNGF à un instant donné. Elles permettent notamment de connaître les sens d'écoulement des eaux souterraines.

Les cartes d'isorabattement permettent d'évaluer l'impact théorique induit par le projet sur la nappe d'eau souterraine. Elles sont calculées par différence entre un état initial (état actuel) et un état futur influencé par le projet.

Carte de profondeur du biseau salé :

Ces cartes présentent la profondeur estimée du biseau salé calculée à partir des charges hydrauliques théoriques simulées par le modèle pour les différents états testés.

L'ensemble des cartes commentées ci-après correspondent aux figures 20 à 25 présentées en fin de rapport.

5.3 Incidence du projet sur les eaux souterraines

Les incidences prévisibles déduites des résultats des calculs théoriques présentés au chapitre précédent sont présentées ci-après.

5.3.1 Incidences sur la nappe et les ouvrages voisins

Observations générales et incidence sur la nappe

Les résultats amènent les constats suivants :

- les sens d'écoulement sont, d'une manière générale, peu modifiés par le projet, sauf à proximité immédiate des fosses. **On notera toutefois que le bourrelet piézométrique qui protégeait la carrière, dans sa partie Sud-Ouest, des venues d'eau latérales en provenance de l'Océan, sera très probablement effacé lors de l'approfondissement maximum de la fosse de Phoenix-Lanvrian. Ce bourrelet piézométrique est de nouveau présent en 2053 grâce aux remblayages des zones réalisés après exploitation.**
- les courbes d'iso-rabatement induites par le projet s'étendent sous la forme d'une ellipse d'axe sensiblement Nord-Est-Sud-Ouest (NE-SO). Les rabattements induits sont inférieurs à 1 m à partir d'une distance de l'ordre de 1 à 1.5 km du projet.

Ouvrages voisins captant les eaux souterraines

Le tableau suivant synthétise les rabattements théoriques simulés induit par le projet au droit des principaux ouvrages voisins recensés à la banque de données du sous-sol en fonction des différents états de la carrière modélisés.

	Kériel - BSS001BEUV, BSS001BEUW, BSS001BEVR	Kernastellec - BSS001BEUJ, BSS001BESF	Kervéganic	Kéréven BSS001BESH	Kerguen BSS001BEWL	Kerbistoret Est et Couregant
Etat toutes fosses ouvertes (incidence théorique maximale jamais atteinte dans la réalité)	2 à 6 m	5 m	1 à 2 m	2 m	<1 m	<1 m
Hypothèse 2053 (Etat final Imerys avec remblai avant arrêt de l'exploitation)	2 à 5 m	3 à 4 m	< 1m	1 m	<1 m	<1 m

Tableau 4 : Rabattements théoriques induits sur les ouvrages voisins

Ces résultats amènent les constats suivants :

- concernant les forages profonds exploités les plus proches, **situés au Nord Est de la carrière** :
 - **secteur Kériel** (BSS001BEUV, BSS001BEUW, BSS001BEVR) :
 - Les ouvrages BSS001BEUV et BSS001BEUW sont très probablement des sondes géothermiques (sondes sèches) dont l'exploitation thermique ne sera pas impactée par les variations de niveau de la nappe ;
 - **Seul le forage BSS001BEVR (usage domestique), d'une profondeur de 50 m, pourrait donc être impacté d'un rabattement induit théorique maximum de l'ordre de 5 à 6 m.**
 - **secteur Kernastellec** (BSS001BEUJ et BSS001BESF) :
 - Ces ouvrages (usage agricole) présentent des profondeurs respectives de 67 et 84 m. Ils pourraient être affectés d'un rabattement théorique maximum de l'ordre de 3 à 5 m.
 - Compte tenu de la profondeur de ces ouvrages, il est possible qu'une baisse de productivité de ces derniers soit observée sans toutefois empêcher leur exploitation. **Cet impact s'exprimera principalement lors de l'approfondissement maximal de la fosse de Lopeheur¹⁸ et cessera lors de la remise en eau progressive de cette fosse suite à son exploitation ;**
 - la profondeur du biseau salé resterait très importante au niveau de ces forages (de l'ordre de -1 000 mNGF) comparativement à leurs profondeurs (<100 m). Aucun impact qualitatif n'est donc à prévoir pour ces ouvrages ;
- concernant les forages profonds plus éloignés **situés à l'Est de la carrière, utilisés à des fins domestiques (secteurs Kervéganic et Keréven)** :
 - **l'incidence du projet est jugée faible à négligeable de l'ordre de 1 à 2 m maximum, notamment compte tenu de leur profondeur qui est comprises entre 30 et 100 m ;**
 - L'incidence sur le biseau salé sera négligeable dans ce secteur. Aucun impact qualitatif n'est donc à prévoir pour ces ouvrages ;
- concernant les forages profonds **situés à proximité de l'océan au Sud-Est de la carrière (secteurs Kerguen, Kerbistoret et Courégant)** :
 - **L'incidence du projet en termes de rabattement induit dans ce secteur est jugé négligeable (<1 m) ;**
 - L'incidence sur le biseau salé sera négligeable dans ce secteur. Aucun impact qualitatif n'est donc à prévoir pour ces ouvrages ;

¹⁸ En effet, les ouvrages de ce secteur sont globalement protégés des effets de l'excavation dans les fosses principales de Kergantic et Phoenix/Lanvrian par la présence de la faille étanche associée au filon de quartz.

- en l'absence de rabattement induit significatif, la profondeur du biseau salé dans ce secteur ne sera pas modifiée. Le sens d'écoulement de la nappe vers l'océan est conservé dans ce secteur (pas d'appel latéral d'eau en provenance de l'Océan). **Une surveillance de la qualité de l'eau du forage BSS001BEUB est toutefois recommandée compte de son usage (alimentation de la maison) et de sa proximité avec l'océan.**

Nota: Les 4 forages situés immédiatement à l'Ouest de LOPEHEUR (BSS0001BESK, BSS001BESL, BSS001BESJ et BSS0001BEWN), n'ont pas été retrouvés. Il s'agit d'ouvrages abandonnés ou non exploités.

Puits et sources

On notera que les puits peu profonds et sources captant l'horizon superficiel de la nappe de socle (horizon d'altération) peuvent être influencés de manière variable par le projet en fonction du degré de connexion de l'horizon superficiel avec la nappe profonde en relation directe avec le projet. Ce degré de connexion (traduit par le phénomène de drainance) est notamment fonction de la perméabilité et de l'épaisseur des horizons d'altération. Ces paramètres sont généralement très hétérogènes à l'échelle du secteur d'étude et sont donc difficilement appréhendables et modélisables.

Le modèle simplifié présenté dans le cadre de la présente étude ne comporte qu'une seule couche et n'est donc pas conçu pour prendre en compte ces phénomènes de déconnexion partielle ou totale de la nappe superficielle captée par les sources et les puits peu profonds du secteur. **Les rabattements induits théoriques calculés par le modèle correspondent donc à un maximum et les rabattements qui seront réellement observés sur les puits et sources superficiels seront donc très probablement inférieurs aux valeurs de rabattements théoriques calculées.**

Ainsi on peut distinguer les 3 cas de figures suivants :

- puits ou source associés à une nappe superficielle perchée, sans relation avec l'aquifère de socle sous-jacent : aucun impact du projet à prévoir ;
- puits ou source associés à une nappe superficielle partiellement connectée avec l'aquifère de socle sous-jacent (phénomène de drainance) : impact observé inférieur au rabattement induit théorique calculé par le modèle. La nappe superficielle étant particulièrement sensible à la recharge par la pluie, l'incidence du projet se traduira principalement en dehors des périodes de recharge de la nappe (période d'étiage).
- puits ou source associés à une nappe superficielle bien connectée avec l'aquifère de socle sous-jacent : impact observé égal au rabattement induit théorique calculé par le modèle ;

Considérant les précautions d'interprétation évoquées ci-dessus, les résultats obtenus dans le cadre de la modélisation amènent les constats suivants :

- En dehors de la période d'approfondissement maximale de la fosse Lopeheur, l'impact sur les puits sera faible à négligeable dans le secteur Est de la faille associée au filon de quartz (présence d'une barrière étanche).
- Concernant les éventuels puits non déclarés situés à l'Ouest de la carrière, l'incidence de l'exploitation sera probablement plus importante que dans le secteur Est (pas de protection de la barrière étanche). **Cette incidence reste réversible et cessera à la remise en eau des**

fosses suite à leur exploitation. On notera que les volumes d'eau exploités par ces ouvrages sont généralement faibles compte tenu de leur usage (généralement arrosage de jardin de particulier) ;

- De la même manière que pour les puits superficiels, les anciens lavoirs et sources situés à proximité de la carrière, coté Ouest (notamment Kergohel), pourraient être affectés par l'exploitation de la carrière en période d'étiage à des degrés différents en fonction de leur distance au projet et de la connexion entre nappe superficielle et nappe profonde. Un abaissement du débit de ces émergences en période d'étiage (non quantifiable) est envisageable. Ces lavoirs n'étant plus utilisés aujourd'hui, aucune incidence sur leur usage n'est à prévoir ;
- Aucun incidence sur les zones sourceuses de Kerguen et Kerbistoret n'est à prévoir (rabattement théorique induit par le projet négligeable) ;
- aucun changement de la qualité des eaux sur les puits et sources du secteur n'est à prévoir.

5.3.2 Incidence sur les captages AEP

D'après les hypothèses sécuritaires prises en compte pour les calculs¹⁹, l'incidence du projet sur les captages AEP du secteur est jugée nulle à négligeable. En effet :

- le périmètre de protection éloignée du captage de Kermadoye est affecté d'un rabattement nul à négligeable (<1 m) dans sa partie Sud-Ouest. Au niveau du captage, le rabattement induit par le projet est nul. Compte tenu de la profondeur théorique initiale du biseau salé dans ce secteur, ce dernier restera théoriquement très profond comparativement à la profondeur des forages de l'ordre d'une centaine de mètres.

L'aire d'alimentation du captage de Kermadoye, et donc le captage lui-même, sont donc situés en dehors de la zone d'incidence du projet. De plus, la zone d'alimentation principale de ce captage est située à l'opposé du projet (au NO du captage).

- Le captage de Guidel est suffisamment éloigné pour ne pas être concerné par les rabattements induits par le projet. Il bénéficie de l'effet de la zone tampon que constitue l'étang de Lannéec. **Par voie de conséquence, il n'y aura pas de modification de la position du biseau salé sur ce site de Guidel.**

5.3.3 Incidence sur la qualité de l'eau de la nappe de socle

En dehors de la théorique remontée du biseau salée et de ses potentielles conséquences évoquées au chapitre précédent, le projet n'est pas de nature à modifier la qualité des eaux à l'aval du projet.

En effet, l'activité du site et les risques associés (pollution accidentelle, etc.) reste inchangée par rapport à la configuration actuelle. Il est rappelé qu'aucune cible sensible n'est identifiée à l'aval du projet (proximité immédiate de l'océan à l'aval du projet).

¹⁹ Calculs réalisés en considérant un approfondissement maximal de toutes les fosses simultanément sans remblaiement ni remise en eau des fosses

5.3.4 Incidence sur les débits d'exhaure de la carrière et la qualité des eaux disponibles sur le site

Le projet d'approfondissement pourra conduire :

- **à la disparition temporaire du bourrelet piézométrique local qui est présent entre le site et l'océan au Sud de la carrière.** Dans la configuration actuelle, ce bourrelet piézométrique protégerait le site d'un apport d'eau latéral en provenance de l'océan. Sa disparition pourrait conduire à une augmentation de la salinité des eaux exhaurées en fond de carrière indépendamment du phénomène de remontée du biseau salé. Les remblayages prévus dans le cadre du projet et la remise en eau progressive de la carrière suite à son exploitation, permettront de rétablir la présence de ce bourrelet piézométrique ;
- **à une augmentation des teneurs en chlorures des eaux exhaurées liées à la remontée du biseau salé pour les fosses les plus profondes Kergantic et Lanvrian et, dans une moindre mesure sur Lopeheur et Kerguen ;**
- **à une augmentation des débits à gérer en fond de fosse en provenance de la nappe et donc des rejets au milieu naturel. A titre indicatif, la modélisation réalisée prévoit sensiblement un doublement des débits d'eau en provenance de la nappe à gérer par rapport à la situation actuelle. Pour rappel, ces débits d'eau en provenance de la nappe ne représentent qu'une partie du débit total à gérer sur le site (l'apport par les eaux pluies sur le bassin versant de la carrière constitue une part très importante du débit d'exhaure).**

5.4 Incidence du projet sur les eaux superficielles

La description des cours d'eau présentée ci-après se base sur les résultats des observations réalisées par Antea Group lors de son passage sur site le 14/04/2021

La carte des écoulements du secteur est présentée sur la Figure 26.

Afin de faciliter les descriptions des cours d'eau des numéros leur ont été attribués. Ces numéros seront utilisés pour citer ces cours d'eau dans la suite du présent rapport.

La planche photographique illustrant les observations réalisées sur les écoulements du secteur est présentée en Annexe IX.

Lors de notre visite du 14/04/2021, ces cours d'eau présentaient un écoulement faible (*suite à une absence de pluie durant plusieurs jours dans un contexte saisonnier de nappes hautes*).

Écoulement n°1 :

Lors de notre visite du 14/04/2021, ce cours d'eau présentait un faible écoulement (de l'ordre de quelques m³/h) malgré l'absence de pluie depuis plusieurs jours. Il se situe dans une configuration encaissée dans sa part amont et apparaît sous la forme d'un fossé le long de la piste cyclable. Cette configuration encaissée est probablement liée à la mise en place de la piste cyclable.

A environ 300 m de sa source, ce cours d'eau est alimenté par les flux d'eau en provenance de la carrière. Ces flux étaient de l'ordre de plusieurs dizaines de m³/h le 14/04/2021.

Au-delà de ce point de rejet, le cours d'eau est actuellement intégré au réseau de circulation des eaux du site de la carrière.

Ce cours d'eau trouve probablement une part de son origine dans un débordement de la nappe de socle. **L'alimentation par la nappe de socle est très inférieure aux apports d'eau liés au fonctionnement de la carrière.**

Compte tenu de l'abaissement du niveau de la nappe de socle attendu dans ce secteur, le projet d'approfondissement présente un risque d'allongement de la période d'assèchement du cours d'eau dans sa partie située en amont de l'apport de la carrière (moins de soutien de la nappe aux écoulements du cours d'eau). On notera que cette partie amont présente déjà très probablement un écoulement intermittent.

Dans ces conditions, le projet modifiera peu les écoulements d'eau de ce cours d'eau déjà très largement influencé par les activités anthropiques liées à l'exploitation de la carrière dans sa configuration actuelle. La grande majorité de son lit restera en écoulement grâce aux apports d'eau en provenance de la carrière.

Écoulement n°2 :

Ces écoulements ont été déclassés suite à la visite d'un inspecteur de la DDTM réalisée en mars 2021. Le rapport d'intervention correspondant est présenté en Annexe X.

Écoulements n°3 et 4 :

Lors de notre visite du 14/04/2021, ces cours d'eau présentaient un faible écoulement (de l'ordre de quelques m³/h) et cela malgré l'absence de pluie depuis plusieurs jours et des conditions d'observation de hautes eaux.

Ces cours d'eau trouvent probablement une part de leur origine dans un débordement de la nappe de socle. Il est très probable que le tronçon amont de ces écoulements soit naturellement à sec une grande partie de l'année dans la situation actuelle (écoulement intermittent).

D'après nos calculs, les zones sourceuses alimentant ces cours se situeront en limite de la zone d'influence de la carrière. L'impact du projet sur le débit de ces cours d'eau sera donc très probablement faible à négligeable.

Écoulement n°5 :

Lors de notre visite du 14/04/2021, cet écoulement présentait un faible débit (de l'ordre de quelques m³/h) au niveau du lieu-dit de Kergohel et cela malgré l'absence de pluie depuis plusieurs jours.

La branche amont Est de l'écoulement n°5, en provenance du secteur de la réserve Prairie, n'est pas directement connectée à cette réserve. L'écoulement le long de cette branche était quasi nul lors de notre visite alors que l'on se situait en période de hautes eaux.

Ce cours d'eau trouve probablement une part de son origine dans un débordement de la nappe de socle. Il est très probable que le tronçon amont de l'écoulement n°5 soit naturellement à sec une grande partie de l'année dans la situation actuelle (écoulement intermittent).

De plus, on notera que ce cours d'eau est fortement anthropisé :

- en partie amont : il chemine dans des fossés aménagés entre des talus le long des réserves d'eau de la carrière ;
- en partie aval : car situé à l'intérieur de l'enceinte du golf de Ploemeur (bassin de retenue en amont de l'exutoire à l'océan + passage busé de plusieurs dizaines de mètres de longueur sous les terrains de golf). Lors de notre visite du 14/04/2021 et malgré la présence d'écoulement observée en partie amont du bassin versant de ce cours, aucun écoulement n'a été observé à l'exutoire du cours d'eau au niveau de la route D152.

Compte tenu de l'abaissement du niveau de la nappe de socle attendu dans ce secteur, **le projet est susceptible d'augmenter la durée de la période d'assèchement de cet écoulement (plus de soutien du débit par la nappe) dans sa partie amont.**

Écoulement n°6 :

Ce cours d'eau correspond à un écoulement traversant le golf de Ploemeur. Dans l'emprise du golf, ce cours d'eau est fortement anthropisé.

Lors de notre visite du 14/04/2021, ce cours d'eau présentait un écoulement de l'ordre de quelques dizaines de m³/h malgré l'absence de pluie depuis plusieurs jours. Un écoulement est également observé au niveau de la branche du cours d'eau en provenance de Kerham.

Ce cours d'eau trouve probablement une part de son origine dans un débordement de la nappe de socle. Ces écoulements sont probablement intermittents et fonction du niveau de la nappe durant le cycle hydrologique.

En ce qui concerne le tronçon transitant par le golf de Ploemeur, ce dernier continuera à être alimenté par l'exutoire qui sera aménagé au niveau de Générale Carrière.

En ce qui concerne le petit tronçon Est de cet écoulement (écoulement intermittent du secteur Kerham), compte tenu de l'abaissement du niveau de la nappe de socle attendu dans ce secteur, le projet d'approfondissement est susceptible d'augmenter la durée de la période d'assèchement de cet écoulement (plus de soutien du débit par la nappe).

Dans ces conditions et en prenant la précaution de maintenir un débit de réserve à partir de la réserve Générale Carrière, le projet modifiera peu les écoulements d'eau du tronçon principal transitant à travers le golf. Le projet présentera même un caractère bénéfique sur le cours d'eau en soutenant le débit du cours d'eau lors des étiages grâce à la mise en place du nouvel exutoire Générale Carrière prévu dans le cadre du projet.

Écoulements n°7:

Ces écoulements, plus éloignés du projet, trouvent également très probablement leur origine dans des débordements de la nappe de socle (zone sourceuse). Ces cours d'eau présentent un écoulement intermittent dans la configuration actuelle. Les écoulements actuels mis en évidence en hautes eaux lors de notre passage en avril 2021, sont toujours faibles (quelques centaines de litres/heure tout au plus). **Compte tenu du caractère intermittent de ces écoulements et du faible impact sur la nappe dans ces secteurs plus éloignés, l'incidence du projet sur ces écoulements est jugée négligeable.**

Étang de Lannéec (n°8) :

L'alimentation principale de l'étang ne provient pas de cours d'eau situés dans le secteur influencé par le projet. **Aucune incidence n'est à prévoir sur cet étang.**

5.5 Incidence des rejets et incidence sur le milieu océan

5.5.1 Incidence des rejets d'eau

Les rejets seront concentrés au niveau des 2 exutoires :

- exutoire principal : il s'agit d'un rejet à l'océan ;
- exutoire intermédiaire Générale carrière fonctionnant en intermittence : il s'agit également d'un rejet à l'océan par l'intermédiaire du cours d'eau anthropisé circulant à travers le golf de Ploemeur ;

Comme cela a été évoqué plus haut dans le présent rapport, l'approfondissement de la carrière pourra conduire à une augmentation des volumes d'eau rejetés en provenance de la nappe d'eau souterraine. Ces eaux seront probablement plus salées que dans la configuration actuelle.

La gestion des eaux du site sera adaptée pour permettre un rejet d'eau présentant une salinité acceptable pour le cours d'eau transitant au travers du golf. On rappelle que l'eau de la réserve de Générale Carrière est peu salée actuellement et le restera probablement dans le futur compte tenu qu'il s'agit d'un mélange avec des eaux de pluie (conductivité actuelle de l'ordre de 1.1 mS/cm).

Du point de la charge en matière en suspension, il est difficile à quantifier l'évolution des teneurs en MES au rejet car elle est fonction des transits dans les bassins amonts dont la configuration évoluera avec l'exploitation de la carrière. Toutefois, le site veillera à maintenir un temps de décantation suffisant en cas de modification des bassins. La gestion des eaux du site sera ainsi adaptée pour maintenir des teneurs en MES au rejet en dessous des seuils autorisés.

Dans ces conditions, l'impact des rejets sur le milieu naturel est considéré comme négligeable.

5.5.2 Incidence sur le milieu Océan

Compte tenu du volume et de la salinité de l'Océan (35 000 mg/l), les éventuelles variations de débit et de salinité de l'eau au rejet ne sont pas de nature à modifier significativement l'impact de la carrière sur l'Océan par rapport à la situation actuelle.

Les teneurs en MES seront régulés en amont et maintenu en dessous des seuils autorisés. Il n'y aura donc pas d'évolution de l'impact sur l'Océan pour ce paramètre.

Dans ces conditions, l'impact du projet sur le milieu Océan est jugé négligeable.

5.6 Incidence des remblayages

Les remblayages des fosses prévus dans le cadre du projet seront réalisés à partir de :

- 80 % de matériaux en provenance du site ;
- 20 % de matériaux inertes en provenance de l'extérieur.

Les matériaux inertes en provenance de l'extérieur seront contrôlés à leur entrée sur le site.

Ce contrôle permettra de s'assurer une absence d'incidence qualitatif de ces remblayages sur la nappe d'eau souterraine.

6 Synthèse des impacts prévisibles

6.1 Eaux souterraines

Les résultats des investigations réalisées mettent en évidence que, dans sa configuration actuelle, la carrière semble déjà sollicitée le biseau salé d'une part via la fosse la plus profonde du secteur Kergantic (actuellement excavée jusqu'à la cote d'environ -11/-14 mNGF) et éventuellement, dans une moindre mesure, via la fosse moins profonde de Lanvrian (environ -4 mNGF).

Aucun des forages profonds situés à proximité de la carrière ne présentent à ce jour de signe de sollicitation du biseau salé (faibles teneurs en Chlorures). **L'incidence de l'exploitation de la carrière dans sa configuration actuelle est donc à ce jour limitée à la proximité immédiate des fosses du site.**

L'approfondissement de la carrière dans la configuration prévue en 2048 (état final avant réhabilitation) peut amener les modifications suivantes :

- une accentuation des rabattements induits sur certains points d'eau proches sans conduire à une modification de la qualité de l'eau :
 - pour 3 forages profonds proches du projet (BSS001BEVR, BSS001BEUJ et BSS001BESF à usage agricole ou domestique), les rabattements attendus seraient de l'ordre de 3 à 6 m dans la configuration la plus pénalisante pour les calculs²⁰. **Compte tenu de la profondeur de ces ouvrages, il est possible qu'une baisse de productivité de ces derniers soit observée sans toutefois empêcher leur exploitation. Cet impact s'exprimera principalement lors de l'approfondissement maximal de la fosse de Lopeheur et cessera lors de la remise en eau progressive de cette fosse suite à son exploitation ;**
 - pour les forages plus éloignés à usage domestique (secteur Kervéganic et Keréven), **l'incidence du projet est jugée faible à négligeable de l'ordre de 1 à 2 m ;**
 - pour les forages du secteur de Kerguen et Kerbistoret et Couregant, **l'incidence sera négligeable (<1m).**
- dans le cas le plus pessimiste²¹, **un assèchement probable des éventuels puits superficiels peu profonds non déclarés les plus proches des fosses en cours d'exploitation à leurs cotes maximales en période d'étiage et à un abaissement probable du débit des zones sourceuses les plus proches du projet (lavoirs, fontaine, etc.) en période d'étiage.** Les ouvrages du secteur Est ne seront impactés principalement que lors de l'exploitation de la fosse Lopeheur. Ces puits superficiels sont peu exploités et les sources sont abandonnées ;

²⁰ Calcul de l'incidence toutes fosses ouvertes simultanément, situation la plus pénalisante qui ne se produira pas dans la réalité.

²¹ En considérant le cas le plus pessimiste où la nappe superficielle est en lien direct avec la nappe profonde (pas de nappe perchée et pas de phénomène de drainance qui pourrait atténuer les impacts). C'est ce cas de figure qui est simulé par le modèle réalisé dans le cadre de la présente étude.

- au regard des hypothèses prises en compte dans nos calculs, **le projet n'est pas de nature à induire d'incidence sur le captage AEP de Kermadoye** (pas de rabattement induit au niveau du captage et au niveau de sa limite d'alimentation au Sud) ;
- au regard des hypothèses prises en compte dans nos calculs, **le projet n'est pas de nature à porter atteinte à l'exploitation du projet de captage AEP de Guidel**. En effet, au-delà de sa distance notable au projet, ce captage bénéficie d'un écran hydraulique (Etang de Lannéec) qui l'isole des incidences potentielles en provenance de la carrière ;
- localement à l'échelle de la carrière, une invasion latérale d'eau salée en provenance de l'Océan par la disparition temporaire du bourrelet piézométrique présent dans l'état actuel de la carrière. Ce phénomène pourra conduire à une augmentation des teneurs en Chlorures à gérer sur le site. Il cessera à la remise en eau des fosses suite à l'exploitation de la carrière ;
- parallèlement, les volumes d'eau de nappe à gérer vont augmenter à mesure de l'approfondissement de la carrière. Les rejets d'eau au milieu naturel seront donc également amenés à augmenter.

D'une manière générale, les incidences évoquées ci-dessus sont réversibles et cesseront de fait à la remise en eau des fosses exploitées.

Rappel des hypothèses prises en compte et des limites de la modélisation proposée

L'utilisation d'un modèle a été rendu nécessaire pour appréhender, même sommairement, l'incidence de l'approfondissement sur le niveau de la nappe compte tenu de la géométrie spécifique du projet (forme et profondeur des fosses différentes, plusieurs fosses sur le site s'inter influençant, etc.). **Ce modèle n'a pas pour objectif de reproduire strictement le comportement local de l'aquifère hétérogène de la formation de socle étudiée mais plutôt d'apporter une base de réflexion pour l'évaluation et la vérification de l'incidence potentielle que pourrait induire les variations de géométrie de l'exploitation sur le principal enjeu du secteur qui est représenté par les captages d'alimentation en eau potable.**

Ainsi les hypothèses prises en compte pour le calcul permettent de se placer d'un point de vue sécuritaire vis-à-vis de l'évaluation de l'incidence du projet sur les captages AEP du secteur. La résultante de ces hypothèses sécuritaires est une probable surestimation des incidences du projet sur les ouvrages proches captant les eaux souterraines. Dans ces conditions, les valeurs de rabattement annoncées dans le présent rapport pour ces ouvrages sont donc à considérer avec précaution et la validité des résultats du modèle à proximité du projet devra être vérifiée au regard des résultats des suivis de niveau qui seront réalisés dans le cadre du projet d'extension.

6.2 Eaux superficielles

D'un point de vue quantitatif, les incidences sur les eaux superficielles sont en lien avec les incidences sur les zones sourceuses décrites au chapitre précédent. En effet, certains cours d'eau trouvent une part de leur alimentation dans les débordements de la nappe de socle (soutien des écoulements sur une partie de la période d'étiage).

Les incidences prévisibles du projet sur les eaux superficielles sont les suivantes :

- **cours d'eau n°1** : le projet modifiera peu les écoulements d'eau de ce cours d'eau déjà très largement influencé par les activités anthropiques liées à l'exploitation de la carrière dans sa configuration actuelle. La grande majorité de son lit restera en écoulement grâce aux apports d'eau en provenance de la carrière. **Il n'y aura pas d'incidence sur les écoulements à l'aval du rejet de la carrière sous réserve de prévoir un débit de fuite en cas d'arrêt du rejet ;**
- **écoulements n°3 et 4** : en configuration toutes fosses ouvertes et en 2053, les zones sourceuses alimentant ces cours se situent en limite de la zone d'influence de la carrière. **L'impact du projet sur ces cours d'eau sera très probablement faible à négligeable ;**
- **écoulement n°5 (secteur Golf)** : compte tenu de l'abaissement du niveau de la nappe de socle attendu dans ce secteur, **le projet est susceptible d'augmenter la durée de la période d'assèchement de cet écoulement (plus de soutien du débit par la nappe). Un débit de fuite depuis les réserves du site situées à proximité immédiate en amont de ces cours d'eau permettrait de maintenir un écoulement dans ces cours d'eau ;**
- **écoulement n°6 (secteur Golf)** : en prenant la précaution de maintenir un débit de réserve à partir de la réserve Générale Carrière, **le projet modifiera peu les écoulements d'eau du tronçon principal transitant à travers le golf. Le projet présentera même un caractère bénéfique sur le cours d'eau en soutenant le débit du cours d'eau lors des étiages grâce à la mise en place du nouvel exutoire Générale Carrière prévu dans le cadre du projet ;**
- **écoulement n°7** : ces cours d'eau, plus éloignés du projet et intermittents, se situent en limite de la zone d'influence du projet. **L'incidence du projet sur ces écoulements est jugée négligeable.**

Aucune incidence n'est à prévoir sur l'étang de Lannéec, son alimentation principale ne provenant pas du secteur influencé par le projet.

D'un point de vue qualitatif, aucun rejet n'est prévu dans les cours d'eau du secteur en dehors de celui qui sera aménagé sur l'écoulement n°6. Ce point est traité au chapitre suivant.

D'une manière générale, les incidences évoquées ci-dessus sont faibles à négligeables. Elles sont réversibles et cesseront de fait à la remise en eau des fosses exploitées.

6.3 Rejet et Milieu Océan

La gestion des eaux du site sera adaptée pour permettre un rejet d'eau présentant une salinité acceptable pour le cours d'eau transitant au travers du golf (écoulement n°6).

Du point de la charge en matière en suspension, il est difficile à quantifier l'évolution des teneurs en MES au rejet car elle est fonction des transits dans les bassins amonts dont la configuration évoluera avec l'exploitation de la carrière. Toutefois, le site veillera à maintenir un temps de décantation suffisant en cas de modification des bassins. La gestion des eaux du site sera ainsi adaptée pour maintenir des teneurs en MES au rejet en dessous des seuils autorisés.

Compte tenu du volume et de la salinité de l'Océan (35 000 mg/l), les éventuelles variations de débit et de salinité de l'eau au rejet ne sont pas de nature à modifier significativement l'impact de la carrière sur l'Océan par rapport à la situation actuelle.

Dans ces conditions, l'impact des rejets sur le milieu naturel est considéré comme négligeable.

7 Mesures d'évitement, de réduction et compensatoires (ERC) proposées en vue de limiter les impacts

7.1 Eaux souterraines

Compte tenu des résultats obtenus, les incidences prévisibles sur la nappe de socle et ces usages apparaissent acceptables sous réserve que le projet soit accompagné des précautions suivantes (fréquences à adapter en fonction des phases d'approfondissement) :

- la mise en œuvre d'un suivi régulier mensuel des niveaux piézométriques et des cotes des plans d'eau **du site** et des profondeurs d'excavation approximatives des différentes fosses de la carrière et leur emprise. Dans ce cadre, Imerys s'est déjà fortement investi en installant en fin d'année 2020, 2 nouveaux piézomètres de contrôle (cf. localisation Figure 9). Ces ouvrages seront intégrés au réseau de suivi piézométrique :
 - piézomètre PzBS1 (secteur Nord) : Il permettra de surveiller l'évolution du niveau de la nappe et l'arrivée d'un éventuel biseau salé au cours du projet d'approfondissement ;
 - piézomètre PzBS2 (secteur Sud) : Il permettra de surveiller l'évolution du bourrelet piézométrique protégeant le site des apports latéraux d'eau salées en provenance de l'océan et d'en suivre l'évolution durant le projet d'approfondissement ;
 - Le suivi de ces ouvrages sera idéalement réalisé à partir de capteurs permettant un enregistrement en continu des niveaux d'eau de la nappe ;
- l'intégration des paramètres Conductivité et Chlorures dans les suivis qualitatifs réalisés en routine sur les plans d'eau des fosses exploitées, les eaux exaurées (y compris rejets) et sur les piézomètres du site ;
- la réalisation d'une campagne piézométrique de basses eaux et de hautes eaux tous les 5 ans sur les ouvrages du secteur captant les eaux souterraines et sur les points d'eau de surface (lavoir, émergence). Un suivi de la qualité de l'eau de ces points sera également réalisé si des variations notables de piézométrie sont constatées. Il sera nécessaire de consigner les profondeurs d'excavation des différentes fosses de la carrière et leur emprise à chaque campagne piézométrique.

Pour les forages recensés exploités²² et les puits superficiels de faibles profondeurs pour lesquels un impact quantitatif serait éventuellement constaté au cours du suivi, une étude spécifique, en concertation avec les exploitants concernés, sera réalisée afin de définir les solutions adéquates à mettre en œuvre pour limiter l'incidence du projet pour l'exploitant.

²² Voir inventaire des forages recensés à la Banque de Données du Sous-Sol du BRGM en Tableau 2

Concernant l'ouvrage situé à l'aval immédiat du projet d'extension de Kerguen (BSS001BEUB), une procédure d'information sera mise en place afin d'alerter le propriétaire en cas d'éventuelles pollutions accidentelles de la nappe.

Prise en considération du cas particulier de l'usage sensible AEP du captage de KERMADOYE:

Malgré l'absence probable d'incidence sur cet ouvrage, des recommandations sont toutefois proposées, compte tenu :

- des limites de la méthodologie appliquée ;
- de l'hétérogénéité du milieu étudié;
- de la complexité du mode d'alimentation de ce captage AEP ;
- de la sensibilité de cette ressource stratégique pour la collectivité ;
- de la quasi-irréversibilité du phénomène d'installation du biseau salé en cas de mise en place ;

Ainsi nous recommandons, **en cas d'évolution notable constatée sur la piézométrie de la nappe lors des campagnes piézométriques réalisées tous les 5 ans**, la mise en place d'un piézomètre profond à positionner entre la carrière et le captage (par exemple dans le secteur de Kerduellic). Ce piézomètre permettra de surveiller l'intensité du rabattement induit par le projet dans ce secteur et d'adapter le programme d'exploitation de la carrière en conséquence.

7.2 Eaux superficielles

Les suivis qualitatifs évoqués au chapitre précédent permettront de surveiller l'évolution de la qualité de l'eau rejetée au milieu naturel.

L'aménagement de débits de réserve alimentés par les réserves en eau du site pour les écoulements n°1, 5 et 6 sera mise en place afin de maintenir un écoulement permanent dans ces cours d'eau en cas de signe de tarissement.

7.3 Rejets et Milieu Océan

Il sera nécessaire d'anticiper l'augmentation des volumes d'eau souterraine à gérer en provenance des fonds de fosse et l'évolution de la salinité de l'eau (cheminement spécifique avec canalisation de bypass des eaux trop chargées en provenance des fonds de fosse, bassin de stockage spécifique, etc.).

Le schéma de circulation des eaux (mélange eau pluviale douce / eau de fond de fouille plus salée) devra être ajusté pour garantir une eau de qualité compatible avec le milieu naturel.

Compte tenu des précautions d'exploitation prises par Imerys, l'impact des rejets sur le milieu naturel et l'océan sera négligeable donc il n'est pas prévu de mesures ERC.

Pour rappel, ces précautions d'exploitation sont les suivantes :

- la gestion des eaux du site sera adaptée pour permettre un rejet d'eau présentant une salinité acceptable pour le cours d'eau transitant au travers du golf;
- Imerys veillera à maintenir un temps de décantation suffisant en cas de modification des bassins actuels présents sur le site. La gestion des eaux du site sera ainsi adaptée pour maintenir des teneurs en MES au rejet en dessous des seuils autorisés.

Observation sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

FIGURES

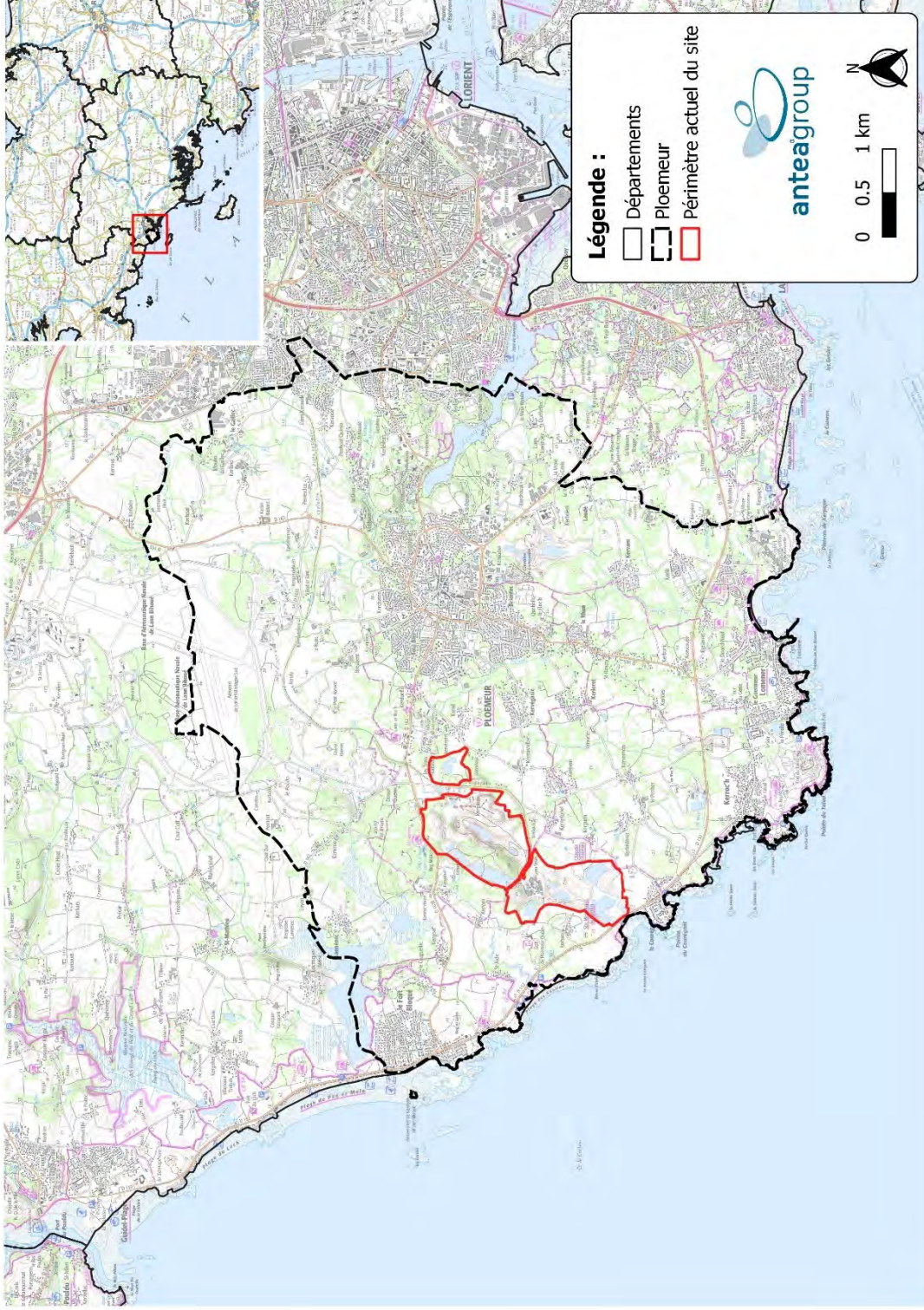


Figure 1 : localisation actuelle de la carrière (Arrêté Préfectoral du 01/02/2008)

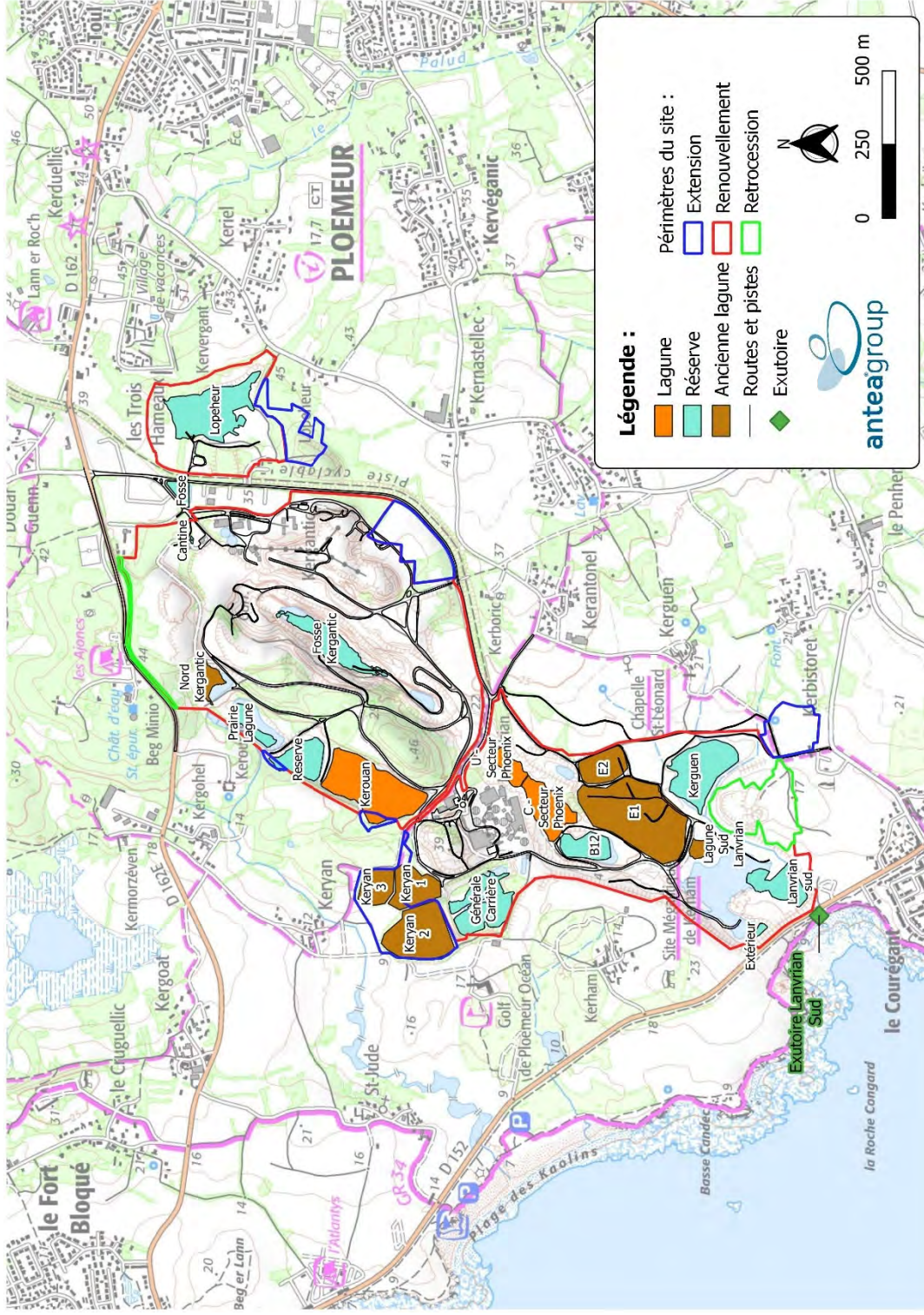
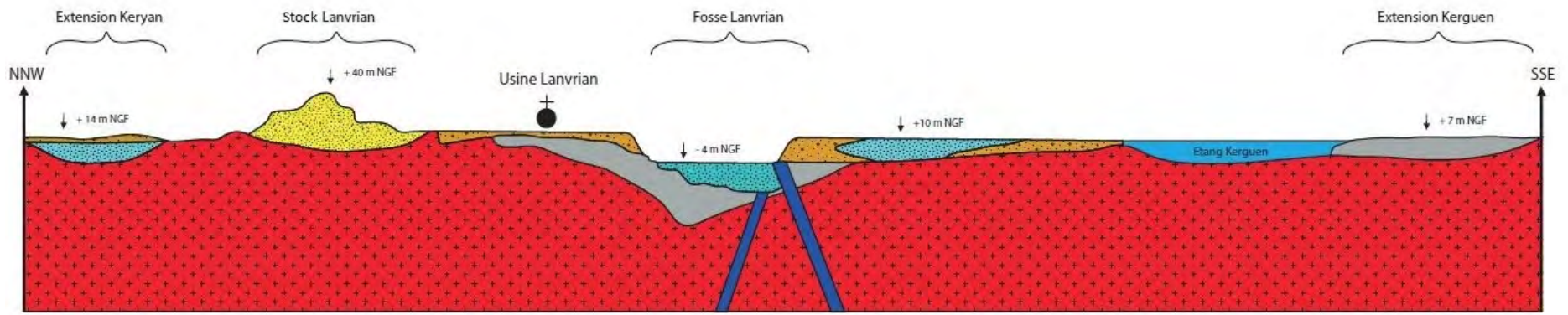


Figure 2 : localisation et nature des différentes zones du site (état actuel)

COUPE 1 :

PHASE P0 : état actuel



COUPE 2 :

PHASE P0 : état actuel

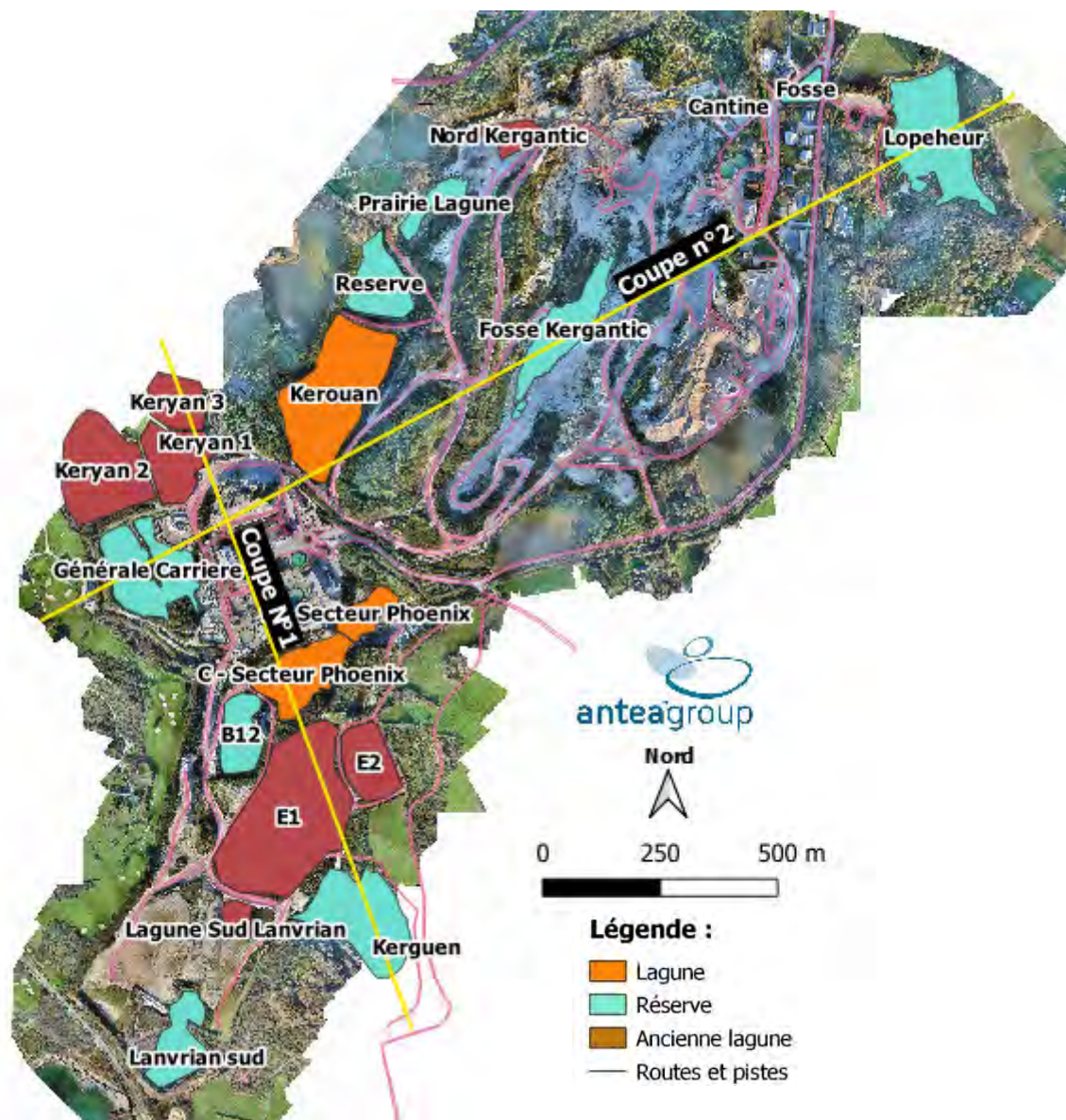
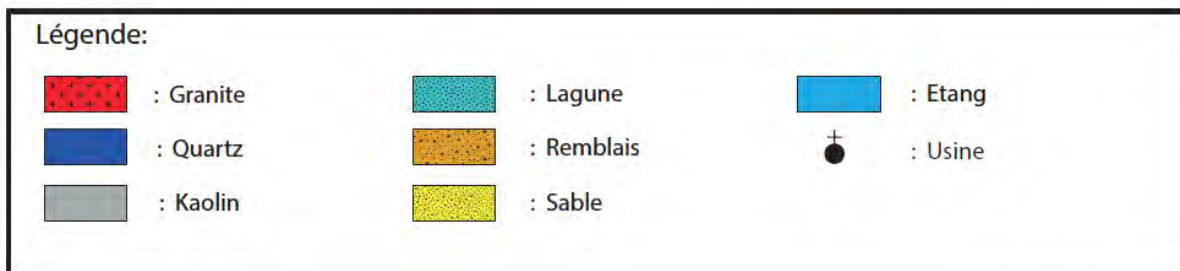
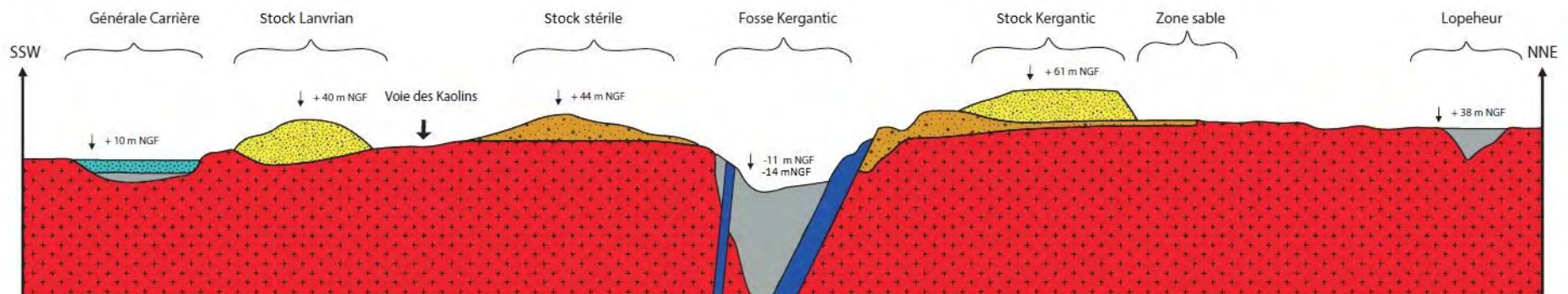


Figure 3 : coupe schématique du site en l'état actuel

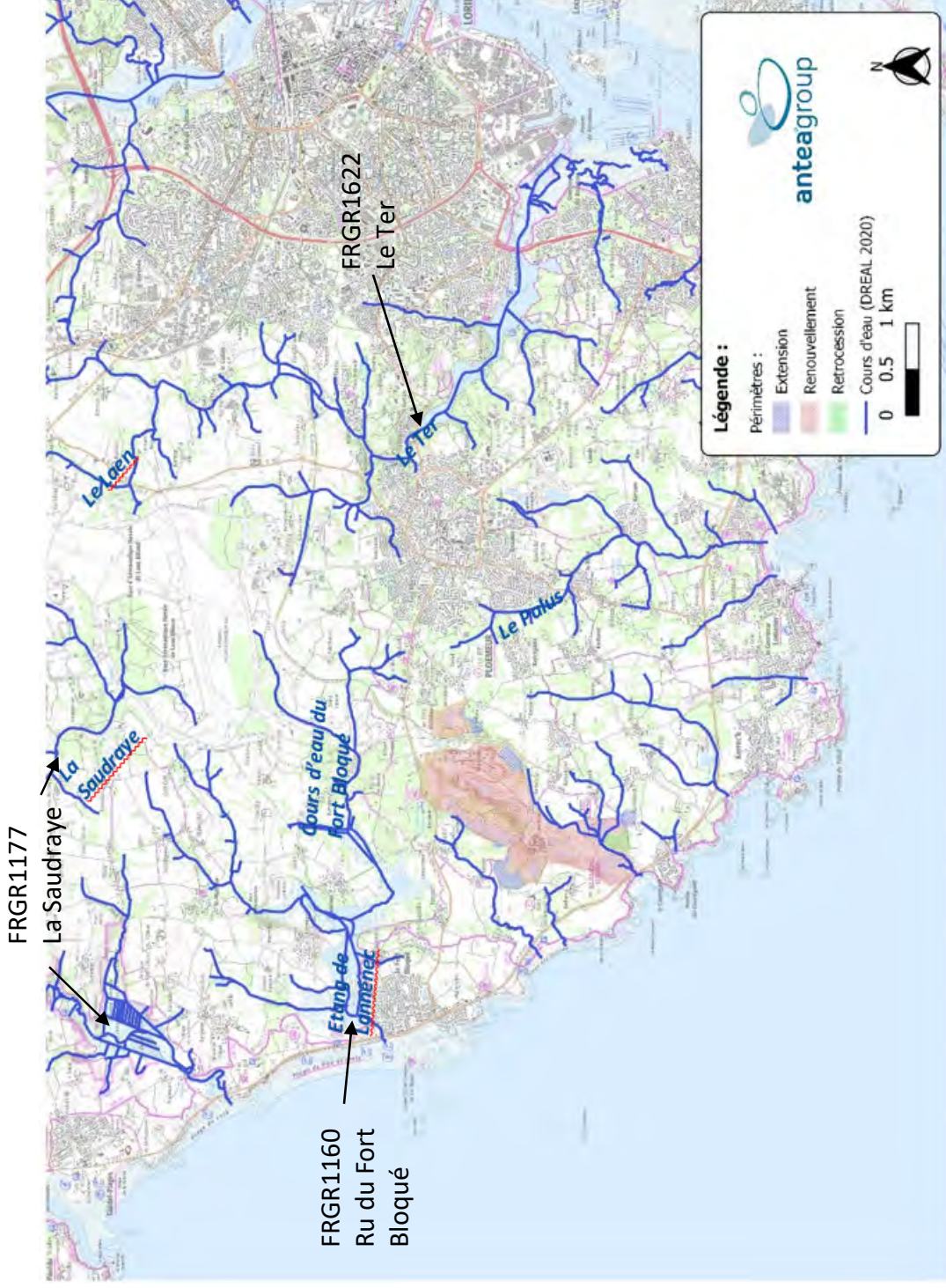


Figure 4 : réseau hydrographique et masses d'eau superficielles

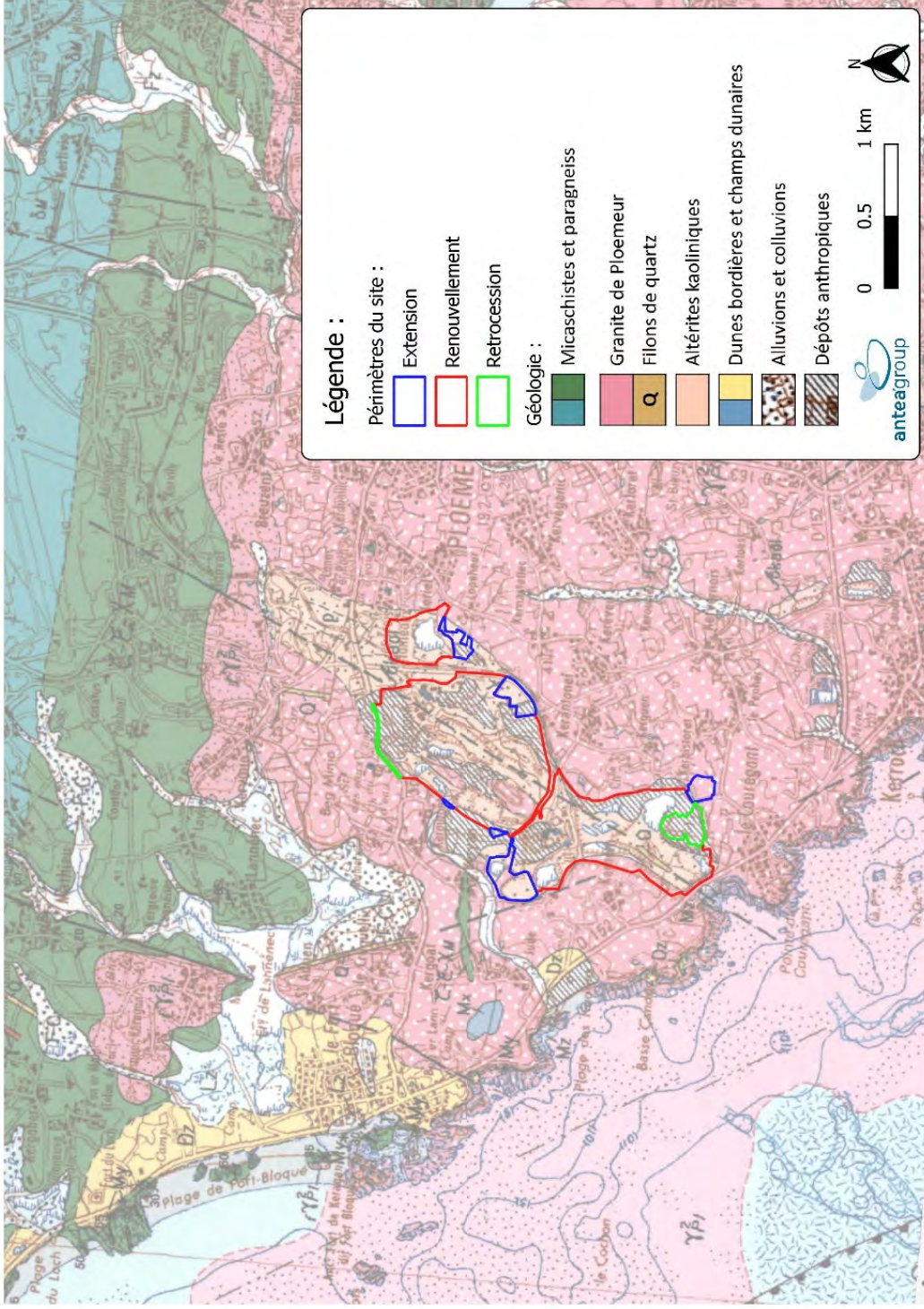


Figure 5 : extrait carte géologique de Lorient (BRGM)

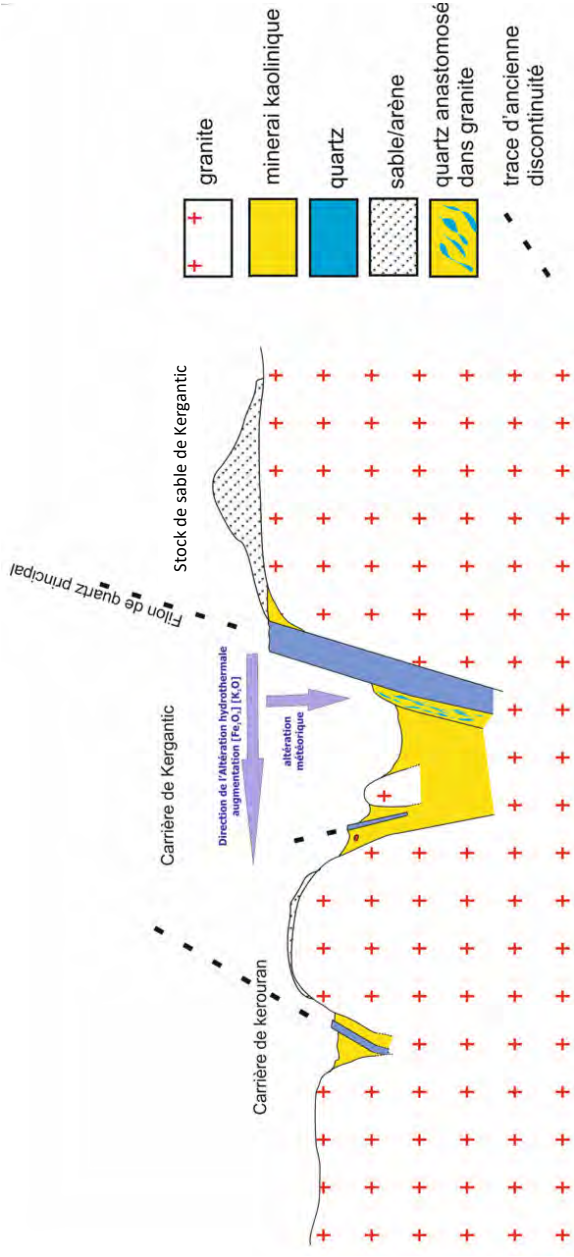


Figure 6 : coupe schématique du gisement principal de kaolins, orientation E-W (Imerys)

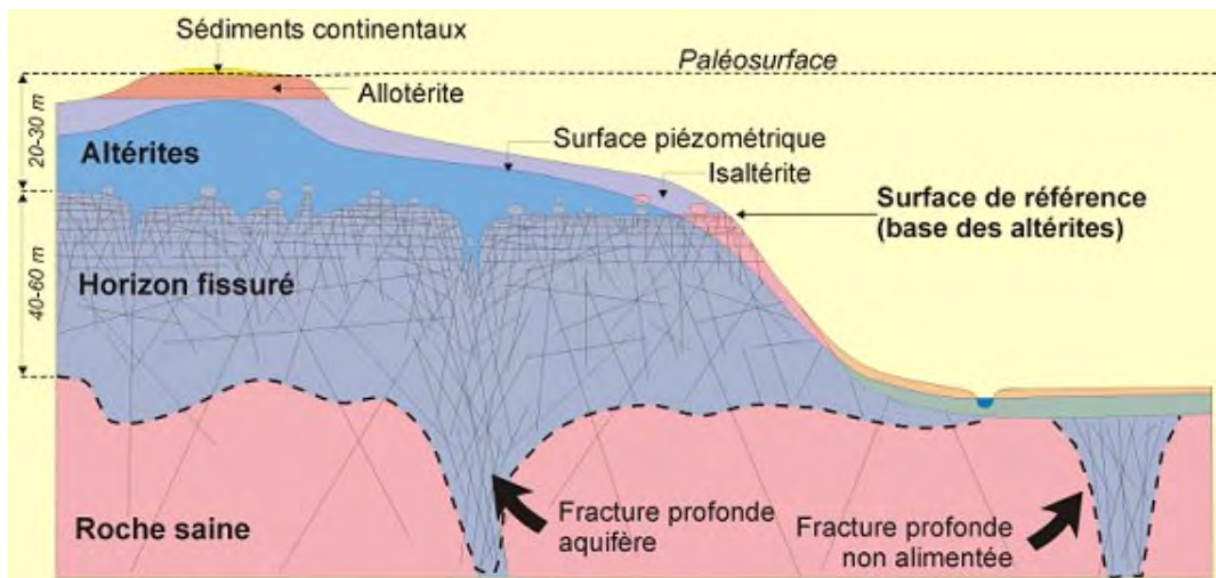


Figure 7 : aquifère de socle (Source : Wyns & al)

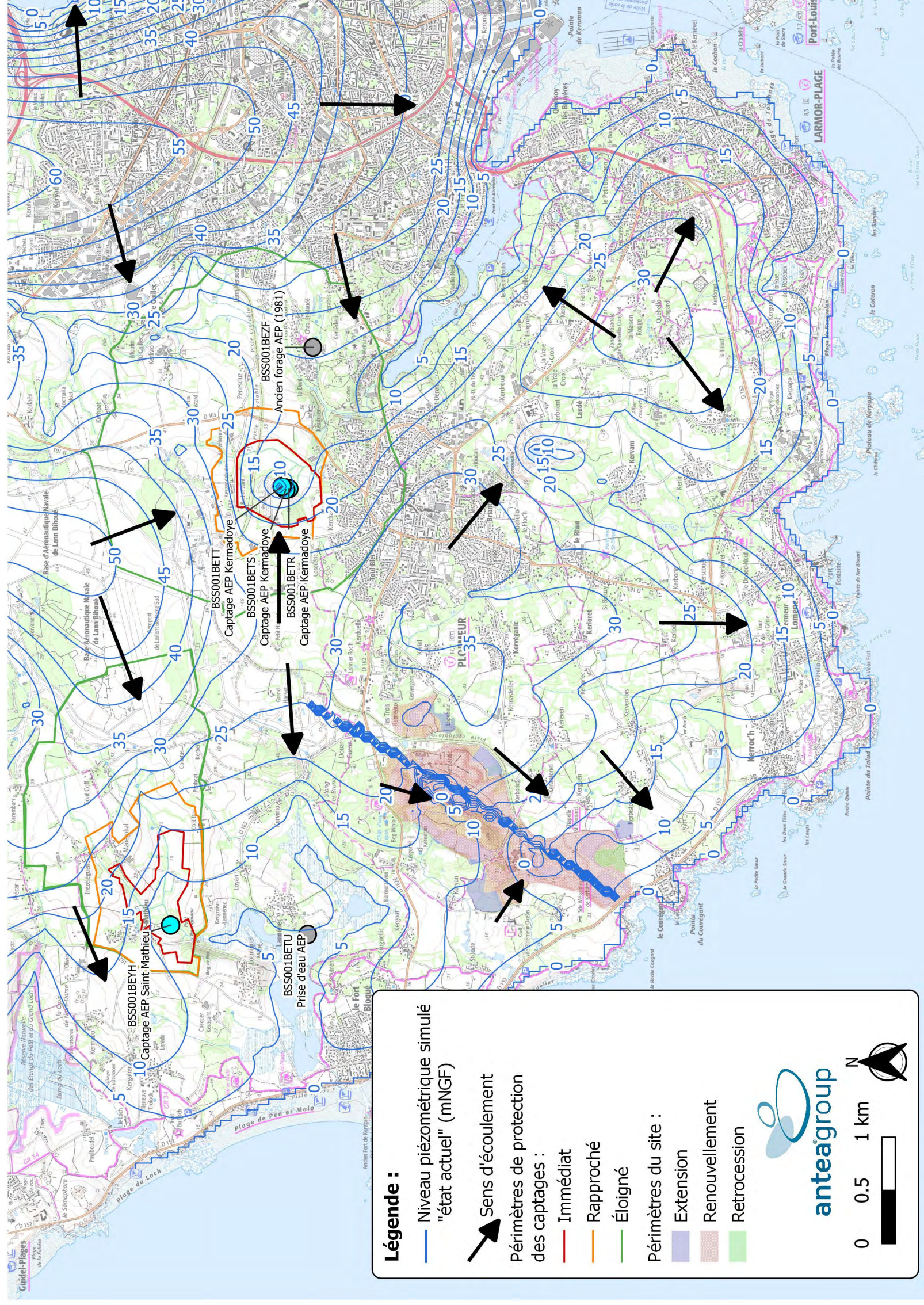


Figure 8 : piézométrie de la nappe de socle et sens d'écoulement

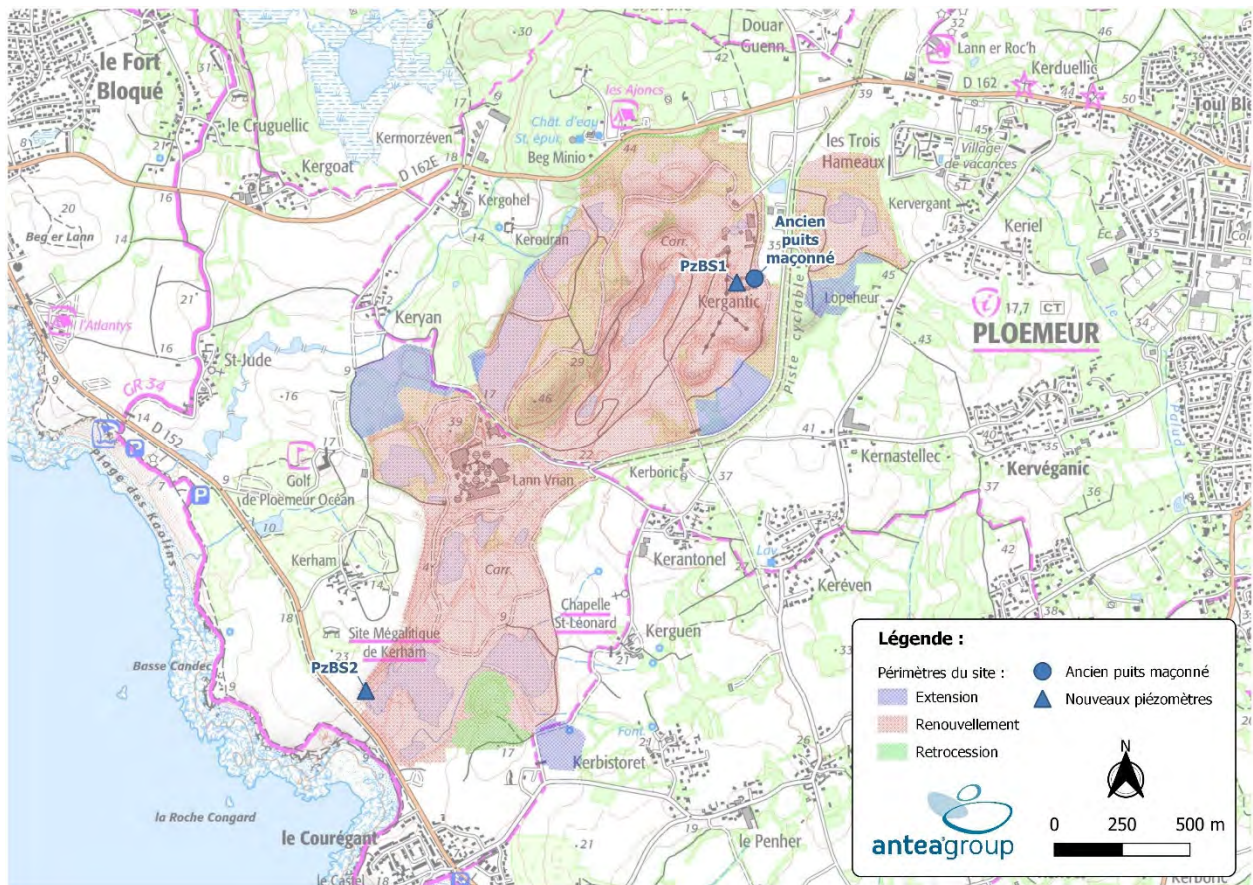


Figure 9 : localisation des piézomètres profonds réalisés en fin d'année 2020

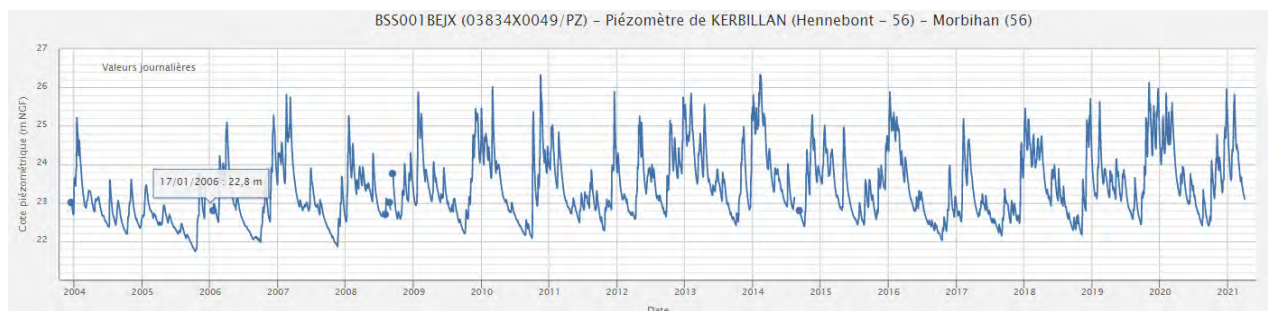


Figure 10 : variation saisonnière sur le forage KERBILLAN de Hennebont (56) – source ADES

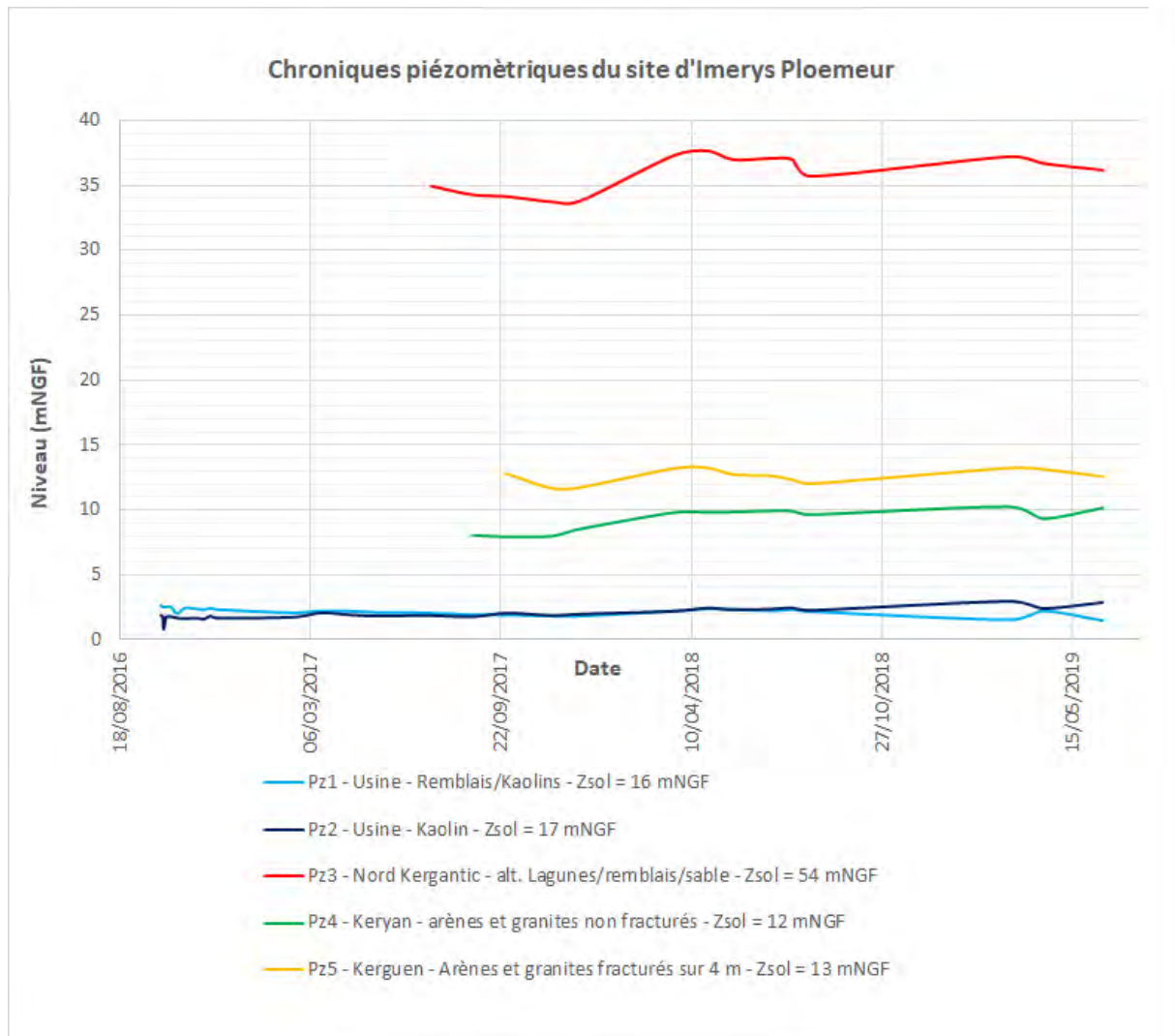


Figure 11 : suivi piézométrique réalisé sur le site de Kergantic en mNGF (Imerys)

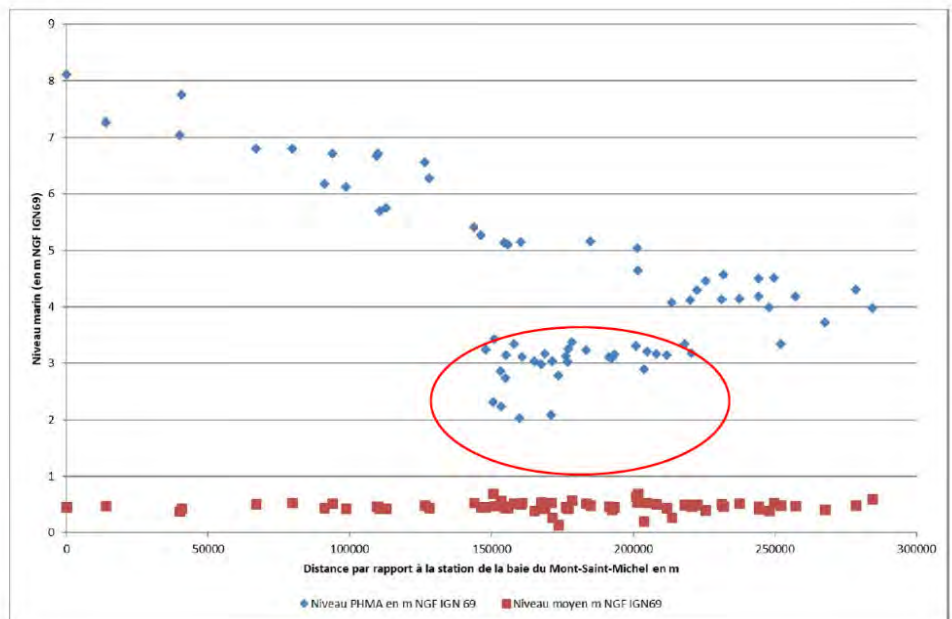
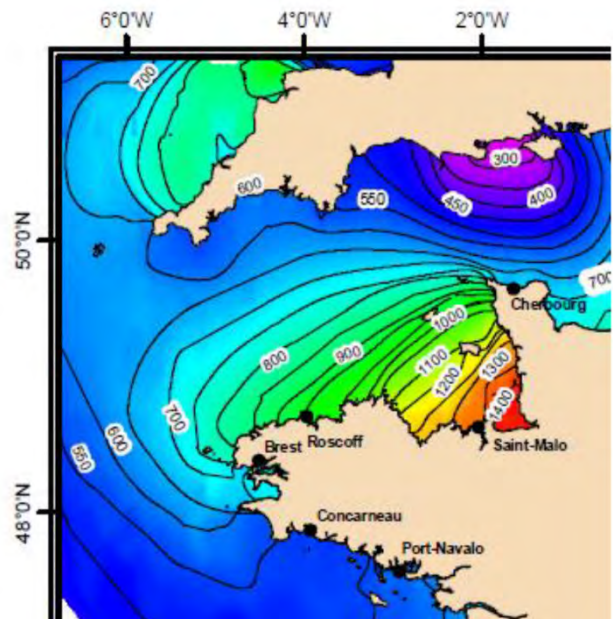


Figure 12 : carte de marnage (en cm) pour un coefficient de marée de 120 (SHOM 2016) et niveau marin moyen (en rouge)

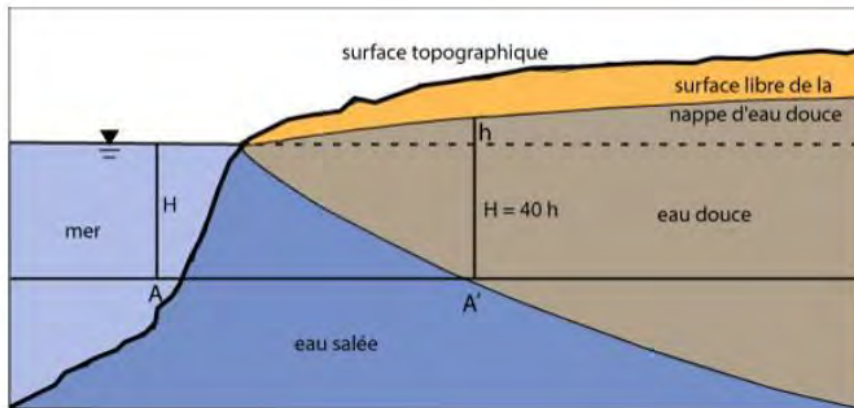


Figure 13 : coupe schématique perpendiculaire au littoral selon Ghyben-Herzberg
(extrait de Frissant et al, 2005)

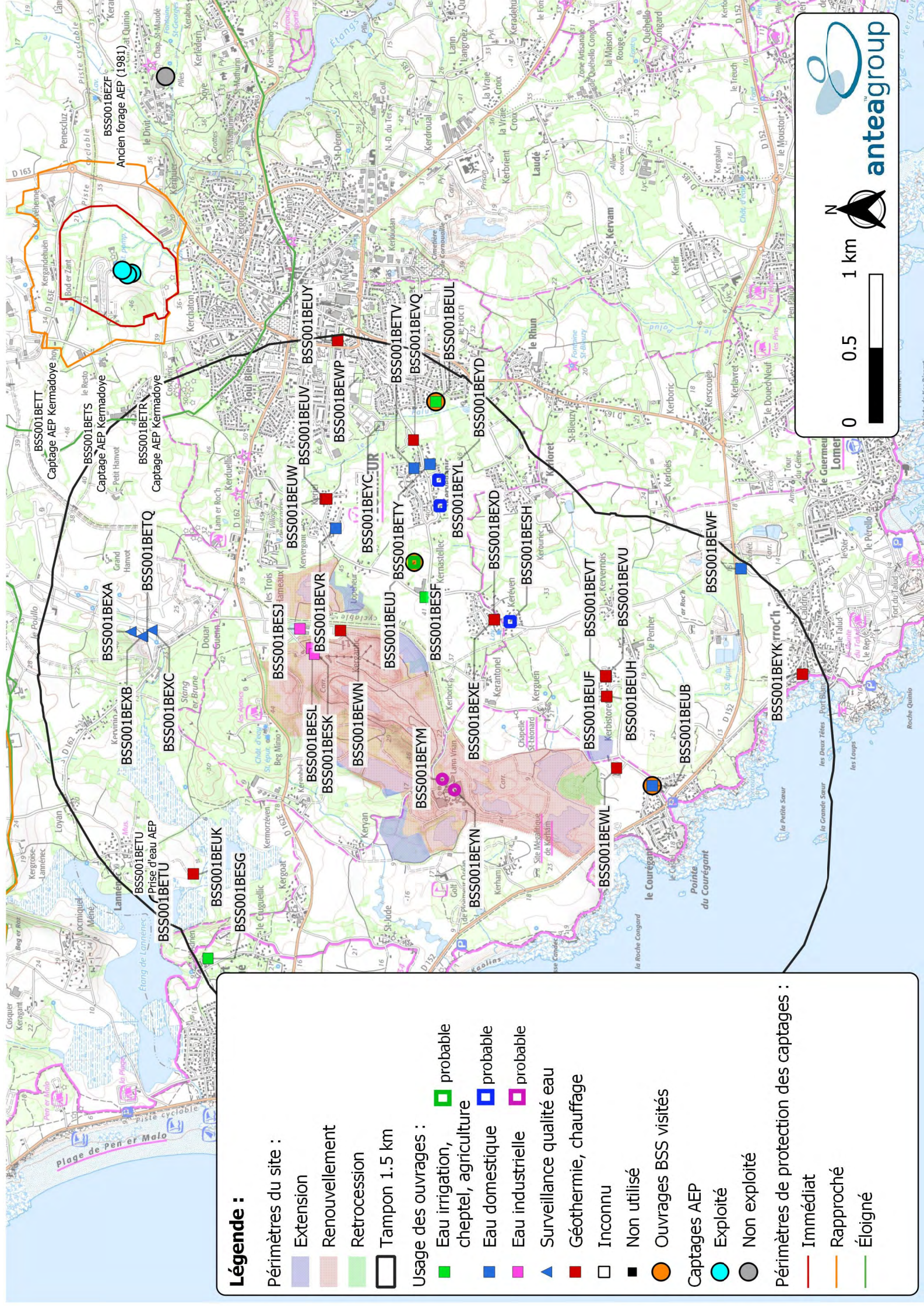


Figure 14 : localisation des ouvrages recensés à la banque de données du sous-sol dans un rayon de 1.5 km

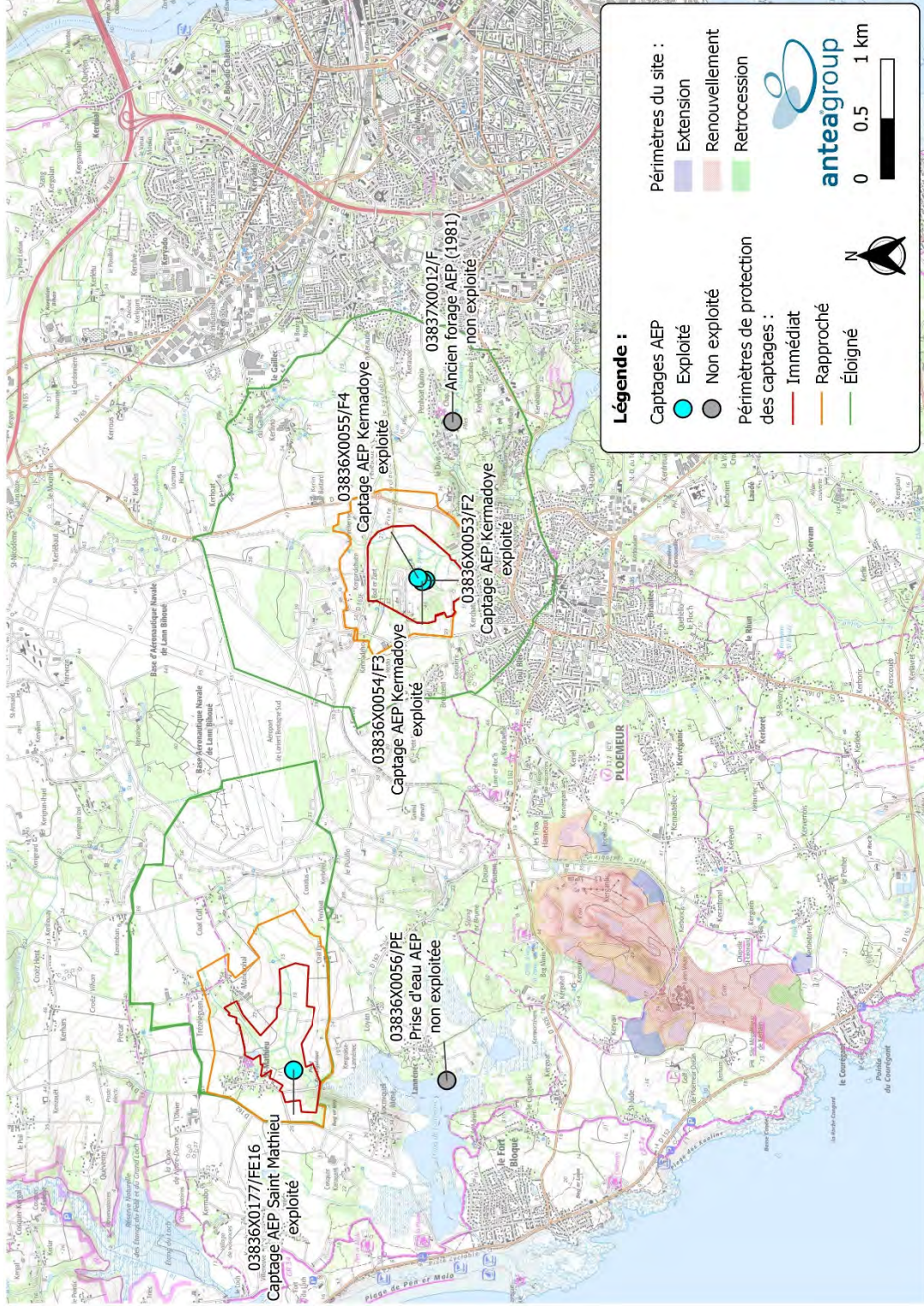


Figure 15 : captages AEP du secteur et périmètres de protection associés

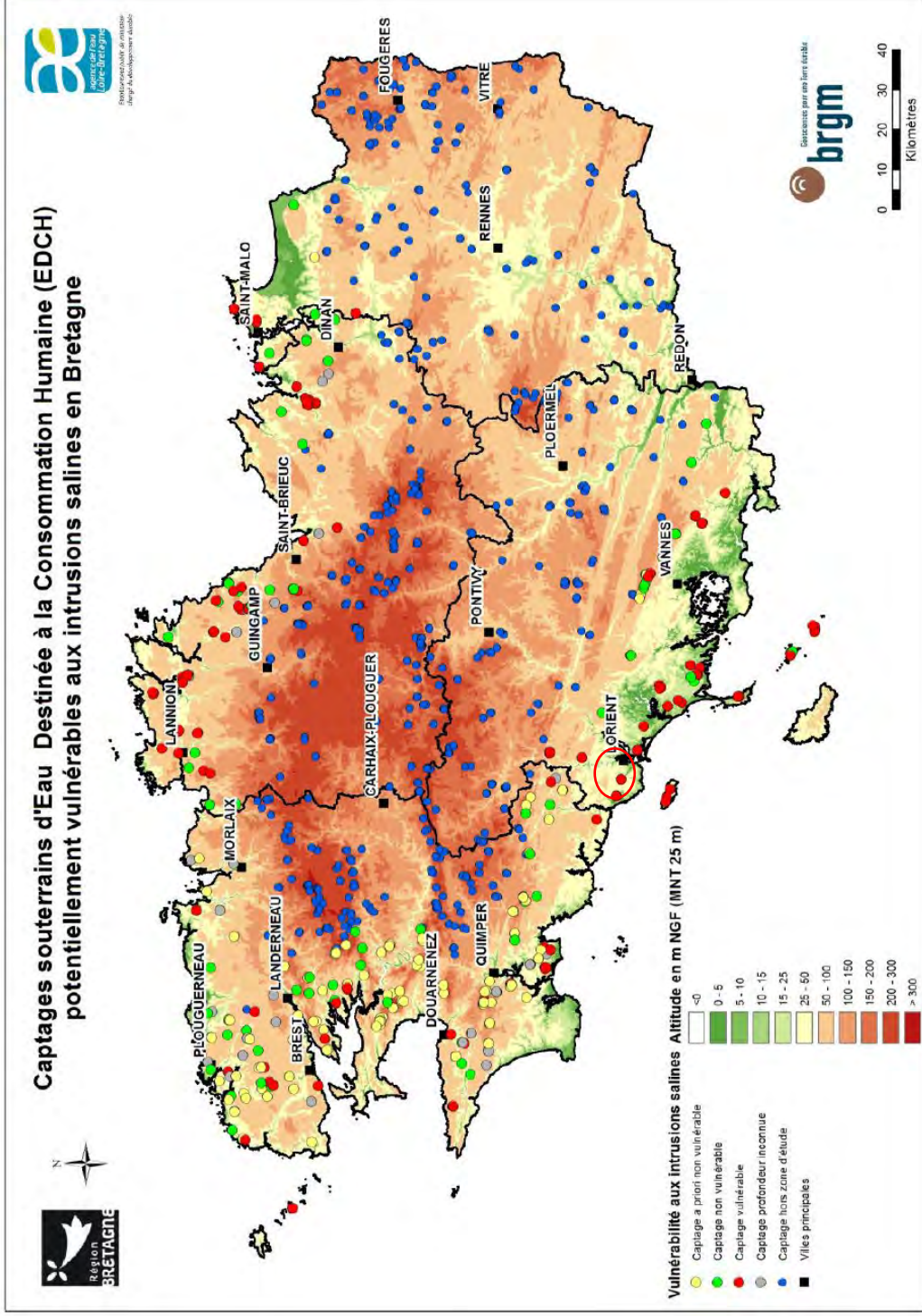


Figure 16 : carte des captages EDCH (Eau Destinée à la Consommation Humaine) potentiellement vulnérable aux intrusions salines en Bretagne (rapport BRGM RP69012-FR)

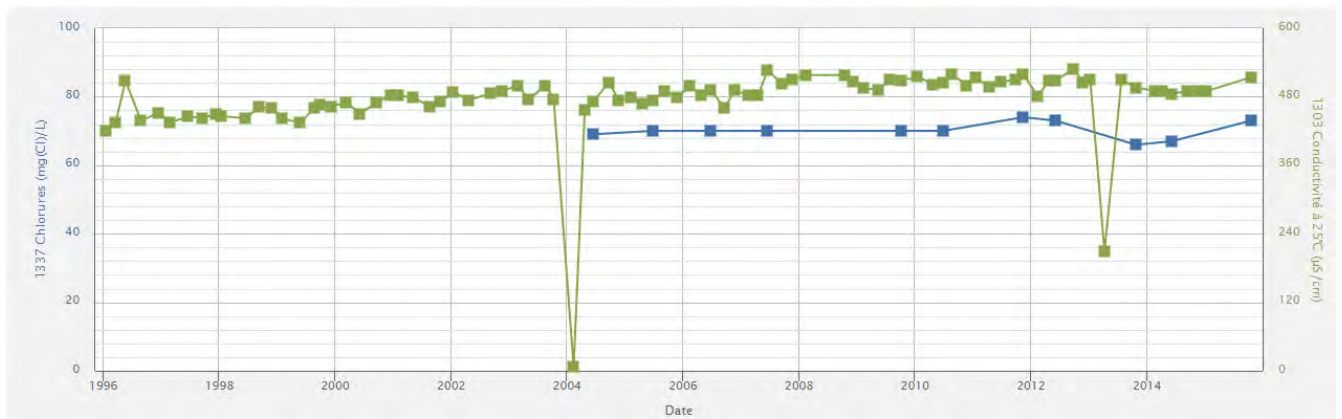


Figure 17 : Conductivité (courbe verte) et teneurs en chlorures (courbe bleue) sur le forage AEP de Kermadoye entre 1996 et 2015 (source ADES)

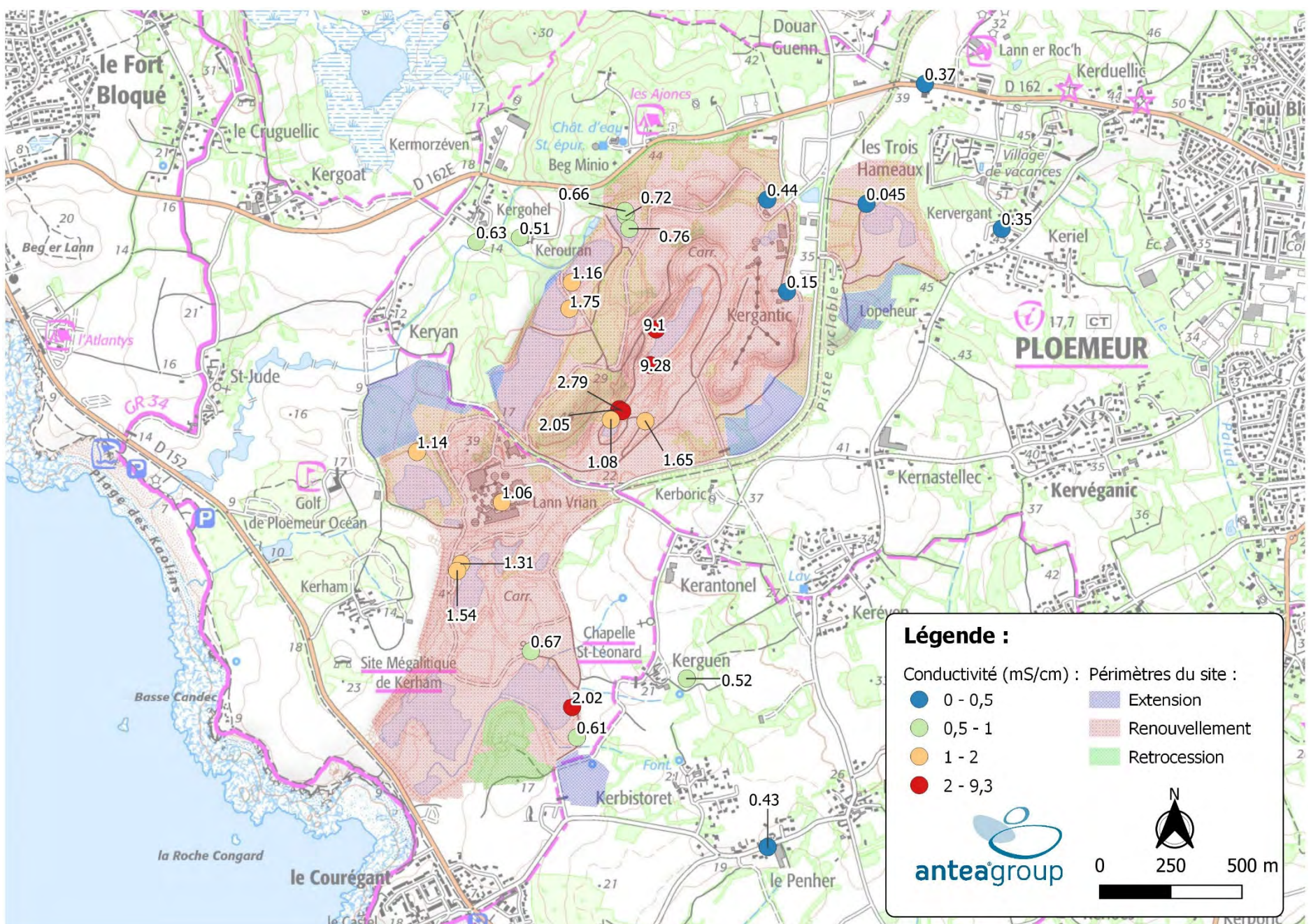
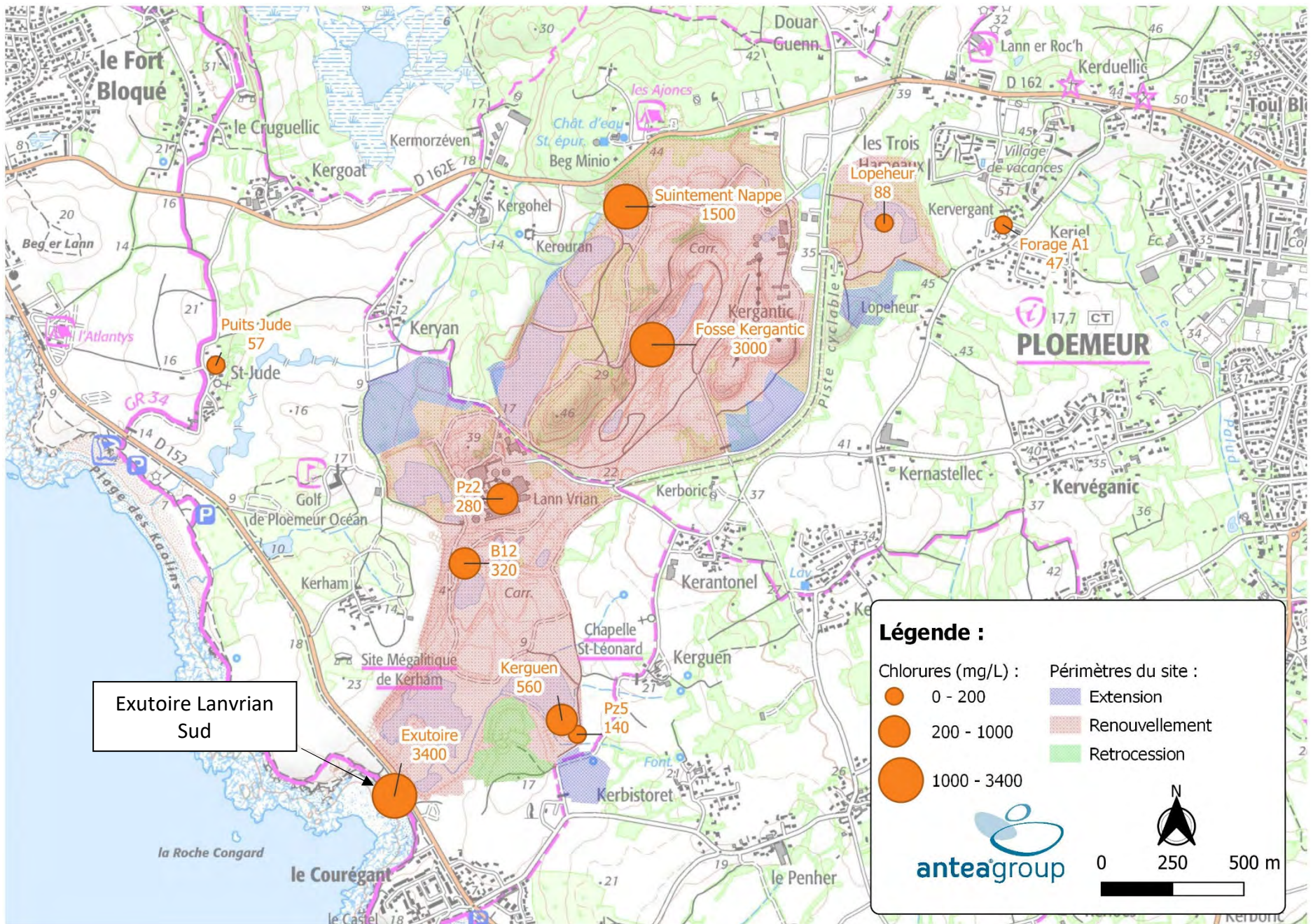


Figure 18 : carte de conductivité et concentrations en Chlorures

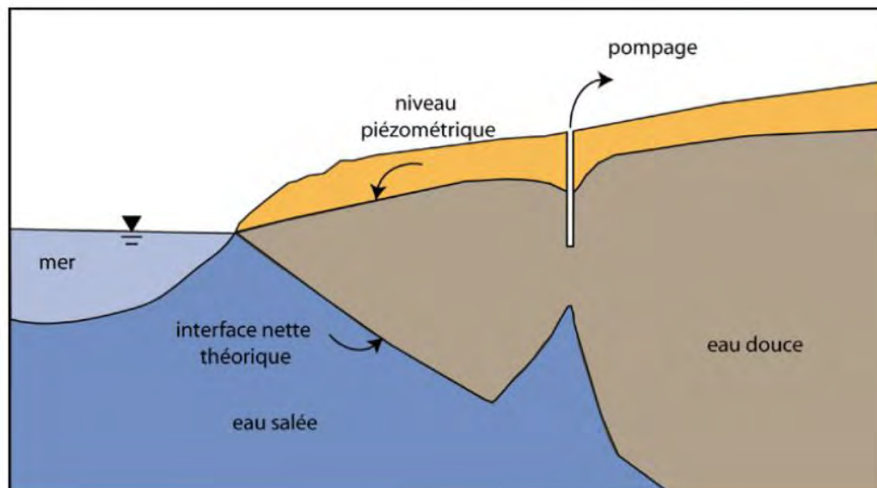


Figure 19 : influence d'un pompage sur le biseau salé à partir du schéma théorique de Ghyben Herzberg (Frissant et al., 2009)

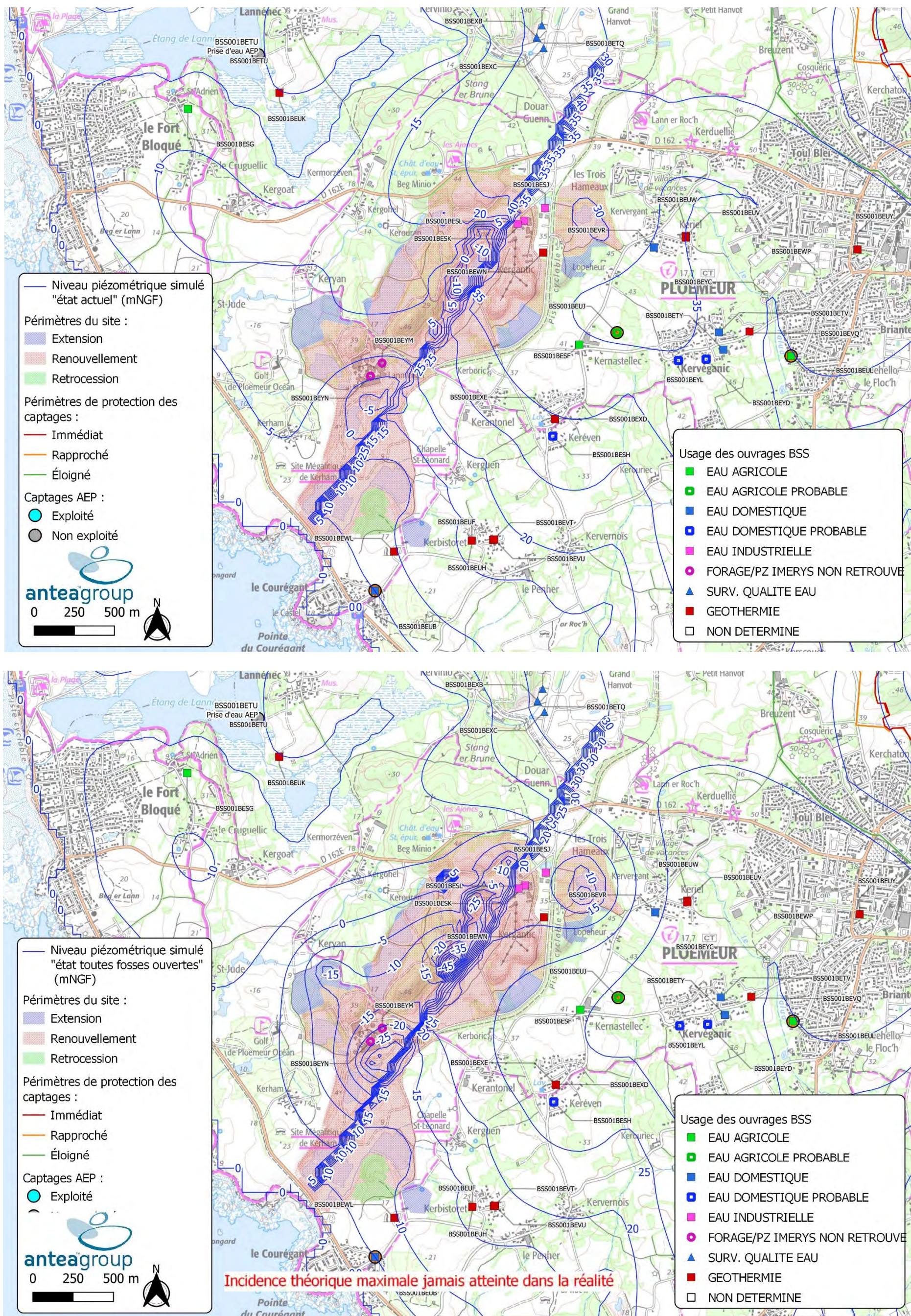


Figure 20 : carte piézométrique simulée en mNGF pour l'état actuel (en haut) et pour l'état toutes fosses ouvertes traduisant l'incidence théorique maximale qui ne sera jamais atteinte dans la réalité (en bas)

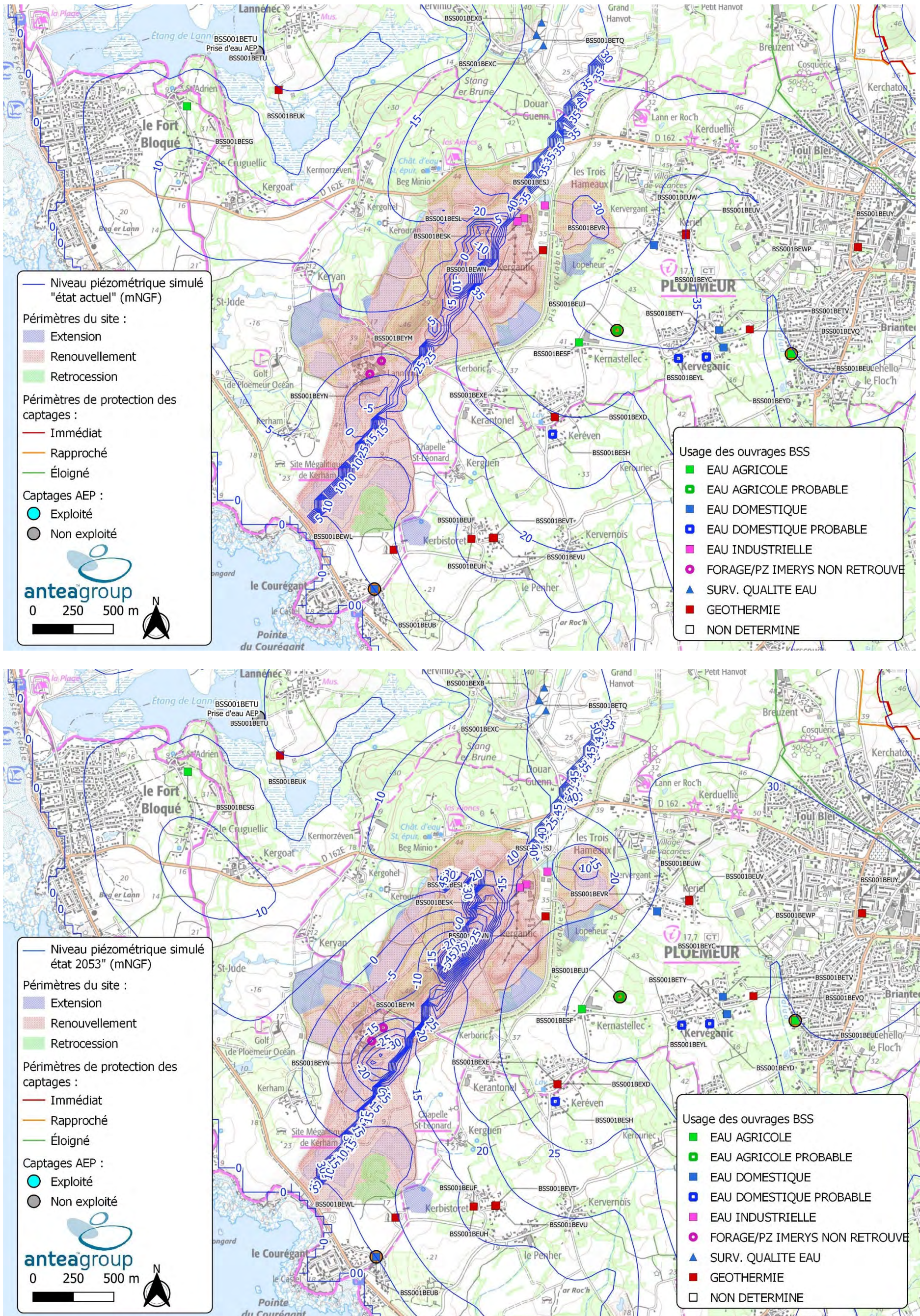


Figure 21 : carte piézométrique simulée en mNGF pour l'état actuel (en haut) et pour l'état final 2053 en mNGF, horizon 30 ans (en bas)

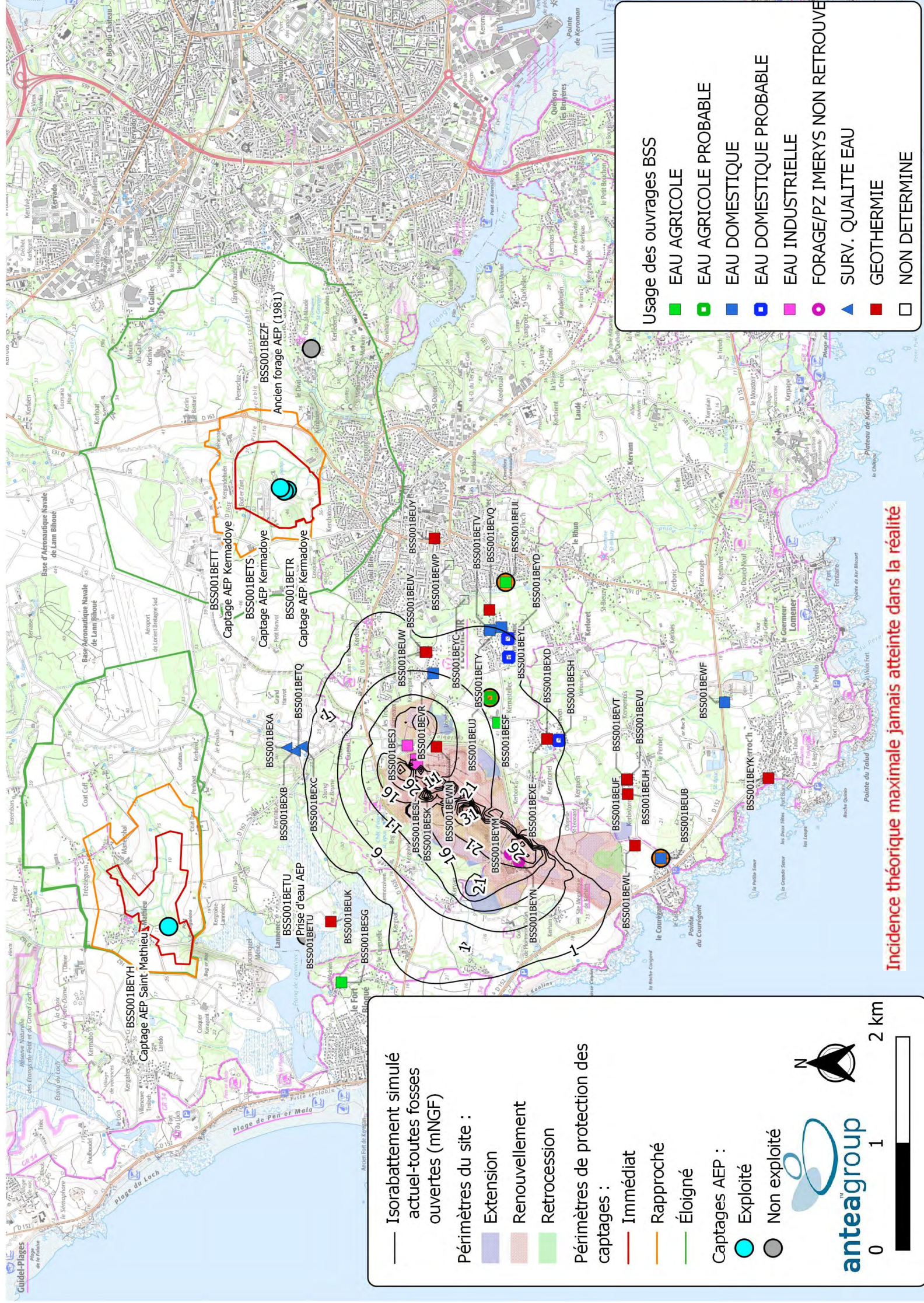


Figure 22 : carte d'iso rabatement induit par le projet entre l'état actuel et état toutes fosses ouvertes (en m)

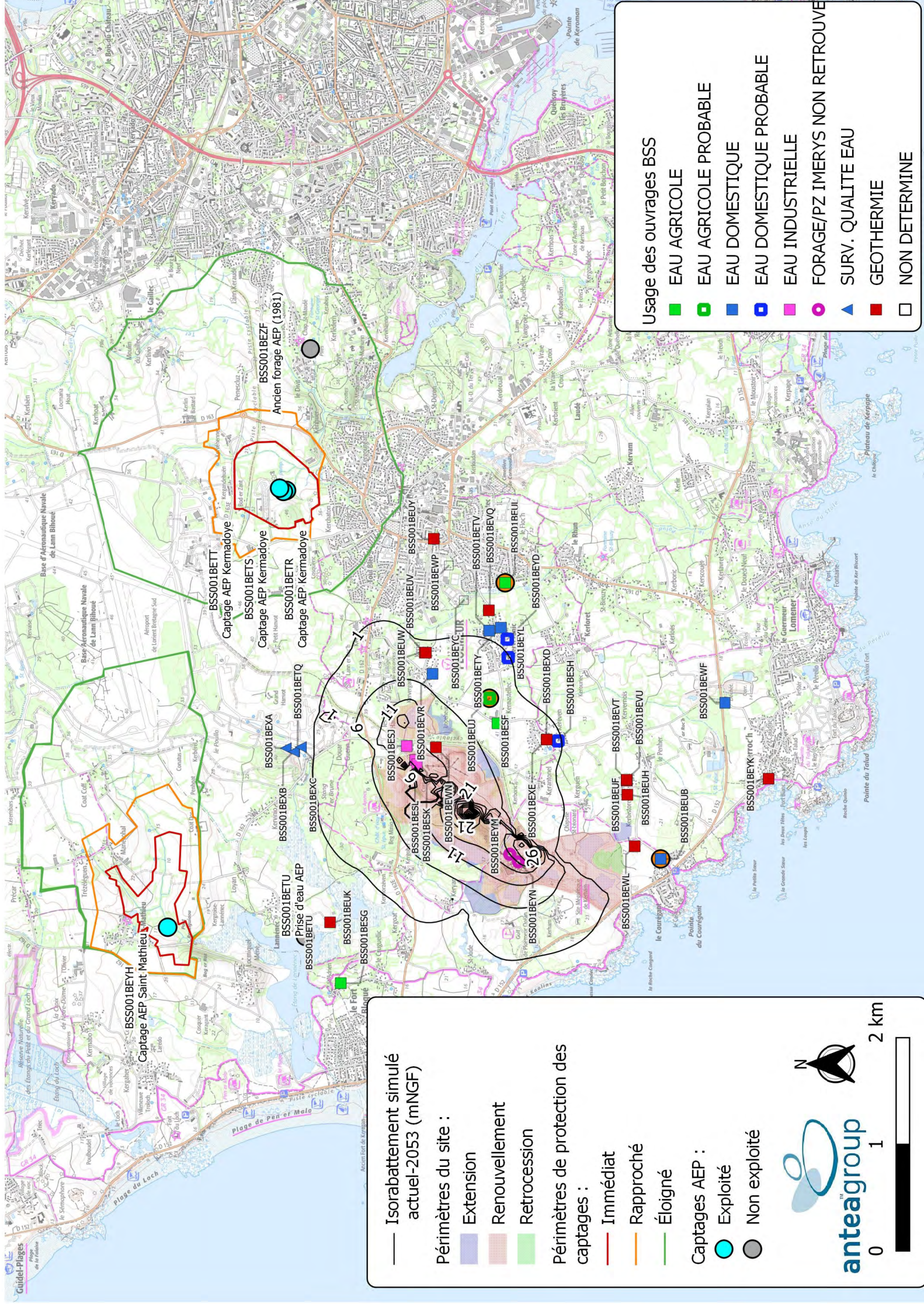


Figure 23 : carte d'iso rabattement induit par le projet entre l'état actuel et état 2053 (en m)

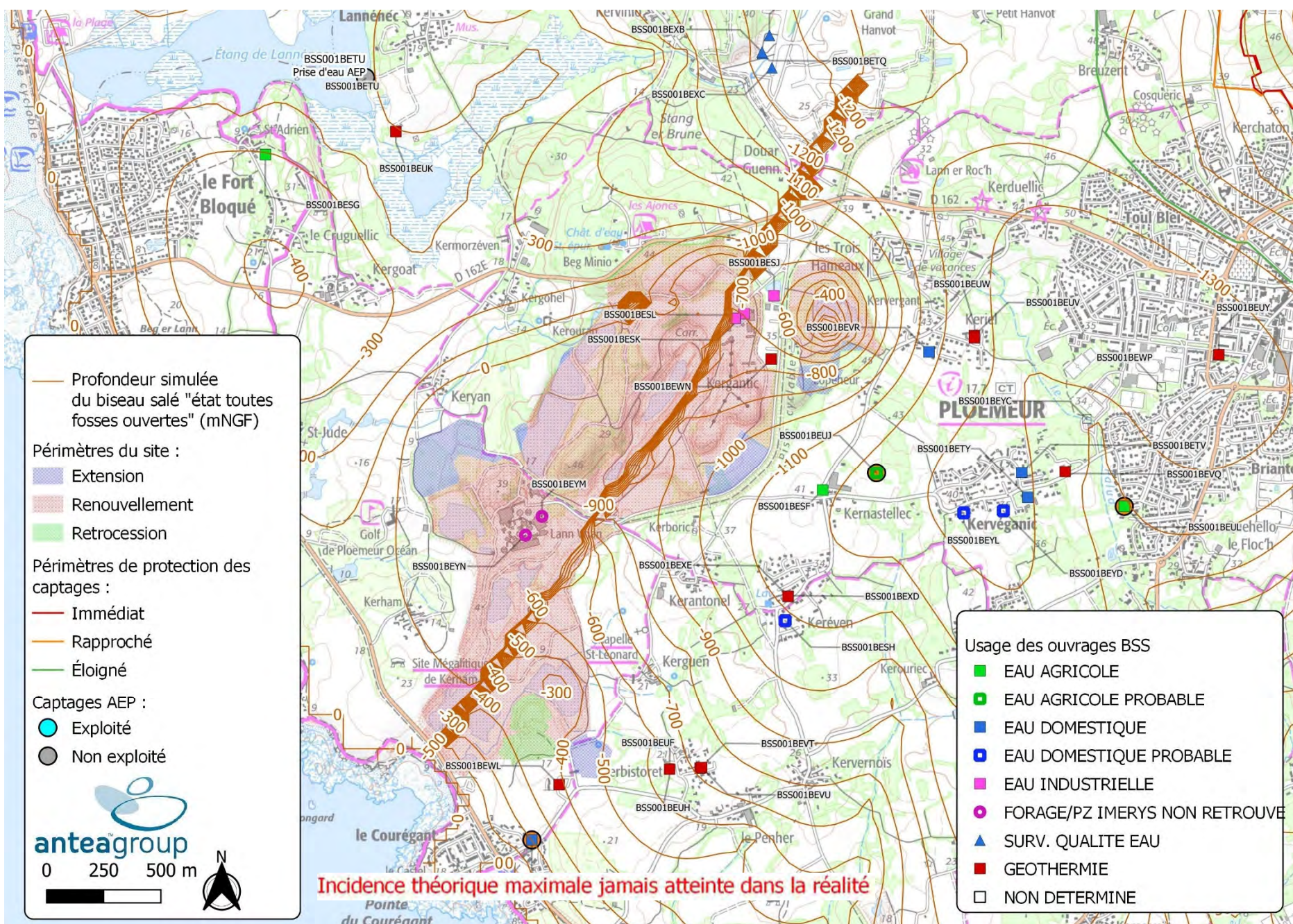
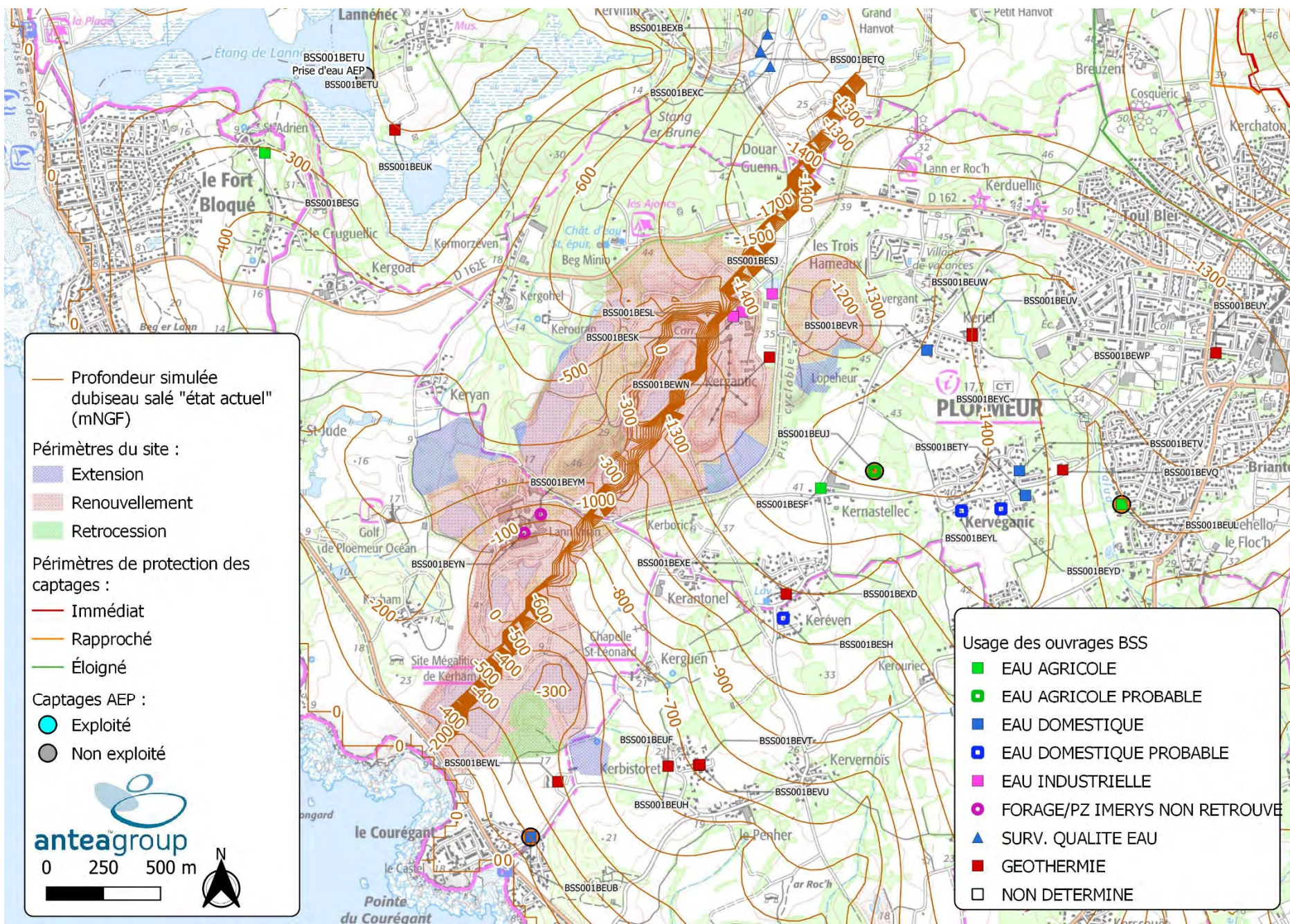


Figure 24 : altitude théorique en mNGF du biseau salé pour l'état actuel (en haut) et l'état toutes fosses ouvertes (en bas)

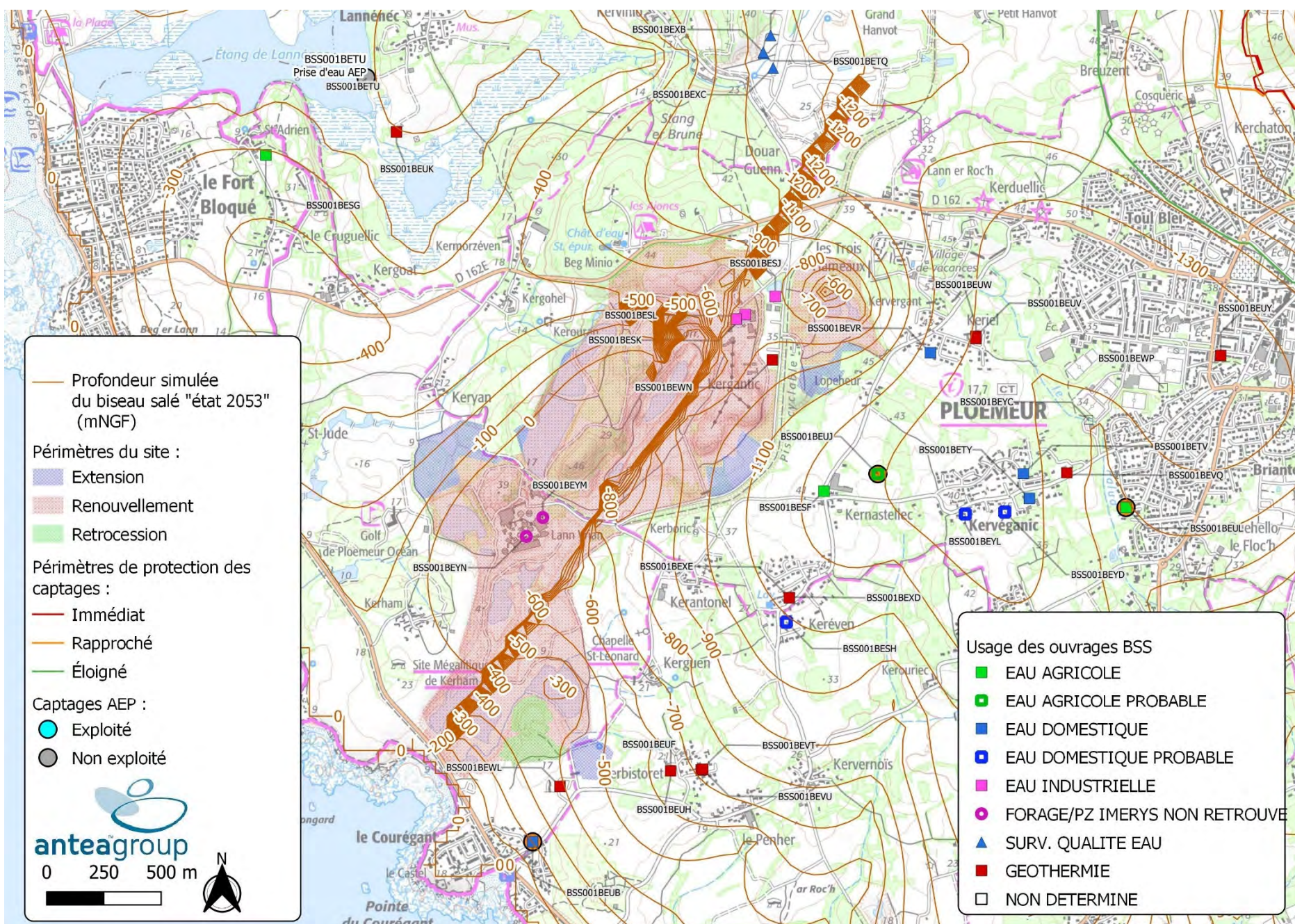
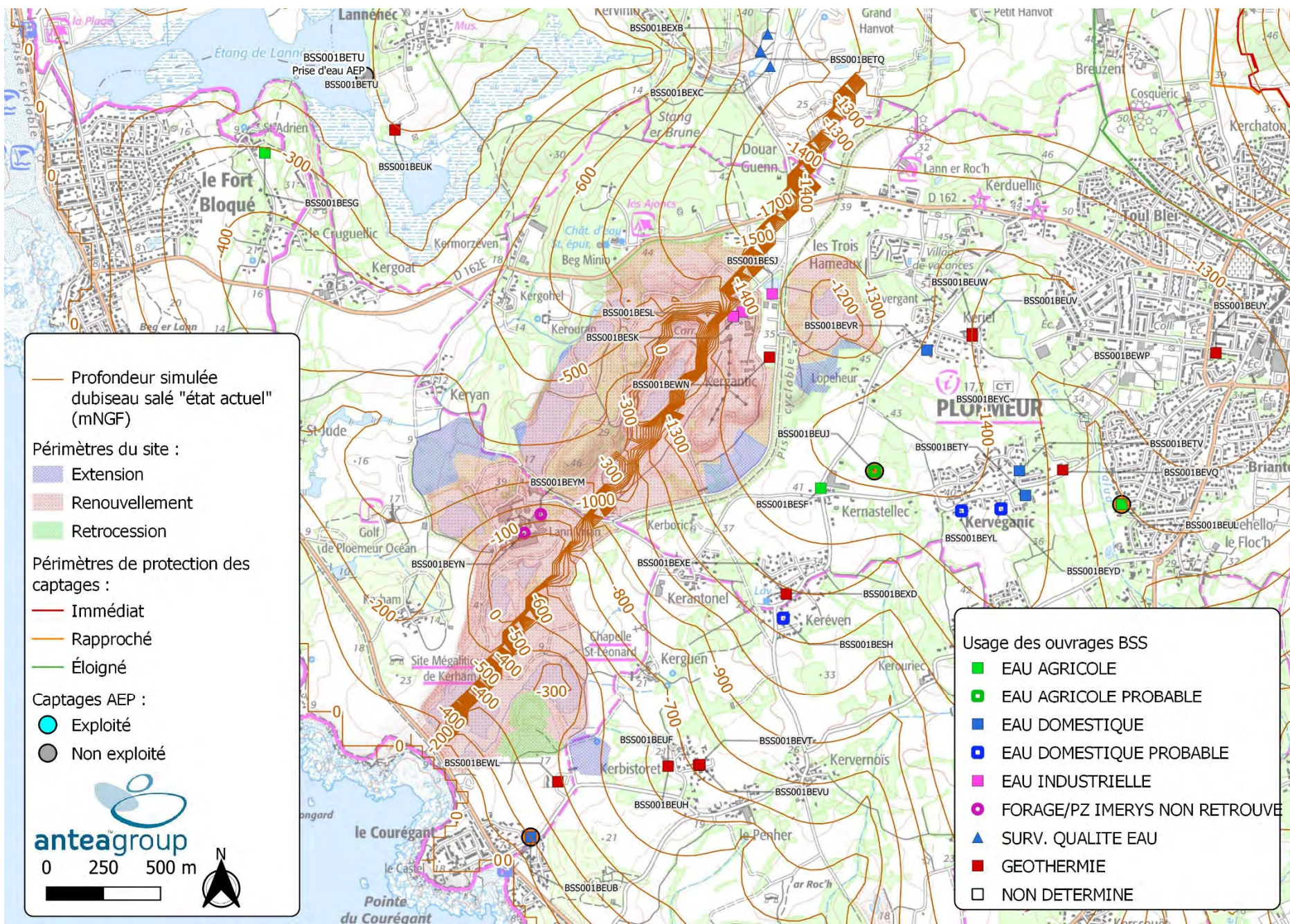


Figure 25 : altitude théorique en mNGF du biseau salé pour l'état actuel (en haut) et l'état à 2053 (en bas)

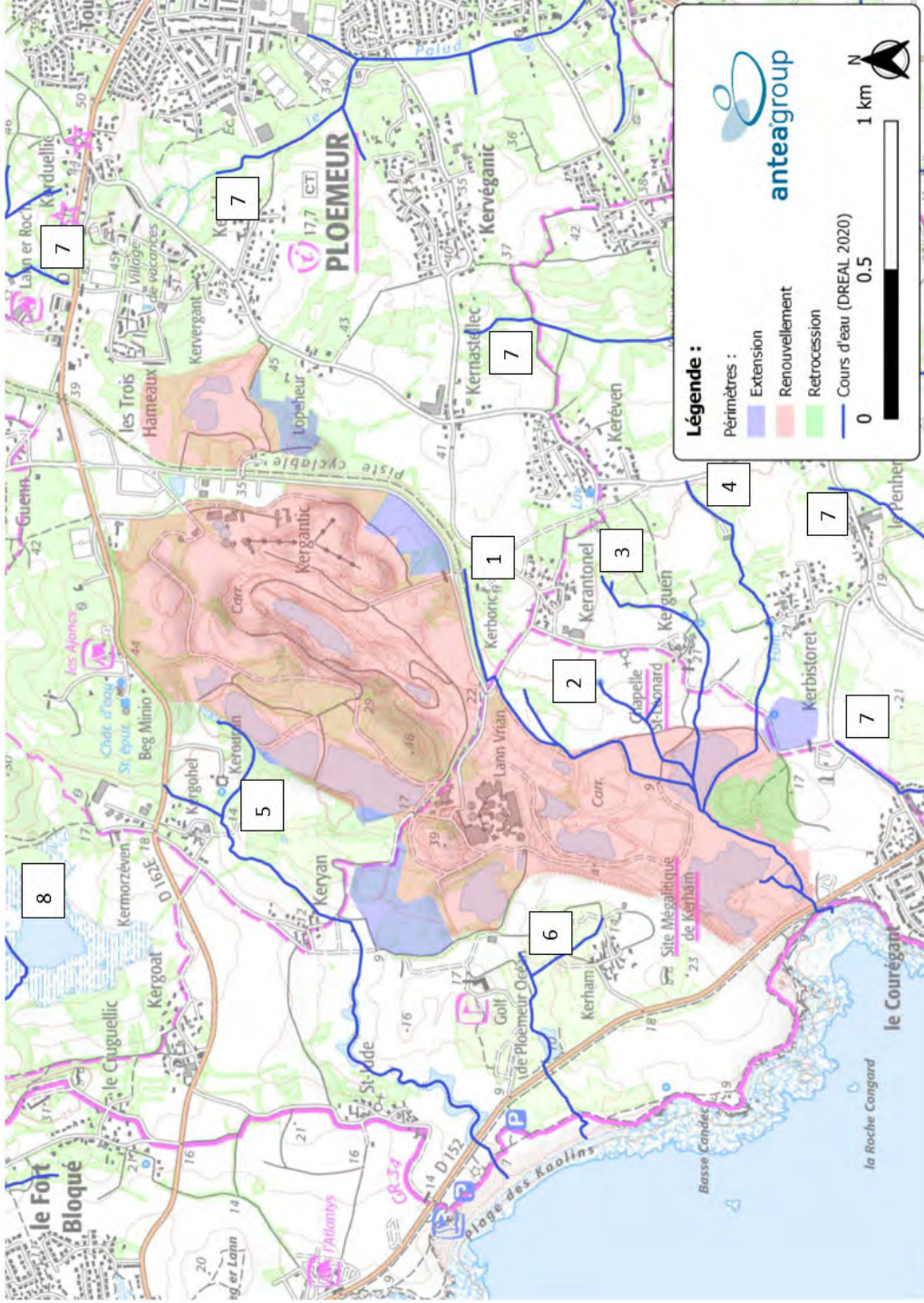


Figure 26 : carte des écoulements superficiels identifiés autour du projet



ANNEXES

Annexe I : Plan de Phasage

Annexe II : Fiche masse d'eau souterraine FRGG011 « Scorff »

Annexe III : Résultats des mesures réalisées sur les plans d'eau et les ouvrages visités

Annexe IV : Coupes géologiques et techniques et graphiques d'interprétations des tests de pompages – Piézomètres PzB1 et 2

Annexe V : Analyse d'eau brute du forage de KERMADOYE (source ADES)

Annexe VI : Analyses d'eau réalisées en mai 2019 sur le plan d'eau de Générale Carrière et sur l'exutoire principal de la carrière (Courégant)

Annexe VII : Analyses d'eau réalisées par Antea Group lors des investigations de 2020

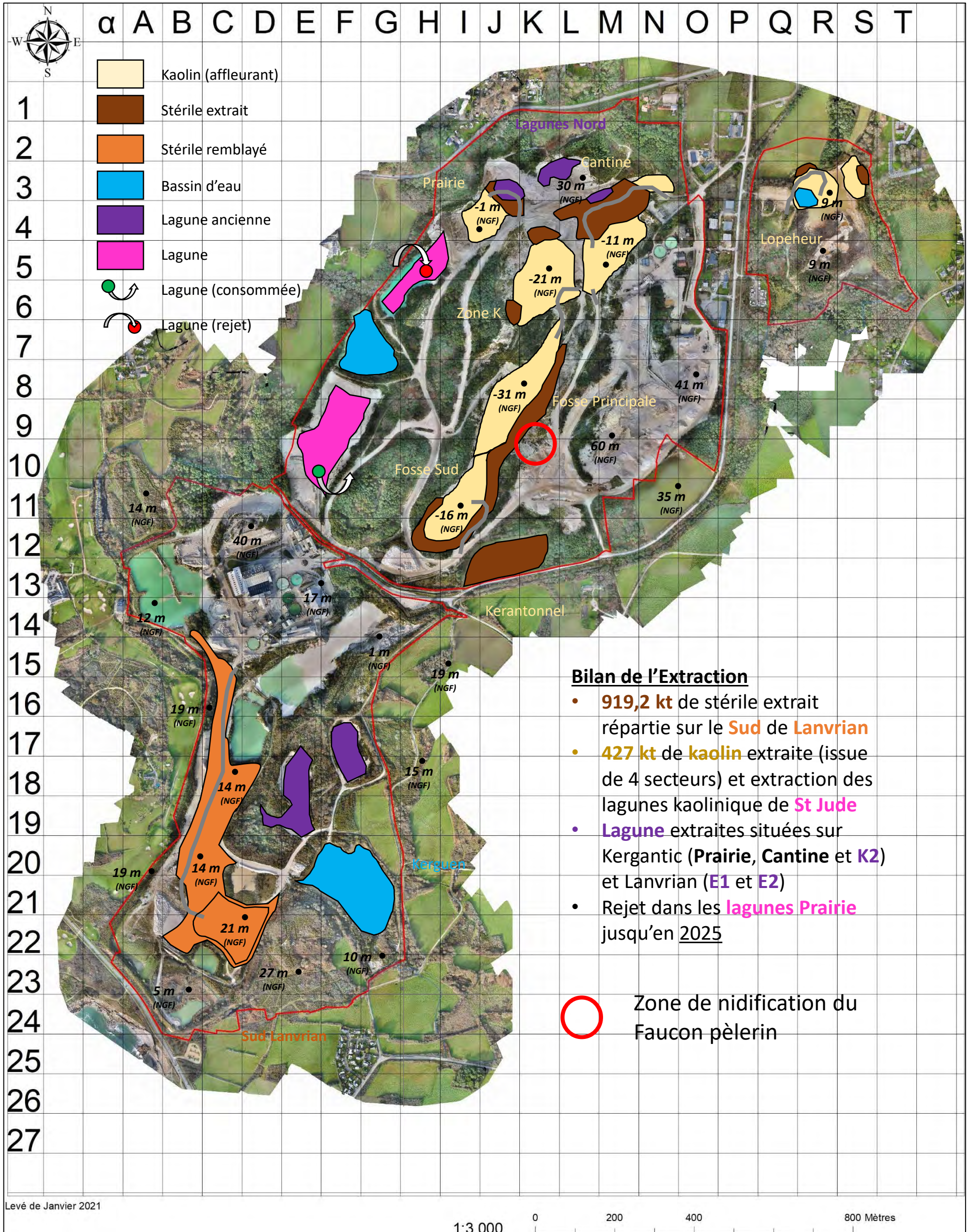
Annexe VIII : Note descriptive de la modélisation hydrodynamique réalisée

Annexe IX : Planche photographique illustrant les observations réalisées sur les écoulements du secteur

Annexe X : Note de la DDTM vis-à-vis du classement des cours d'eau du secteur


Annexe I : **Plan de Phasage**

Phasage Plan à 3 ans -2020 à 2023

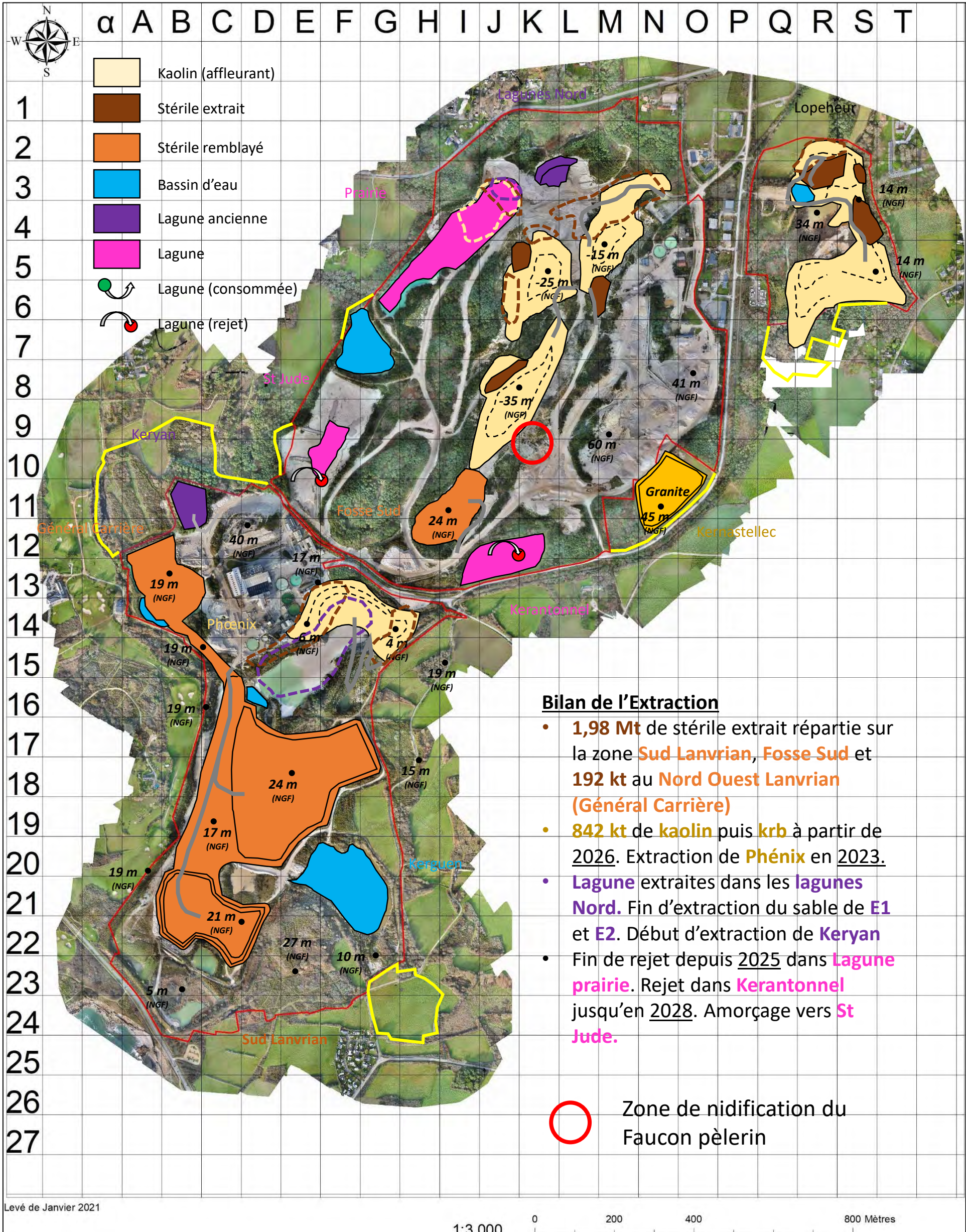


Bilan de l'Extraction

- **919,2 kt** de stérile extrait répartie sur le **Sud de Lanvrian**
- **427 kt** de **kaolin** extraite (issue de 4 secteurs) et extraction des lagunes kaolinique de **St Jude**
- **Lagune** extraites situées sur Kergantic (**Prairie, Cantine et K2**) et Lanvrian (**E1 et E2**)
- Rejet dans les **lagunes Prairie** jusqu'en 2025


 Zone de nidification du Faucon pèlerin

Phasage Life of Mine 2023 à 2028



Bilan de l'Extraction

- **1,98 Mt** de stérile extrait répartie sur la zone **Sud Lanvrian, Fosse Sud** et **192 kt** au **Nord Ouest Lanvrian (Général Carrière)**
- **842 kt** de **kaolin** puis **krb** à partir de 2026. Extraction de **Phénix** en 2023.
- **Lagune** extraites dans les **lagunes Nord**. Fin d'extraction du sable de **E1** et **E2**. Début d'extraction de **Keryan**
- Fin de rejet depuis 2025 dans **Lagune prairie**. Rejet dans **Kerantonnel** jusqu'en 2028. Amorçage vers **St Jude**.


 Zone de nidification du Faucon pèlerin

Phasage Life of Mine – 2028 à 2033

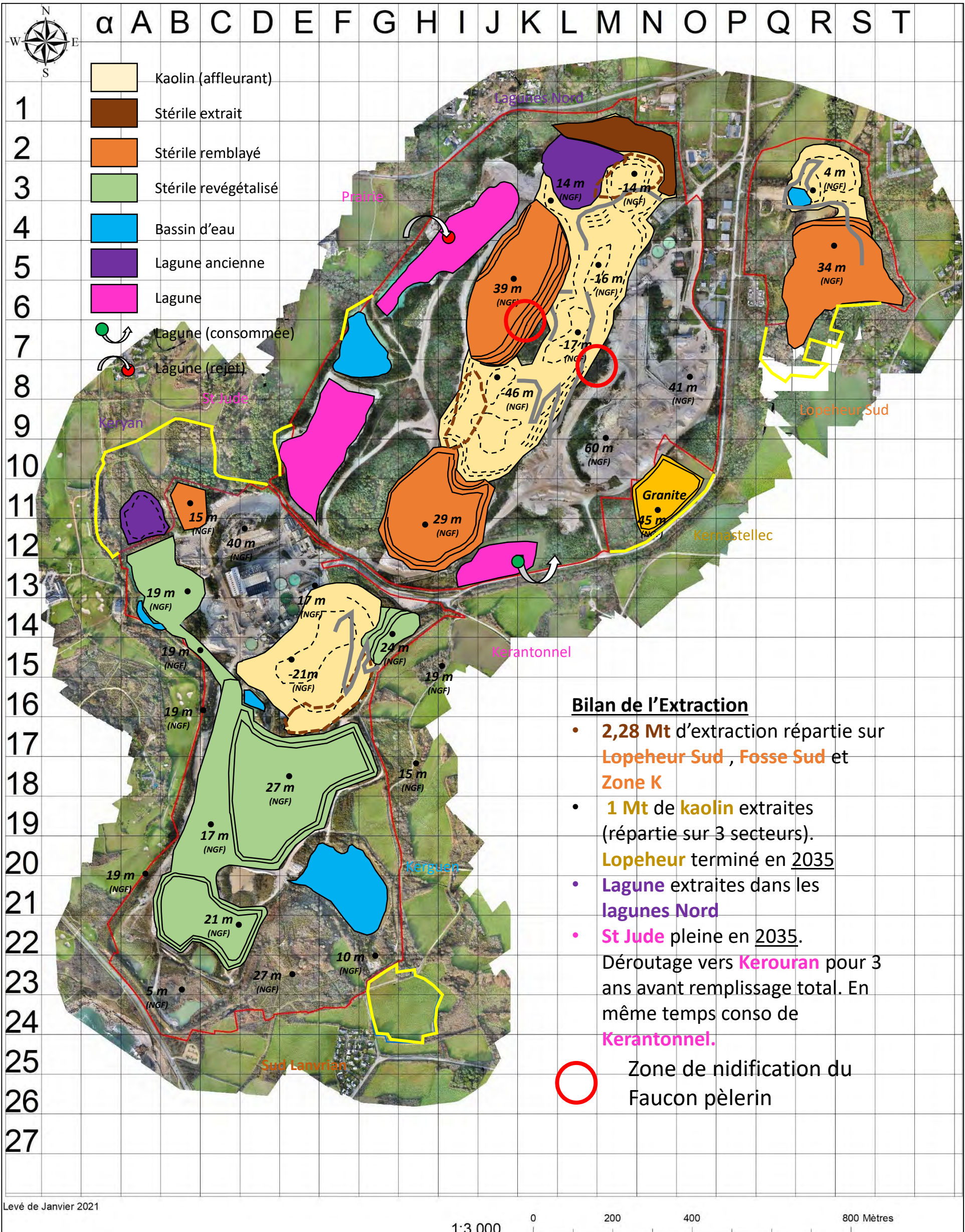


Bilan de l'Extraction

- **2,77 Mt** de stérile extrait répartie sur les zones **Sud Lanvrian, Pit Phoenix** et remblayés en **Zone K, Lopeheur** et **Fosse Sud**
- **980 kt** de **kaolin**
- **Lagune** extraites dans les **lagunes Nord**
- **St Jude** rejet jusqu'en 2033 (restera 2 ans). **Kerantonnell** plein.


 Zone de nidification du Faucon pèlerin

Phasage Life of Mine – 2033 à 2038

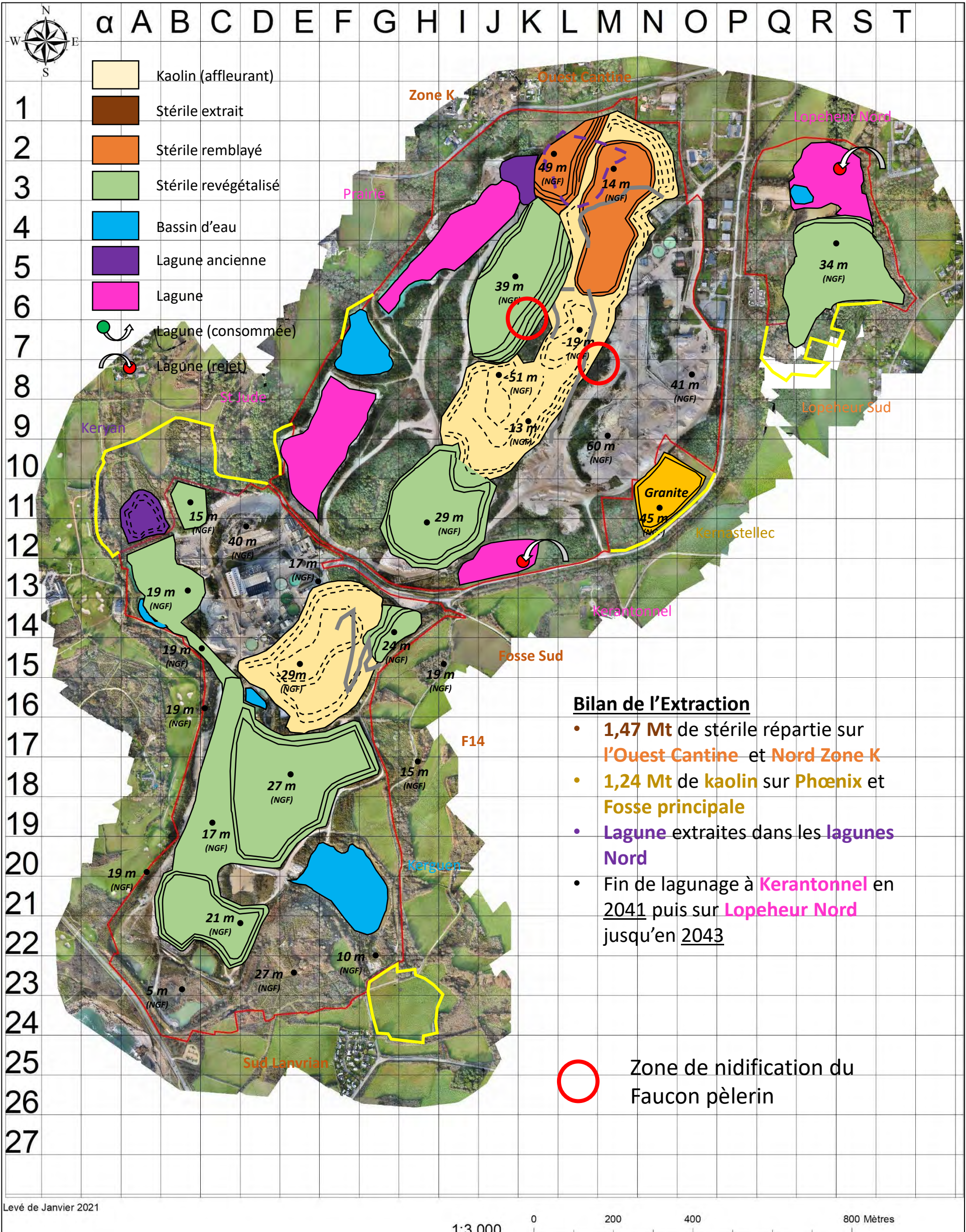


Bilan de l'Extraction

- **2,28 Mt** d'extraction répartie sur **Lopeheur Sud**, **Fosse Sud** et **Zone K**
 - **1 Mt** de **kaolin** extraites (répartie sur 3 secteurs). **Lopeheur** terminé en 2035
 - **Lagune** extraites dans les **lagunes Nord**
 - **St Jude** pleine en 2035.
- Déroutage vers **Kerouran** pour 3 ans avant remplissage total. En même temps conso de **Kerantonnell**.


 Zone de nidification du Faucon pèlerin

Phasage Life of Mine – 2038 à 2043

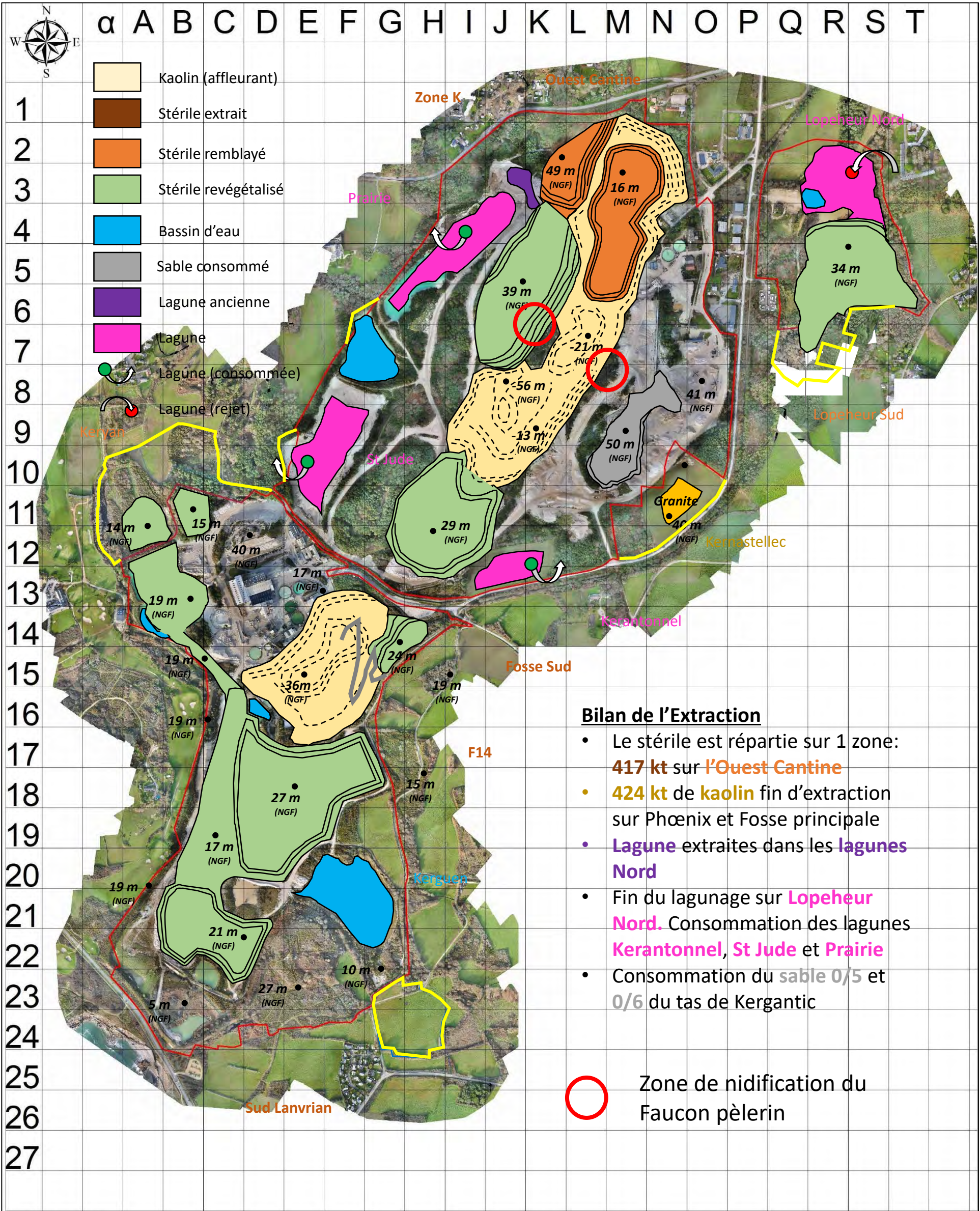


Bilan de l'Extraction

- **1,47 Mt** de stérile répartie sur **l'Ouest Cantine** et **Nord Zone K**
- **1,24 Mt** de **kaolin** sur **Phoenix** et **Fosse principale**
- **Lagune** extraites dans les **lagunes Nord**
- Fin de lagunage à **Kerantonnel** en 2041 puis sur **Lopeheur Nord** jusqu'en 2043


 Zone de nidification du Faucon pèlerin

Phasage Life of Mine – 2043 à 2048



Bilan de l'Extraction

- Le stérile est répartie sur 1 zone: **417 kt** sur l'**Ouest Cantine**
- **424 kt** de **kaolin** fin d'extraction sur Phoenix et Fosse principale
- **Lagune** extraites dans les **lagunes Nord**
- Fin du lagunage sur **Lopeheur Nord**. Consommation des lagunes **Kerantonnell, St Jude** et **Prairie**
- Consommation du sable 0/5 et 0/6 du tas de Kergantic

 Zone de nidification du Faucon pèlerin

Remise en Etat - 2048



Annexe II : **Fiche masse d'eau souterraine FRGG011 « Scorff »**

Masse d'eau souterraine : **4011** EU Code **FRGG011**

Nouveau code national (Sandre ve1.1) : **GG011**

Scorff



Eco-Region
Plaines occidentales
District
La Loire, les cours d'eau côtiers vendéens et bretons

Caractéristiques principales

Type Socle
Ecoulement Libre

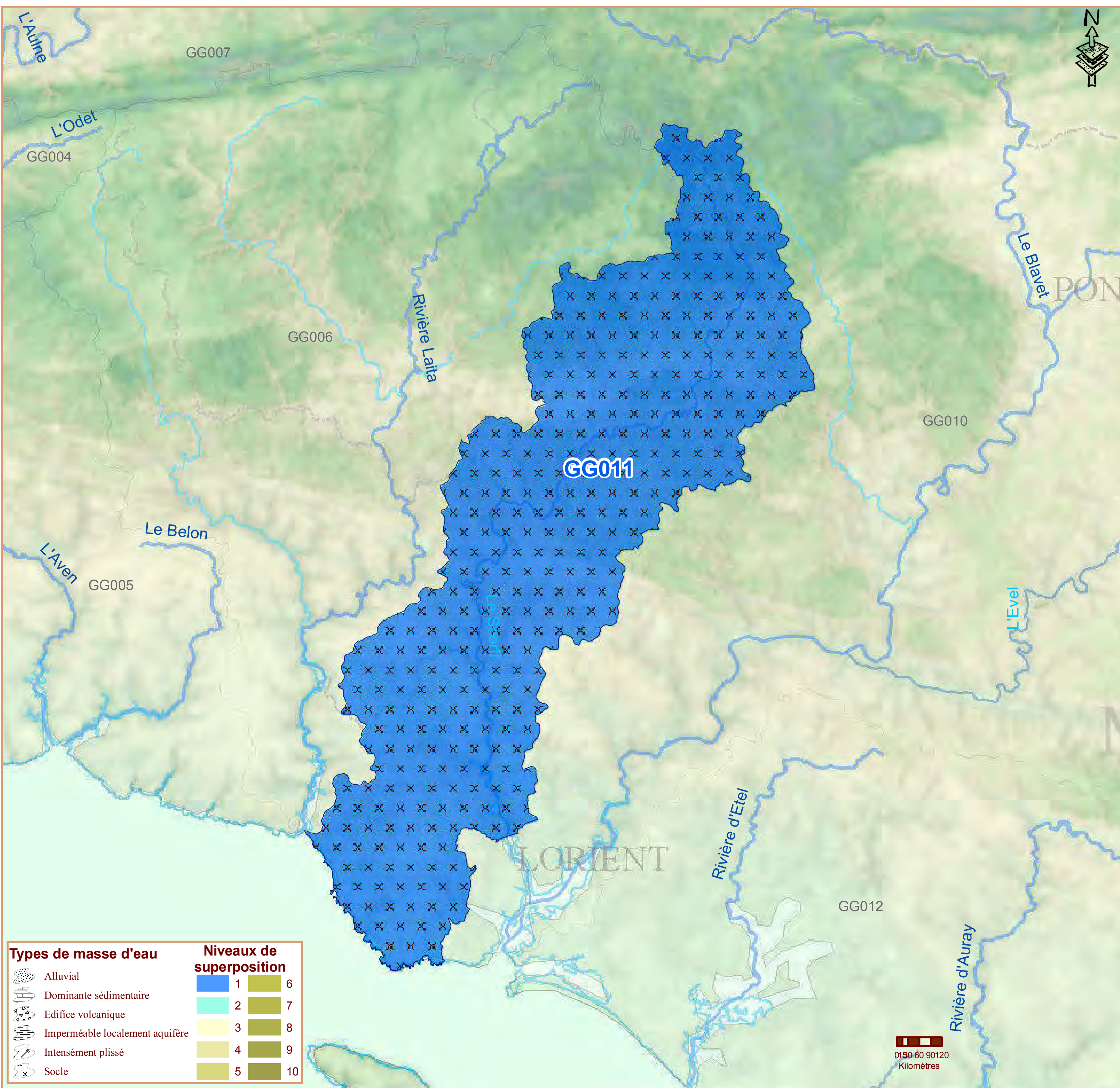
Niveaux de recouvrement
ordres %

1 100.00%

Caractéristiques secondaires

Surface en km²

	N	affleurante	sous couverture	totale
<i>Karstique</i>	N			
<i>Intrusion saline</i>	Y			
<i>Entités disjointes</i>	Y	546		546
<i>Trans-bassin</i>	N	<i>Trans-frontière</i>		N



Types de masse d'eau		Niveaux de superposition	
	Alluvial		1
	Dominante sédimentaire		2
	Edifice volcanique		3
	Imperméable localement aquifère		4
	Intensément plissé		5
	Socle		6
			7
			8
			9
			10

Commentaires

Annexe III : Résultats des mesures réalisées sur les plans d'eau et les ouvrages visités

Type d'ouvrage	Nom	Niveau (m/repère)	Niveau (mNGF)	Hauteur repère (m)	Date mesure	Altitude sol IGN (mNGF)	Profondeur (m/sol)	Nature	Remarque sur usage	Coordonnées X L93	Coordonnées Y L93
Observations hydrogéologiques	Suintement Nappe (obs.Antea)		15.30	-	22/05/2020	-	-	Obs. Terrain	-	215806	6756894
	Suintement nappe probable		-	-	22/05/2020	-	-	Obs. Terrain	-	215867	6756904
	Puits Kermastellec	1.50	36.8	0.3	22/05/2020	38	3.3	Puits	Irrigation jardin	216747	6756002
Points visités	BSS001BEUJ	2.6	34	0.1	14/04/2021	36.5	67	Forage	Usage agricole	216910	6756130
	Fge A2	8.08	33.92	0	22/05/2020	42	30	Forage	Irrigation jardin	217049	6756734
	Fge A1	8.70	36.3	0	22/05/2020	45	50	Forage	Irrigation jardin	217132	6756830
	BSS001BEUB	3.80	4.2	-	04/2005	8	8	Forage	Alimentation maison, absence de chlorures d'après propriétaire, refus d'accès	215400	6754530
	Suintement Nappe suite à travaux	-	-	-	25/06/2020	-	-	Obs. Terrain	-	215836	6756900
	Lavoir Kerguen	-	17	-	25/06/2020	17	-	Source	-	216024	6755246
	Lavoir Kereven	-	32	-	25/06/2020	32	-	Source	-	216434	6755545
	Puits Kerantonel	4.25	27.25	0.5	25/06/2020	31	-	Puits	Irrigation jardin	216017	6755702
	Lavoir Kergohel	-	19	-	25/06/2020	19	-	Source	-	215435	6756797
	Puits Kergoat	0.72	17.28	0	25/06/2020	18	-	Puits	Irrigation jardin	214561	6756893
	Puits Jude	3.32	13.88	0.7	25/06/2020	16.5	-	Puits	Non utilisé	214367	6756336
	Emergence	-	9	-	25/06/2020	9	-	Source	-	214429	6755317
	Puits Carrière	6	33.2	0.70	25/06/2020	38.5	7	Puits	Non utilisé	216376	6756608
	Puits Lann er Roch	5.70	34.1	0.8	25/06/2020	-	-	Puits	Non utilisé	216859	6757339
	Puits Penher	3.00	17	1	25/06/2020	-	5	Puits	Non utilisé a priori	216308	6754653
	Puits Kerham	-	-	-	14/04/2021	-	-	Puits	-	214905	6755490
	Puits Kerbistoret	-	-	-	14/04/2021	-	-	Source	Irrigation jardin	216130	6754868
	Puits Kervernois	-	-	-	14/04/2021	-	-	Puits	-	216658	6754964
	BSS0001BEUL	1.4	27.65	0.15	14/04/2021	28.9	-	Forage	Irrigation jardin	217986	6755886
	Fontaine Kerbistoret	-	16	-	-	16	-	Source	-	215998	6754953
	Pz1	13,12	3,25	0,15	22/05/2020	16,22	33	Pz site	-	215451	6755936
	Pz2	14,03	3,13	0	22/05/2020	17,16	27	Pz site	-	215373	6755865
	Pz 3	17,45	37,44	0,4	22/05/2020	54,49	27	Pz site	-	216145	6757123
	Pz 5	0,64	12,64	0,4	22/05/2020	12,88	26	Pz site	-	215636	6755037
	Pz4	3,00	9,38	-	04/2019	12,38	-	Pz site	-	214932	6756191
	Emergence?	-	13	-	-	13	-	Source	-	215689	6754942
Emergence?	-	21	-	-	21	-	Source	-	215794	6755532	
BSS001BETE 03836X0041/E4	artésien	>33.7	-	05/1991	33.7	-	Non déterminé	-	216950	6758976	
BSS001BEUM	14,00	28	-	06/2005	42	42	Forage	-	218398	6756129	
BSS001BFAY	4,90	32,1	-	09/2005	37	37	Forage	-	220910	6758179	
BSS001BEUU	4,20	8,8	-	11/2006	13	13	Forage	-	217914	6754010	
BSS001BEUT 03836X0089/F	17	20	-	04/2007	37	130	Non déterminé	-	218847	6756986	
BSS001BEVR	4,55	36,45	-	10/2007	41	41	Forage	Eau domestique	217136	6756665	
BSS001BEUF	0,00	19	-	11/2007	19	19	Forage	-	216002	6754840	
BSS001BFNC	2,80	24,2	-	05/2008	27	27	Forage	-	219681	6756516	
BSS001BETQ	1,75	21,75	-	03/2009	23,5	46,31	Forage	-	216408	6757968	
BSS001BFGL	3,00	18	-	09/2012	21	109	Forage	-	220257	6758840	
BSS003HWUS	6,00	3	-	07/2018	9	40	Forage	-	220727	6755955	
BSS003SKEG	4,00	24,45	-	09/2019	28,45	-	Forage	-	219446	6756120	
BSS001BEYH 03836X0177/FE16 AEP GUIDEL	env. niveau sol	env. 10	-	08/2009	env. 10 mNGF	-	Productivité exceptionnelle jusqu'à 400 m3/h	AEP	214755	6759142	
BSS001BEWP	4,10	29,9	-	08/2010	34	34	Forage	-	218152	6756513	
BSS001BESE	1,00	30	-	02/2005	31	87	Forage	-	218205	6755337	
BSS001BEVH	2,09	8,91	-	02/2007	11	11	Forage	-	214739	6759302	
BSS001BEYJ	0	10,42	-	-	10,42	10,42	Forage	-	214782	6759336	
03836X0048/PE AEP KERMADOYE	-	-	-	-	-	-	Forage	AEP	218898	6758126	

Autres points recensés en BSS

Annexe IV : Coupes géologiques et techniques et graphiques d'interprétations des tests de pompages – Piézomètres PzB1 et 2

DOSSIER TECHNIQUE

PIEZOMETRE BS1

Entreprise:	TERRAEXPERTIS
Client:	IMERYS CERAMICS FRANCE Lanvrian 56276 PLOEMEUR CEDEX
Maître d'oeuvre:	ANTEA GROUP 8 boulevard Albert Einstein 44000 NANTES
Exploitant:	8 boulevard Albert Einstein 44000 NANTES

Code National BSS :

N° Déclaration ** :

Police de l'eau * :

* Numéro de déclaration au titre de la police de l'eau

** N° d'enregistrement de déclaration préalable

Lieu de l'ouvrage : Nord Kergantic

Coordonnées : **Longitude** 216 308 **Latitude** 6 756 595 **Altitude :** ~~99.00~~ m
Zone Lambert-93 métrique +40.2 mNGF

Nombre de forages : 1

Date début de l'ouvrage : 07/01/2021

Resp. M. Ouvrage :

Date fin de l'ouvrage : 13/01/2021

Resp. M. Oeuvre :

Machine :

Resp. Chantier :

Date début pompage :

Niveau statique non perturbé : 6.55 m

Date fin de pompage :

Débit Maxi. d'essai : 0.00 m3/h

Nombre de nappes identifiées :

Rabattement correspondant : 0.00 m

Notes :

Utilisation de moussant à partir de 86 m pour faciliter la remontée des cuttings: pas d'échantillon de sol et d'eau au delà de cette cote.

Soufflage de nettoyage pendant 20 minutes

Notes (suite) :

TRONCONS de L'OUVRAGE

PIEZOMETRE BS1

Client: IMERYS CERAMICS FRANCE

Maître d'oeuvre: ANTEA GROUP

Lieu de l'ouvrage : Nord Kergantic

LITHOLOGIE

De	à	Libellé
0.00	2.00	arène grantique, blocs decimetriques jaunatre à aspect granuleux
2.00	5.50	granite altéré consolidé jaunâtre
5.50	14.00	Granite tendre marron
14.00	15.00	Idem, Horizon plus altéré
15.00	27.30	Granite jaune moyen à dur
27.30	31.00	Granite gris dur
31.00	37.50	Sable fin gris argileux
37.50	49.00	Granite gris dur à moyen, gris vert à la base
49.00	55.00	Granite jaune dur, couleur crème beige à la base
55.00	60.00	Granite dur, alternance de couleur ocre, jaune, gris et crème
60.00	99.00	Granite dur à très dur gris à gris clair

FORAGE

De	à	Ø"	Ømm	Mode de forage	Fluide de forage
0.00	6.00	11"	279.00	M.f.t.	Eau-claire
6.00	10.00	7"1/8	181.00	M.f.t.	Air
10.00	99.00	6"	152.00	M.f.t.	Air

* Reconnaissance

ARRIVEES D'EAU

Profondeur (m)	Débit (m3/heure)
14.00	0.10
39.00	0.40
45.00	0.50
54.00	0.90
65.00	15.00

TUBAGE

De	à	Ø"	Ømm	Epais.	Ecra.	Nature du tubage	Type	Slot	Vide %
0.00	6.00	7"1/8	180.00	0.00		P.v.c.	Tube-plein		
0.00	14.00	3"1/2	90.00	5.00		P.v.c.	Tube-plein		
14.00	99.50	3"1/2	90.00	5.00		P.v.c.	Crepine fentes		

REPLISSAGE

De	à	Ø"	Ømm	Matériau	Nature	Méthode de pose	Texture	Gra. (mm)	Vol. m3
0.00	6.00	7"1/8	180.00	Ciment	Autre	Sous pression			
0.00	9.60	3"1/2	90.00	Ciment	Autre	Sous pression			
9.60	10.80	3"1/2	90.00	Billes-argile		Autre			
10.80	99.50	3"1/2	90.00	Gravier	Autre	Gravitaire	Roule		

PIEZOMETRE BS1

Travaux réalisés :
du : 07/01/2021 au : 13/01/2021

1/1

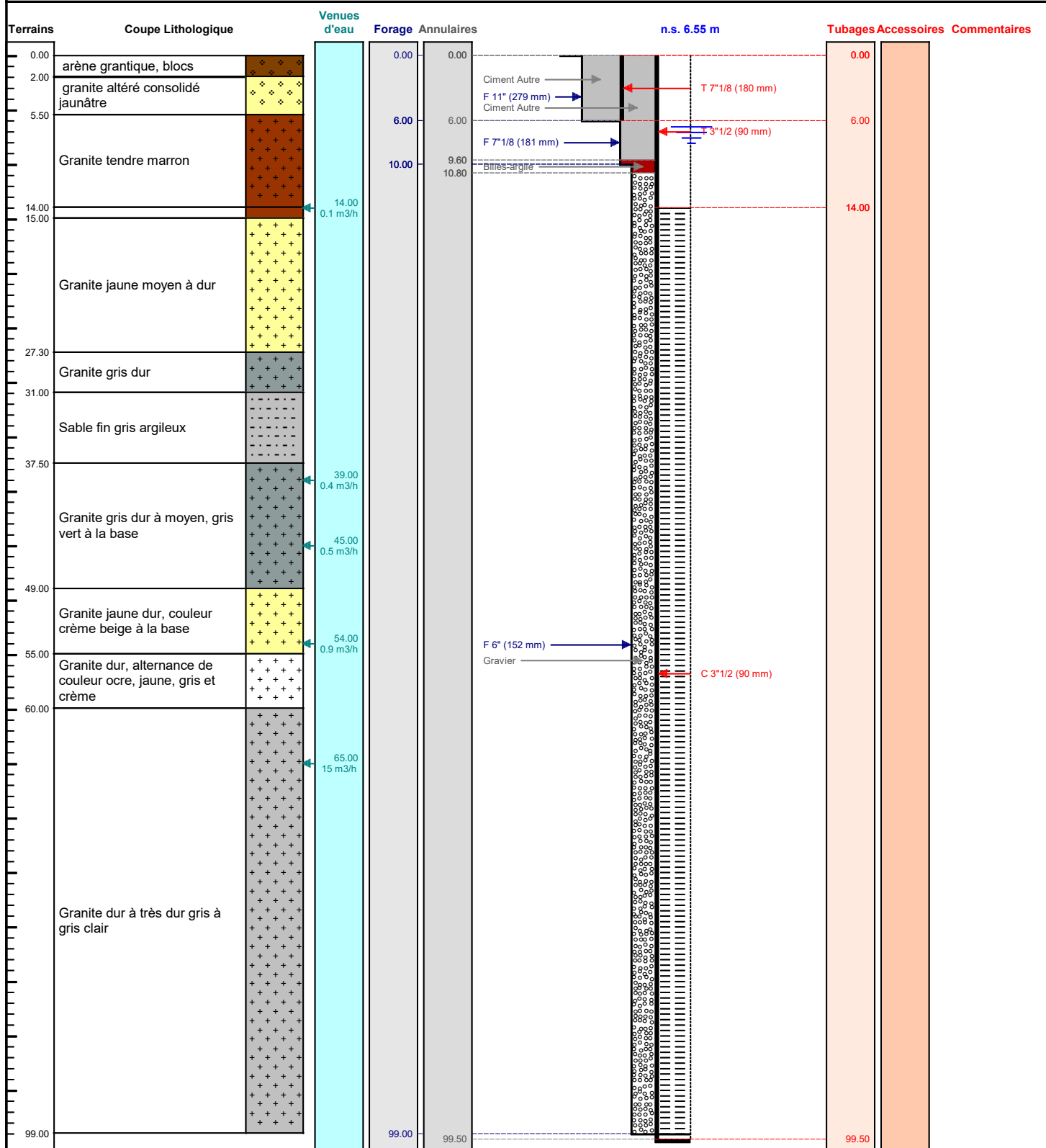
Client : IMERYS CERAMICS FRANCE
Maitre d'oeuvre : ANTEA GROUP
Localisation de l'ouvrage : Nord Kergantic

Coordonnées de l'ouvrage :
Lambert-93 métrique
Longitude (X): 216 308
Latitude (Y): 6 756 595
Altitude sol (Z): +40.2 ~~39.000~~ m

Echelle : 1/500

Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



Le/...../..... à
CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE
Tampon et signature du chef d'entreprise

PIEZOMETRE BS1

Travaux réalisés :

1/1

du : 07/01/2021 au : 13/01/2021

Client :

IMERYS CERAMICS FRANCE

Maitre d'oeuvre :

ANTEA GROUP

Localisation de l'ouvrage :

Nord Kergantic

Coordonnées de l'ouvrage :

Lambert-93 métrique

Longitude (X):

216 308

Latitude (Y):

6 756 595

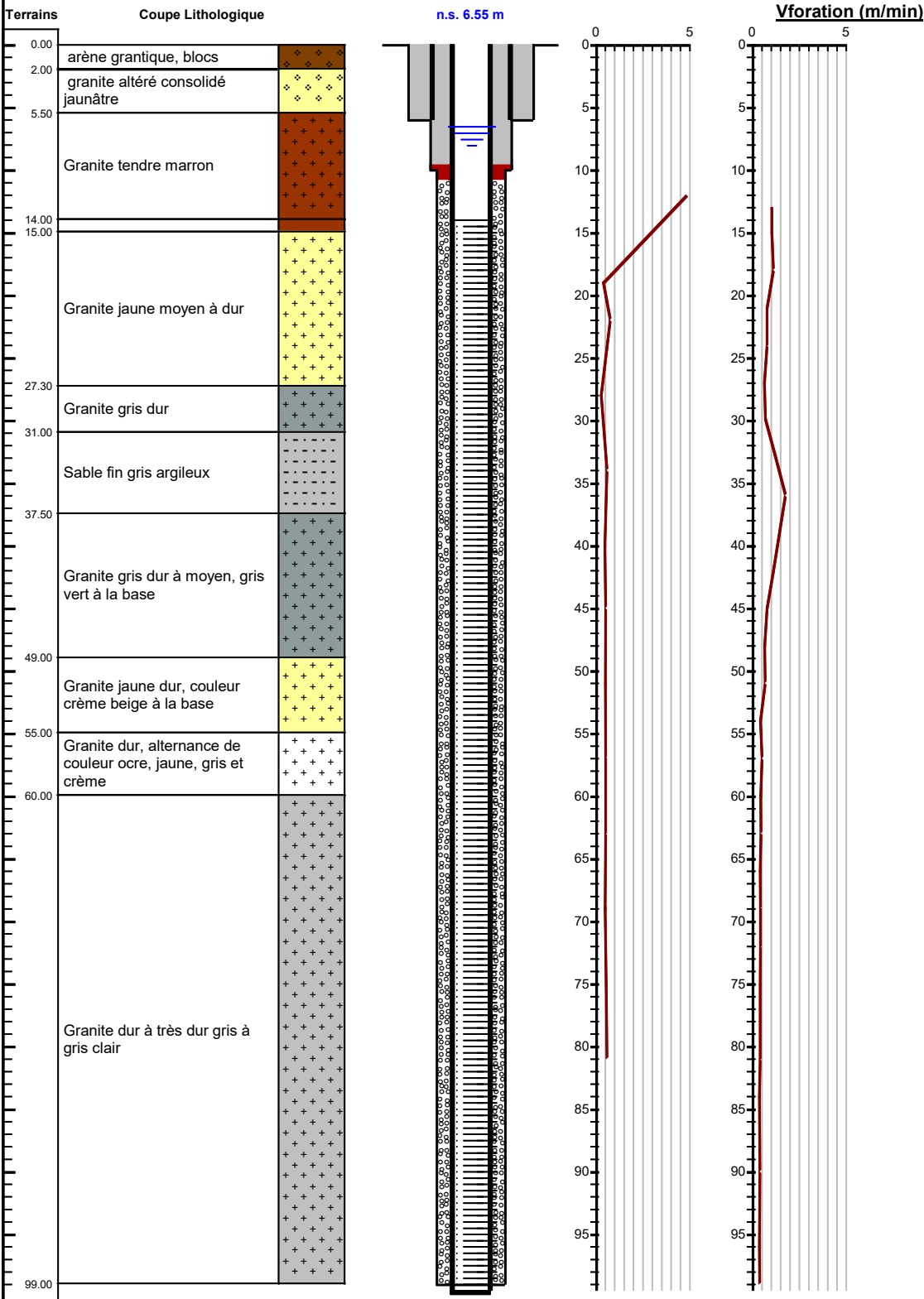
Altitude sol (Z):

+40.2 m ~~+39.000~~ m

Echelle : 1/500

Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



Le/...../..... à
 CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE
 Tampon et signature du chef d'entreprise

PIEZOMETRE BS1

Travaux réalisés :
du : 07/01/2021 au : 13/01/2021

Client :

IMERYS CERAMICS FRANCE

Maitre d'oeuvre :

ANTEA GROUP

Localisation de l'ouvrage :

Nord Kergantic

Coordonnées de l'ouvrage :

Lambert-93 métrique

X: 216 308

Y: 6 756 595

Z altitude sol: +40.2 m ~~39.000~~ m



N° : 2021012513500901 Société : TERRAEXPERTIS

DOSSIER TECHNIQUE

PIEZOMETRE BS2

Entreprise:	TERRAEXPERTIS
Client:	IMERYS CERAMICS FRANCE Lanvrian 56276 PLOEMEUR CEDEX
Maître d'oeuvre:	ANTEA GROUP 8 boulevard Albert Einstein 44000 NANTES
Exploitant:	8 boulevard Albert Einstein 44000 NANTES

Code National BSS :

N° Déclaration ** :

Police de l'eau * :

* Numéro de déclaration au titre de la police de l'eau

** N° d'enregistrement de déclaration préalable

Lieu de l'ouvrage : Secteur Sud, proche océan

Coordonnées : **Longitude** 214 966 **Latitude** 6 755 074 **Altitude :** ~~10.00~~ m
Zone Lambert-93 métrique +14.9 mNGF

Nombre de forages : 1

Date début de l'ouvrage : 14/01/2021

Resp. M. Ouvrage :

Date fin de l'ouvrage : 22/01/2021

Resp. M. Oeuvre :

Machine :

Resp. Chantier :

Date début pompage :

Niveau statique non perturbé : 10.50 m

Date fin de pompage :

Débit Maxi. d'essai : 0.00 m3/h

Nombre de nappes identifiées :

Rabattement correspondant : 0.00 m

Notes : Soufflage de nettoyage pendant 20 minutes

TRONCONS de L'OUVRAGE

PIEZOMETRE BS2

Client: IMERYS CERAMICS FRANCE

Maître d'oeuvre: ANTEA GROUP

Lieu de l'ouvrage : Secteur Sud, proche océan

LITHOLOGIE

De	à	Libellé
0.00	11.00	Remblai dont bloc de bitume
11.00	12.00	Kaolin
12.00	13.00	Arène granitique gris-vert
13.00	25.00	Granite dur gris avec quartz
25.00	34.00	Granite dur gris
34.00	51.50	Granite dur gris jaune avec quartz

FORAGE

De	à	Ø"	Ømm	Mode de forage	Fluide de forage
0.00	6.00	11"	279.00	M.f.t.	Eau-claire
6.00	15.00	7"1/8	181.00	M.f.t.	Air
15.00	51.50	6"	152.00	M.f.t.	Air

* Reconnaissance

ARRIVEES D'EAU

Profondeur (m)	Débit (m3/heure)
25.00	9.60
31.00	29.00
43.00	35.00

TUBAGE

De	à	Ø"	Ømm	Epais.	Ecra.	Nature du tubage	Type	Slot	Vide %
0.00	6.00	7"1/8	180.00	0.00		P.v.c.	Tube-plein		
0.00	20.00	3"1/2	90.00	5.00		P.v.c.	Tube-plein		
20.00	51.50	3"1/2	90.00	5.00		P.v.c.	Crepine fentes		

REMPLISSAGE

De	à	Ø"	Ømm	Matériau	Nature	Méthode de pose	Texture	Gra. (mm)	Vol. m3
0.00	6.00	7"1/8	180.00	Ciment	Autre	Sous pression			
0.00	15.00	3"1/2	90.00	Ciment	Autre	Sous pression			
15.00	16.00	3"1/2	90.00	Billes-argile		Autre			
16.00	51.50	3"1/2	90.00	Gravier	Autre	Gravitaire	Roule		

PIEZOMETRE BS2

Travaux réalisés :

1/1

du : 14/01/2021 au : 22/01/2021

Client :

IMERYS CERAMICS FRANCE

Maitre d'oeuvre :

ANTEA GROUP

Localisation de l'ouvrage : Secteur Sud, proche océan

Coordonnées de l'ouvrage :

Lambert-93 métrique

Longitude (X): 214 966

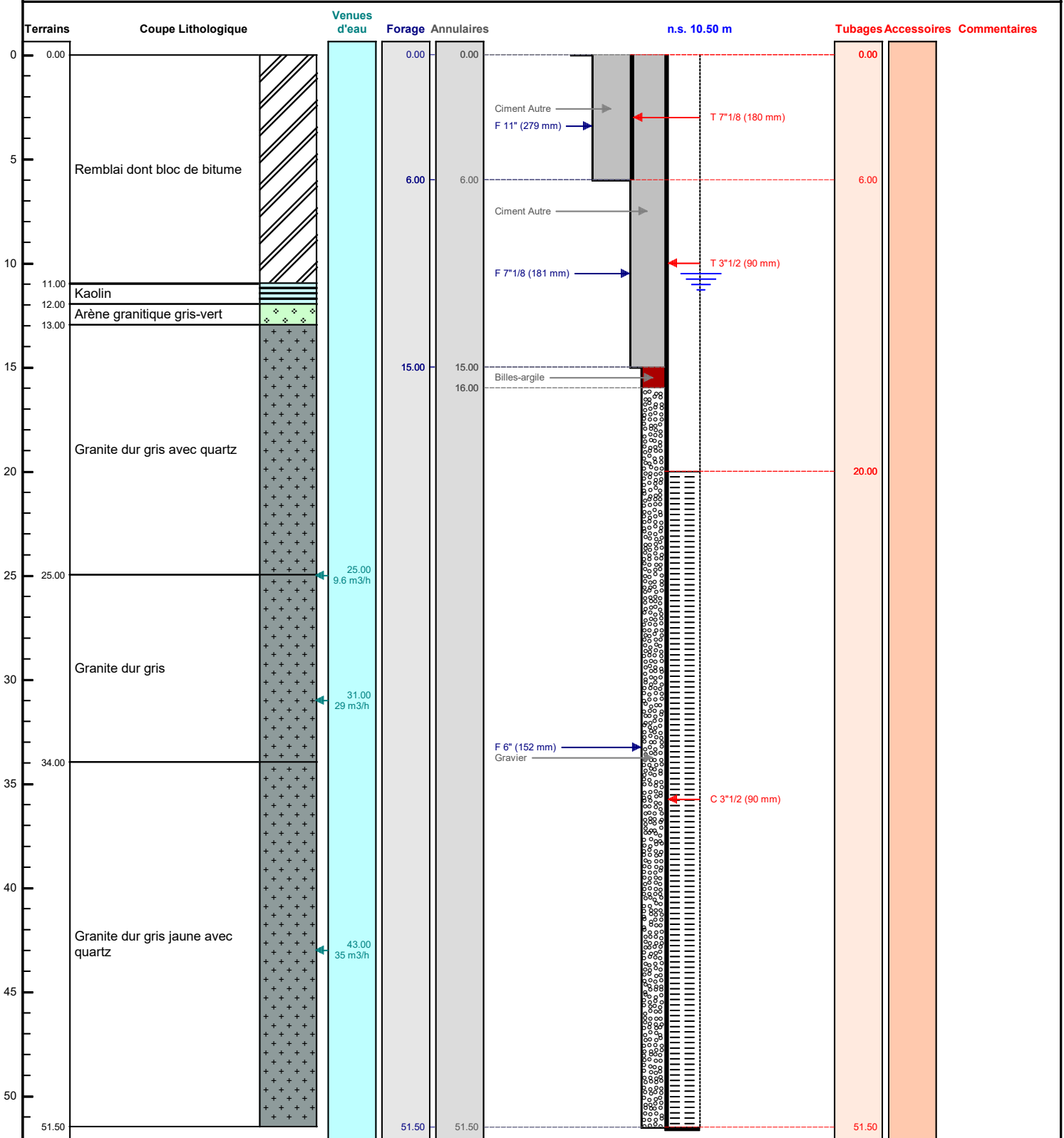
Latitude (Y): 6 755 074

Altitude sol (Z): +14.9 m ~~+10.000~~ m

Echelle : 1/259

Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



Le/...../..... à
 CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE
 Tampon et signature du chef d'entreprise

PIEZOMETRE BS2

Travaux réalisés :

1/1

du : 14/01/2021 au : 22/01/2021

Client :

IMERYS CERAMICS FRANCE

Maitre d'oeuvre :

ANTEA GROUP

Localisation de l'ouvrage : Secteur Sud, proche océan

Coordonnées de l'ouvrage :

Lambert-93 métrique

Longitude (X): 214 966

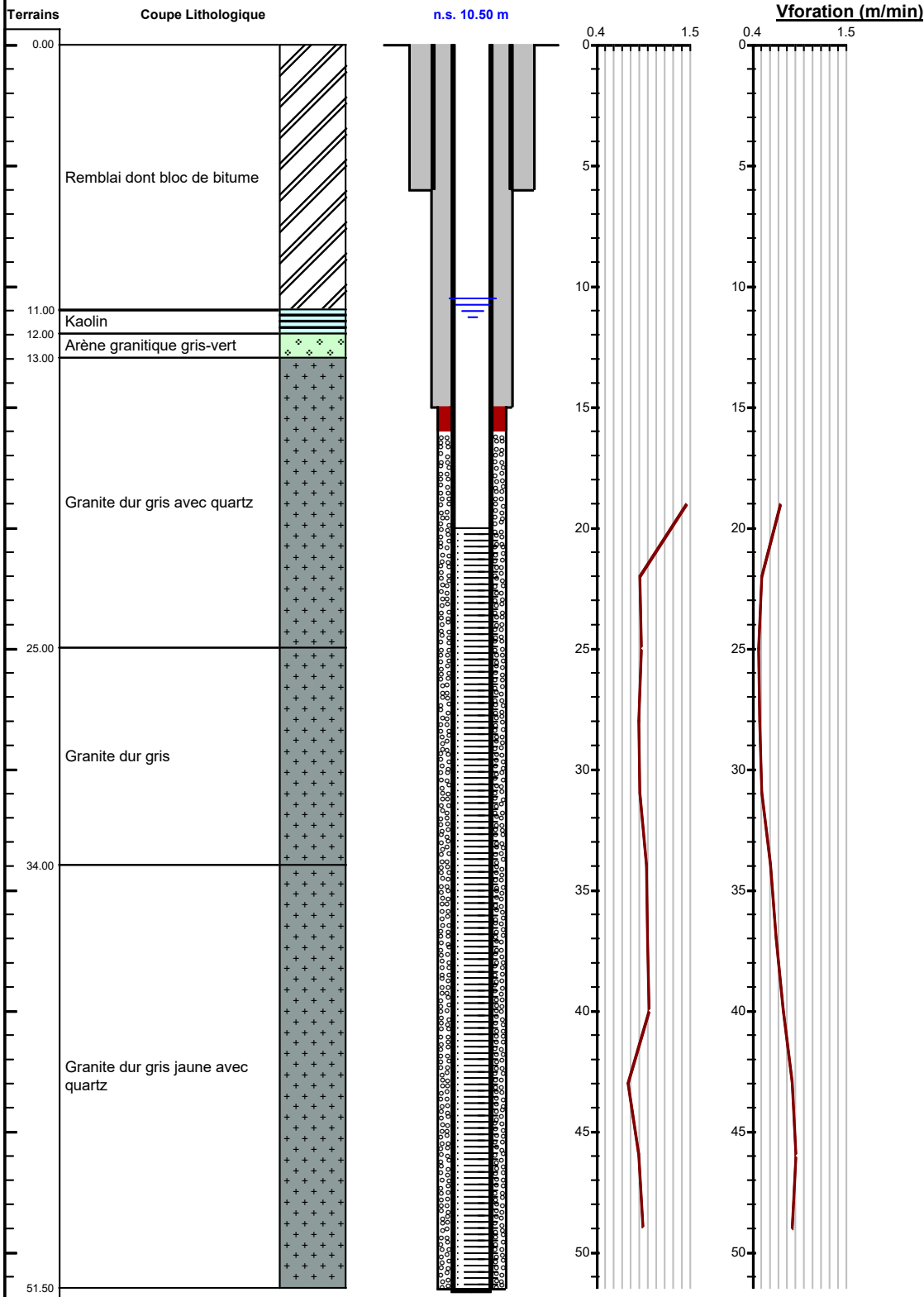
Latitude (Y): 6 755 074

Altitude sol (Z): +14.9 m ~~+16.000~~ m

Echelle : 1/259

Profondeurs en m au-dessous du repère zéro sol (signe + au-dessus)

Nombre de forages : 1



Le/...../..... à
CERTIFIE CONFORME A L'OUVRAGE EXECUTE
Tampon et signature du chef d'entreprise

PIEZOMETRE BS2

Travaux réalisés :
du : 14/01/2021 au : 22/01/2021

Client :

IMERYS CERAMICS FRANCE

Maitre d'oeuvre :

ANTEA GROUP

Localisation de l'ouvrage : **Secteur Sud, proche océan**

Coordonnées de l'ouvrage :

Lambert-93 métrique

X: 214 966

Y: 6 755 074

Z altitude sol: +14.9 m ~~+10.000~~ m





Client : TERRA EXPERTIS	Type de pompe : 3"	Nature/hauteur repère :	PALIERS	X
Commune : PLOEMEUR (56)	Profondeur aspiration : 50 m	Sommet guide sonde à +0,81 m/Dalle	LONGUE DUREE	
Désignation : PZBS1	Longueur refoulement : 100 m	Niveau statique/repère :	DESCENTE	X
		6,51 m	REMONTÉE	

Date et Heure	Tps en min	Niveau / repère	Débit	Observations
03/02/2021 8h51	0	6.51	0.0	Palier 1 : débit recherché 2 m³/h pdt 30 min
	1	7.69	2.5	(Puits : NS=4,47m ; repère +0,63m/Dalle)
	2	9.06	2.3	
	3	9.33	2.3	Prise échantillon 1
	4	9.49	2.3	
	5	9.71	2.2	
	6	9.82	2.2	
	7	9.89	2.2	
	8	10.12	2.2	
	9	10.20	2.2	
	10	10.26	2.1	
	11	10.34	2.1	
	12	10.36	2.1	
	13	10.40	2.1	
	14	10.45	2.1	
	15	10.50	2.1	(Puits : ND=4,47m)
	20	10.67	2.1	
	25	10.97	2.1	
	9h21	30	11.15	(Puits : ND=4,47m)
		31	12.06	Palier 2 : débit recherché 3 m³/h pdt 30 min
		32	12.19	
		33	12.33	Prise échantillon 2
		34	12.40	
		35	12.47	
		36	12.50	
		37	12.56	
		38	12.59	
		39	12.61	
		40	12.65	
		41	12.69	
		42	12.71	
		43	12.74	
		44	12.77	
		45	12.79	(Puits : ND=4,47m)
		50	12.91	
		55	12.99	
	9h51	60	13.07	(Puits : ND=4,47m)



Client : TERRA EXPERTIS	Type de pompe : 3"	Nature/hauteur repère :	PALIERS	X
Commune : PLOEMEUR (56)	Profondeur aspiration : 50 m	Sommet guide sonde à +0,81 m/Dalle	LONGUE DUREE	
Désignation : PZBS1	Longueur refoulement : 100 m	Niveau statique/repère :	DESCENTE	X
		6,51 m	REMONTÉE	

Date et Heure	Tps en min	Niveau / repère	Débit	Observations
03/02/2021 9h51	60	13.07	3.2	Palier 3 : débit recherché 4 m³/h pdt 30 min
	61	13.86	4.3	(Puits : ND=4,47m)
	62	13.98	4.3	Prise echantillon 3
	63	14.08	4.2	
	64	14.17	4.2	
	65	14.28	4.1	
	66	14.28	4.1	Réajustement Q
	67	14.36	4.1	
	68	14.42	4.1	
	69	14.49	4.1	
	70	14.50	4.1	
	71	14.55	4.1	
	72	14.60	4.1	
	73	14.60	4.1	
	74	14.60	4.1	
	75	14.62	4.1	
	80	14.74	4.1	
	85	14.85	4.1	
	10h21	90	4.1	(Puits : ND=4,47m)
		91	5.5	Palier 4 : débit recherché 5 m³/h pdt 30 min
		92	5.5	(Puits : ND=4,47m)
		93	5.5	Prise echantillon 4
		94	5.5	
		95	5.5	
		96	5.5	
		97	5.5	
		98	5.5	
		99	5.5	
		100	5.5	
		101	5.5	
		102	5.5	
		103	5.5	
		104	5.5	
		105	5.5	
		110	5.5	
		115	5.5	
	10h51	120	5.5	(Puits : ND=4,47m)



Client : TERRA EXPERTIS	Type de pompe : 3"	Nature/hauteur repère :	PALIERS	X
Commune : PLOEMEUR (56)	Profondeur aspiration : 40 m	Sommet tube PE guide sonde à +1 m/TN	LONGUE DUREE	
Désignation : PZBS2	Longueur refoulement : 100 m	Niveau statique/repère :	DESCENTE	X
		10.49 m	REMONTÉE	X

Date et Heure	Tps en min	Niveau / repère	Débit	Observations
09/02/2021 9h30	0	10.49	0.0	Palier 1 : débit recherché 2 m ³ /h pdt 30 min
	1	19.08	2.3	Q1
	2	20.25	2.4	
	3	21.80	2.3	
	4	23.35	2.2	
	5	24.75	2.1	
	6	26.10	2.0	
	7	27.80	1.9	
	8	29.40	2.4	Réajustement Q
	9	30.60	2.2	
	10	31.98	2.2	
	11	33.43	2.1	
	12	34.88	2.1	
	13	36.22	2.0	
	14	37.40	2.0	
9h45	15	38.00	1.9	
	16	39.00	0.0	Pompe dénoyée, arrêt du pompage
Remontée	20	31.00	0.0	Remontée
10h	30	25.00	0.0	
	40	14.22	0.0	
	45	12.44	0.0	
	50	11.88	0.0	
	55	11.52	0.0	
11h	60	11.25	0.0	
	65	11.17	0.0	
	70	10.98	0.0	
	75	10.90	0.0	
	80	10.83	0.0	
	85	10.75	0.0	
	90	10.70	0.0	
	100	10.66	0.0	
	110	10.64	0.0	
11h30	120	10.62	0.0	



Client : TERRA EXPERTIS	Type de pompe : 3"	Nature/hauteur repère :	PALIER	X
Commune : PLOEMEUR (56)	Profondeur aspiration : 40 m	Sommet tube PE guide sonde à +1 m/TN	LONGUE DUREE	
Désignation : PZBS2	Longueur refoulement : 100 m	Niveau statique/repère :	DESCENTE	X
		10,49 m	REMONTÉE	X

Date et Heure	Tps en min	Niveau / repère	Débit	Observations
09/02/2021 11h30	120	10.62	0.0	Palier 2 : débit recherché 0,5 m ³ /h pdt 3 heures
	121			Réglage de Q
	122			Réglage de Q
	123			Réglage de Q
	124	16.10	1.0	Q2
	125		1.0	
	126	14.47	1.0	
	127		1.0	
	128	13.21	<1,0	Pour Q<1,0 le débitmètre n'affiche pas de valeur
	129		<1,0	
	130	12.65	<1,0	Eau fortement turbide en sortie de refoulement
	131		<1,0	
	132		<1,0	
	133		<1,0	
	134		<1,0	
	135	10.88	<1,0	
	140	10.84	<1,0	
	145	10.81	<1,0	
12h	150	10.80	<1,0	
	151	11.04	1.2	Réajustement de Q pour pouvoir observer une
	152	10.99	1.2	valeur au débitmètre
	153	10.97	1.2	Q3
	154	10.99	1.2	
	155	10.97	1.2	Prise d'échantillon n°1 ; 0,5 L ; eau fortement turbide
	160	10.97	1.2	
	170	10.99	1.2	
12h30	180	10.99	1.2	
	181	11.06	1.5	Réajustement de Q car ND anormalement stables
	182	11.00	1.5	Q4
	183	11.05	1.5	
	184	11.10	1.5	
	185	11.14	1.5	
	195	11.04		Q instable 1,3 < Q < 2,0
	200	11.10		Q instable 1,3 < Q < 2,0
13h	210	11.05		Q instable 1,3 < Q < 2,0
				Arrêt pompage car Q instable et ND stable
Remontée	214	10.80	0.0	Remontée
	218	10.70	0.0	

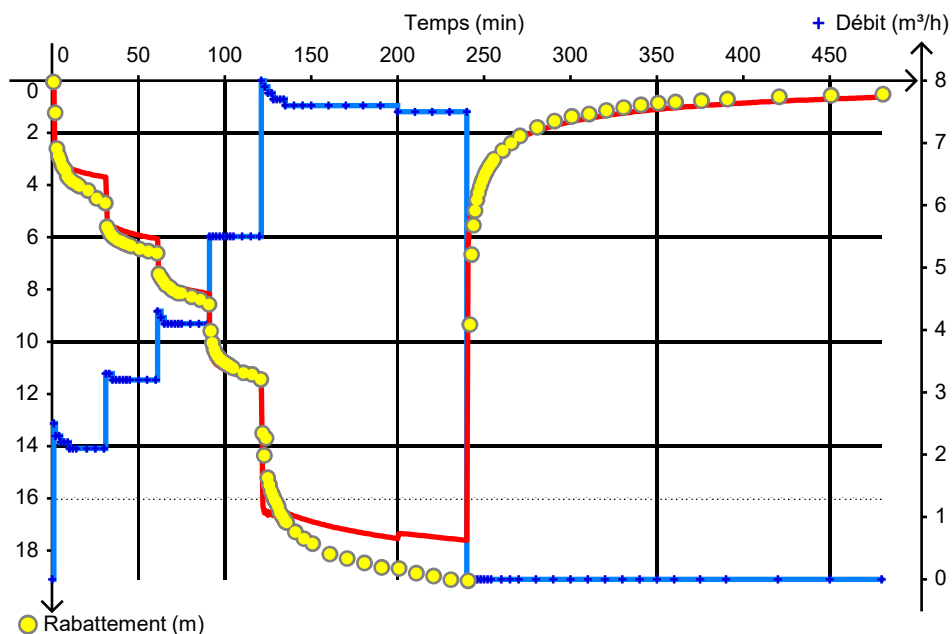


Client : TERRA EXPERTIS	Type de pompe : 3"	Nature/hauteur repère :	PALIER	x
Commune : PLOEMEUR (56)	Profondeur aspiration : 40 m	Sommet tube PE guide sonde à +1 m/TN	LONGUE DUREE	
Désignation : PZBS2	Longueur refoulement : 100 m	Niveau statique/repère :	DESCENTE	x
		10,74 m	REMONTÉE	x

Date et Heure	Tps en min	Niveau / repère	Débit	Observations
10/02/2021 10h04	0	10.74	0.0	Palier 4 : débit recherché Q stable pdt 2 heures
	1	16.90	1.0	Eau fortement turbide en sortie de refoulement
	2	14.60	1.2	Q6
	3	13.30	1.2	Mesure de Q au seau = 1,4 m ³ /h environ
	4	12.90	1.2	
	5	12.82	1.3	
	6	12.85	1.2	
	7	12.85	1.2	
	8	12.85	1.2	
	9	12.85	1.2	
	10	12.84	1.2	
	11	12.84	1.2	
	12	12.84	1.2	
	13	12.85	1.2	
	14	12.85	1.2	
	15	12.86	1.2	
	20	12.90	1.2	Prise d'échantillon n°3 ; 0,5 L ; eau turbide
	25	12.91	1.2	
	30	12.94	1.2	Mesure de Q au seau = 1,4 m ³ /h environ
	40	12.97	1.2	Eau légèrement turbide en sortie de refoulement
	50	13.01	1.2	
11h04	60	13.05	1.2	Prise d'échantillon n°4 ; 0,33 L ; eau légèrement turbide
	75	13.09	1.2	
	90	13.12	1.2	Eau légèrement turbide en sortie de refoulement
	105	13.13	1.2	
12h04	120	13.16	1.2	Prise d'échantillon n°5 ; 0,5 L ; eau faiblement turbide
Remontée	121	11.13		Remontée
	122	10.99		
	123	10.78		
	124	10.77		
	125	10.75		
	126	10.75		
	127	10.75		
	128	10.74		
	129	10.74		
12h14	130	10.74		NS retrouvé

Site	Kergantic
Date	03/02/2021
Projet	BREP200332
Client	Imerys

Société	Antea
Aquifère capté	Socle
Type d'ouvrage	Puits
Rayon d'observation	4.5E-2 m

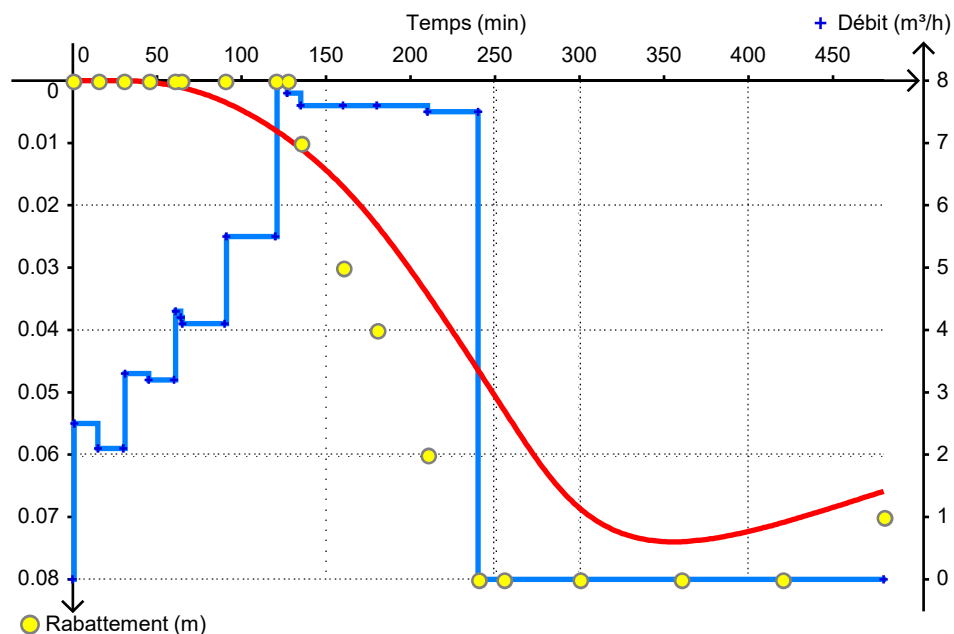


Légende	
+	Débit
●	Rabattement mesuré
—	Courbe théorique
Interprétation à l'aide de la solution	Theis
Type aquifère	Captif
Transmissivité	$1.44 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
Coefficient d'emmagasinement	$7.00 \times 10^{-3} (-)$
Coefficient d'ajustement de Nash -Sutcliffe	0.982 (-∞..1)

→ Pertes de charge quadratiques	
Coefficient de pertes de charges quadratiques	770 000 s ² /m ⁵

Site	Kergantic
Date	03/02/2021
Projet	BREP200332
Client	Imerys

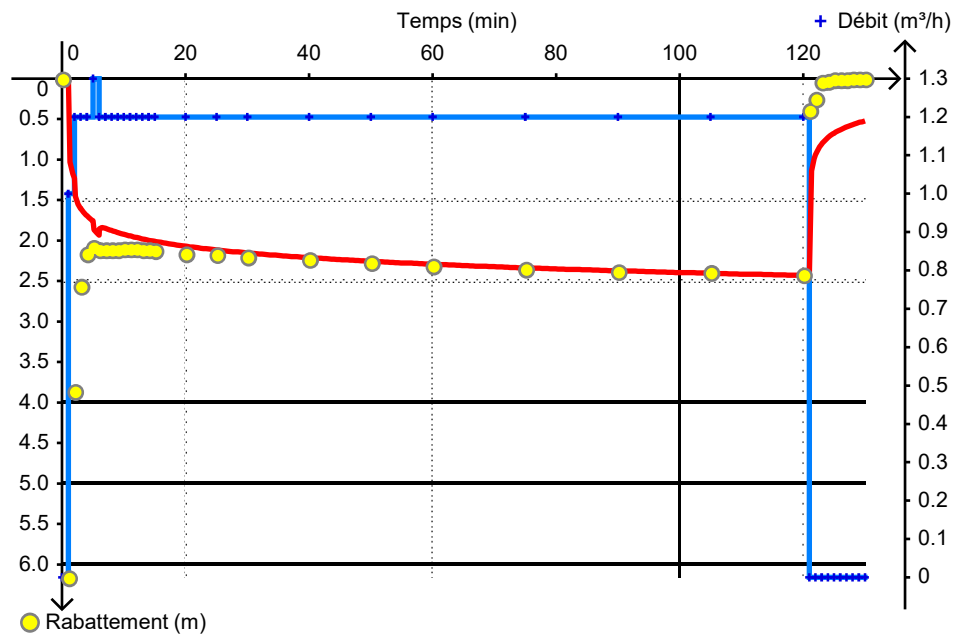
Société	Antea
Aquifère capté	Socle
Type d'ouvrage	Piézomètre
Rayon d'observation	70 m



Légende	
—+	Débit
●	Rabattement mesuré
—	Courbe théorique
Interprétation à l'aide de la solution	
Type aquifère	Theis
Transmissivité	$8.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
Coefficient d'emmagasinement	$7.00 \times 10^{-3} (-)$
Coefficient d'ajustement de Nash -Sutcliffe	0.831 (-∞..1)

Site	Kergantic
Date	09/02/2021
Projet	BREP200332
Client	Imerys

Société	Antea
Aquifère capté	Socle
Type d'ouvrage	Puits
Rayon d'observation	4.5E-2 m



Légende	
	Débit
	Rabattement mesuré
	Courbe théorique
Interprétation à l'aide de la solution	Theis
Type aquifère	Captif
Transmissivité	$1.35 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
Coefficient d'emmagasinement	$7.00 \times 10^{-3} (-)$
Coefficient d'ajustement de Nash -Sutcliffe	0.102 (-∞..1)

→ Pertes de charge quadratiques	
Coefficient de pertes de charges quadratiques	770 000 s ² /m ⁵

Annexe V : Analyse d'eau brute du forage de KERMADOYE (source ADES)

Date prélèvement	Paramètre	Résultat	Unité
03/04/2019 14:10	Chlorpyriphos-éthyl	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Prosulfocarbe	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Alachlore	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Aldrine	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Amétryne	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Aminotriazole	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Atrazine	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Atrazine déséthyl	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Atrazine déisopropyl	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Bentazone	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Bifénox	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Bromoxynil	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Carbendazime	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Carbofuran	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Chloridazone	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Chlortoluron	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Cyperméthrine	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	2,4-D	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	2,4-DB	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	DDD 24'	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	DDD 44'	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	DDE 24'	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	DDE 44'	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	DDT 24'	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	DDT 44'	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Dichlorprop	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Dichlorvos	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Dicofol	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Dieldrine	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Diméthoate	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Diuron	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Ethofumésate	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Fenpropimorphe	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Heptachlore	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Somme Heptachlore époxyde cis/trans	<0.002	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Hexachlorobenzène	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Hexachlorocyclohexane alpha	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Hexachlorocyclohexane bêta	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Hexachlorocyclohexane delta	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Hexachlorocyclohexane gamma	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Ioxynil	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Iprodione	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Isoproturon	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Linuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	2,4-MCPA	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	2,4-MCPB	<0.1	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Mécoprop	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Métamitron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Méthabenzthiazuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Métolachlore total	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Métribuzine	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Pendiméthaline	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Pentachlorophénol	<0.02	microgramme par litre

Date prélèvement	Paramètre	Résultat	Unité
03/04/2019 14:10	Prochloraz	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Propiconazole	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Simazine	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Terbutylazine	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Terbutryne	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Tétrachloroéthylène	<0.1	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Triadiménol	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Trichloroéthylène	<0.1	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Triclopyr	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Trifluraline	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Turbidité Formazine Néphélométrique	0.1	nephelometric formazine unit
03/04/2019 14:10	Potentiel en Hydrogène (pH)	7	unité pH
03/04/2019 14:10	Conductivité à 25°C	530	microSiemens par centimètre
03/04/2019 14:10	Couleur mesurée	<5	milligramme de platine par litre
03/04/2019 14:10	Oxygène dissous	6.7	milligramme de dioxygène par litre
03/04/2019 14:10	Taux de saturation en oxygène	74.1	pourcentage
03/04/2019 14:10	Hydrogénocarbonates	130	milligramme d'hydrogénocarbonate par litre
03/04/2019 14:10	Carbonates	0	milligramme de carbonate par litre
03/04/2019 14:10	Carbétamide	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Ammonium	<0.01	milligramme d'ammonium par litre
03/04/2019 14:10	Chlorures	72	milligramme de chlore par litre
03/04/2019 14:10	Sulfates	72	milligramme de sulfate par litre
03/04/2019 14:10	Nitrites	<0.01	milligramme de nitrite par litre
03/04/2019 14:10	Nitrates	<2	milligramme de nitrate par litre
03/04/2019 14:10	Silicates	34	milligramme de silice par litre
03/04/2019 14:10	Dureté totale	12.4	degré français
03/04/2019 14:10	Titre alcalimétrique (T.A.)	0	degré français
03/04/2019 14:10	Titre alcalimétrique complet (T.A.C.)	10.3	degré français
03/04/2019 14:10	Phosphore total	0.39	milligramme d'anhydride phosphorique par litre
03/04/2019 14:10	Cyprodinil	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Bore	<50	microgramme de bore par litre
03/04/2019 14:10	Potassium	4.1	milligramme de potassium par litre
03/04/2019 14:10	Arsenic	2.2	microgramme d'arsenic par litre
03/04/2019 14:10	Magnésium	18	milligramme de magnésium par litre

Date prélèvement	Paramètre	Résultat	Unité
03/04/2019 14:10	Calcium	18	milligramme de calcium par litre
03/04/2019 14:10	Sodium	52	milligramme de sodium par litre
03/04/2019 14:10	Antimoine	<0.5	microgramme d'antimoine par litre
03/04/2019 14:10	Sélénium	<0.5	microgramme de sélénium par litre
03/04/2019 14:10	Nickel	3.2	microgramme de nickel par litre
03/04/2019 14:10	Cadmium	0.19	microgramme de cadmium par litre
03/04/2019 14:10	Fer	<10	microgramme de fer par litre
03/04/2019 14:10	Manganèse	75	microgramme de manganèse par litre
03/04/2019 14:10	Diméthomorphe	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Lénacile	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Propyzamide	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Pyriméthanil	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Escherichia coli (E. coli)	0	nombre pour 100 millilitres
03/04/2019 14:10	Carbaryl	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Chlorfenvinphos	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Chlorothalonil	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Chlorprophame	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Dicamba	<0.1	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Dichloropropène-1,3	<0.04	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Ethoprophos	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Glyphosate	<0.03	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Métobromuron	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Napropamide	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Paraquat	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Glufosinate	<0.03	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Pirimicarbe	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Hexachlorobutadiène	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Tetraconazole	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Tébutame	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Sulcotrione	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Oxadixyl	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Oxadiazon	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Oryzalin	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Métazachlore	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Isoxaben	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Flurochloridone	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Diméthénamide	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Dichlobenil	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Cyproconazole	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Bromacil	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Aclonifène	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Tébuconazole	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Diquat	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Fenpropidine	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Métalaxyl	<0.02	microgramme par litre

Date prélèvement	Paramètre	Résultat	Unité
03/04/2019 14:10	Piclorame	<0.1	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Propachlore	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Thiophanate-méthyl	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Endosulfan	<0.002	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Epoxiconazole	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Heptachlore époxyde exo cis	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Heptachlore époxyde endo trans	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Ethidimuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Fluroxypyr	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Métaldéhyde	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Metsulfuron méthyle	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Clopyralide	<0.1	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Diflufenicanil	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	2-hydroxy atrazine	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Carbone Organique	<0.5	milligramme de carbone par litre
03/04/2019 14:10	Imidaclopride	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Metconazole	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Nicosulfuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Pencycuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Acétochlore	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Fenbuconazole	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	AMPA	<0.03	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Imazaméthabenz-méthyl	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Métosulame	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Thifensulfuron méthyl	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	1-(3,4-dichlorophenyl)-3-methyl-uree	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	3,4-dichlorophenyluree	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Irgarol	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Thiaflumamide	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Isoxaflutole	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	KRESOXIM-METHYL	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	AZOXYSTROBINE	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	mepiquat	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Flurtamone	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Amidosulfuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Clomazone	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Quinoxyfen	<0.001	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Terbuthylazine désethyl	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Fénamidone	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Fomesafen	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Mésotrione	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Sulfosulfuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Quinmerac	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Trinexapac-ethyl	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Prosulfuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Paclobutrazole	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Diméthachlore	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Mesosulfuron methyle	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Spiroxamine	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Cycloxydime	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Desméthylisoproturon	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Fosthiazate	<0.01	microgramme par litre

Date prélèvement	Paramètre	Résultat	Unité
03/04/2019 14:10	Foramsulfuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Florasulam	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Didemethylisoproturon	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Imazaquine	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Dichlormide	<0.1	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Hydrocarbures dissous	<100	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Somme du tetrachloroéthylène et du trichloroéthylène	0	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Carboxine	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Clethodim	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Flutolanil	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Imazamox	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Propamocarbe hydrochloride	<0.01	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Triflusaluron-methyl	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Triticonazole	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Pymétrozine	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Boscalid	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Somme des Hexachlorocyclohexanes	<0.004	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Chlormequat	<0.013	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Acetamiprid	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Prothioconazole	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Silthiopham	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Couleur de l'eau destinée à la consommation humaine	0	Sans objet
03/04/2019 14:10	Odeur de l'eau destinée à la consommation humaine	0	Sans objet
03/04/2019 14:10	Equilibre calcocarbonique de l'eau destinée à la consommation humaine	4	Sans objet
03/04/2019 14:10	Somme des pesticides totaux	0	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Chlore libre actif	12.8	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Clothianidine	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Thiamethoxam	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Fonicamid	<0.05	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Enterocoques	0	nombre pour 100 millilitres
03/04/2019 14:10	iodosulfuron-methyl-sodium	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	pH d'équilibre	8.3	unité pH
03/04/2019 14:10	Aspect de l'eau potable	0	Sans objet
03/04/2019 14:10	Fluorure anion	0.33	milligramme par litre
03/04/2019 14:10	Tritosulfuron	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Pyroxulam	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Bixafen	<0.005	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Chlorantraniliprole	<0.02	microgramme par litre
03/04/2019 14:10	Beflubutamide	<0.02	microgramme par litre

**Annexe VI : Analyses d'eau réalisées en mai 2019 sur le plan d'eau de
Générale Carrière et sur l'exutoire principal de la carrière
(Courégant)**



LABORATOIRE D'ANALYSES ET D'ÉTUDES
EAUX • SOLS • DÉCHETS

La Croix Irteille
56250 La Vraie Croix

Tél.: 02 97 67 53 70 / Mob : 06 76 73 31 94
contact@eiba-labo.fr

N° SIRET : 451 525 182 000 23

Code NAF : 7112 B

RAPPORT D'ANALYSE

N° dossier : 190514- 92556

Identification : Kergantic - Kerhann

Référence client : IMERYS CERAMICS

A l'attention de : Jean-Luc Le THIEC

Analyse effectuée le : 14/05/2019

E.mail : jean-luc.letiec@imerys.com

Echantillons prélevés le : 14/05/2019

La Vraie Croix, le : 21/05/2019

Paramètre	Unité	Méthode	Résultat
potentiel Hydrogène (pH)	Unité pH	NFT 90-008	7,08
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mgO ₂ /L	ST DCO ISO 15705	< 15
Matières en Suspension (MES)	mg/L	NF EN 872 / NFT 90-105-2	5
Hydrocarbures totaux (C10-C40)	mg/L	Sous traité laboratoire Cofrac	< 0,03
Couleur	mg Pt Co/L	ISO 7887	8

Commentaires :
000100-

Sébastien HAENTJENS



LABORATOIRE D'ANALYSES ET D'ÉTUDES
EAUX • SOLS • DÉCHETS

La Croix Irtelle
56250 La Vraie Croix

Tél.: 02 97 67 53 70 / Mob : 06 76 73 31 94
contact@eiba-labo.fr

N° SIRET : 451 525 182 000 23

Code NAF: 7112 B

RAPPORT D'ANALYSE

N° dossier : 190514- 92557

Identification : Kergantic - Courégant

Référence client : IMERYS CERAMICS

A l'attention de : Jean-Luc Le THIEC

Analyse effectuée le : 14/05/2019

E.mail : jean-luc.lethiec@imerys.com

Echantillons prélevés le : 14/05/2019

La Vraie Croix, le : 21/05/2019

Paramètre	Unité	Méthode	Résultat
potentiel Hydrogène (pH)	Unité pH	NFT 90-008	6,76
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	mgO2/L	ST DCO ISO 15705	25,1
Matières en Suspension (MES)	mg/L	NF EN 872 / NFT 90-105-2	14
Hydrocarbures totaux (C10-C40)	mg/L	Sous traité laboratoire Cofrac	< 0,03
Couleur	mg Pt Co/L	ISO 7887	21

Commentaires :
000100-

Sébastien HAENTJENS

Annexe VII : Analyses d'eau réalisées par Antea Group lors des investigations de 2020

WESSLING France S.A.R.L., 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

ANTEA GROUP
Yoann BAUNY
8 boulevard Einstein CS 32318
44323 NANTES Cedex 3

N° rapport d'essai	ULY20-011565-1
N° commande	ULY-10116-20
Interlocuteur (interne)	Y. Lafond
Téléphone	+33 474 990 554
Courrier électronique	y.lafond@wessling.fr
Date	07.07.2020

Rapport d'essai

BREP200035-YB - CdeAntea27071



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

Les paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A) et leurs résultats sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

La portée d'accréditation DAKKS n° D-PL-14162-01-00 des laboratoires WESSLING Allemands est disponible sur le site www.dakks.de pour les résultats accrédités par ces laboratoires.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Le 07.07.2020

N° d'échantillon		20-098168-01	20-098168-02	20-098168-03	20-098168-04
Désignation d'échantillon	Unité	B12	Pz5	Pz2	LOPEHEUR

Cations, anions et éléments non métalliques

Alcalinité TA,TAC (Calcul) - NF EN ISO 9963-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Hydrogénocarbonates (HCO3) (A)	mg/l E/L	24	26	<10	62
--------------------------------	----------	----	----	-----	----

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méth. interne : "ANIONS NF EN ISO 10304-1" - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	320	140	280	88
Nitrates (NO3)	mg/l E/L	<10 (#)	22 (#)	<10 (#)	<10 (#)
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	79	41	15	15

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Eléments

Métaux/Eléments sur eau / lixiviat - DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02) - Réalisé par WESSLING Hannover (Allemagne)

Bore (B) (A)	µg/l E/L	61	<50	<50	<50
Calcium (Ca) (A)	mg/l E/L	38	12	18	18
Potassium (K) (A)	mg/l E/L	8,7	6,0	4,9	7,3
Magnésium (Mg) (A)	mg/l E/L	36	10	25	11
Sodium (Na) (A)	mg/l E/L	160	110	130	53

E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	30.06.2020	30.06.2020	30.06.2020	30.06.2020
Type d'échantillon :	Eau propre	Eau propre	Eau propre	Eau propre
Date de prélèvement :	25.06.2020	25.06.2020	25.06.2020	25.06.2020
Récipient :	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO3 + 2X60PE	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO3 + 2X60PE	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO3 + 2X60PE	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO3 + 2X60PE
Température à réception (C°) :	7.9	7.9	7.9	7.9
Début des analyses :	30.06.2020	30.06.2020	30.06.2020	30.06.2020
Fin des analyses :	07.07.2020	07.07.2020	07.07.2020	07.07.2020
Préleveur :	YB	YB	YB	YB

Le 07.07.2020

N° d'échantillon		20-098168-05	20-098168-06	20-098168-07	20-098168-08
Désignation d'échantillon	Unité	EXUTOIRE	FOSSE KERGA	Suint. Nord	FA1

Cations, anions et éléments non métalliques

Alcalinité TA,TAC (Calcul) - NF EN ISO 9963-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Hydrogencarbonates (HCO ₃) (A)	mg/l E/L	48	36	<10	<10
--	----------	----	----	-----	-----

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méth. interne : "ANIONS NF EN ISO 10304-1" - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	3400	3000	1500	47
Nitrates (NO ₃)	mg/l E/L	<10 (#)	<10 (#)	<100 (#)	21 (#)
Sulfates (SO ₄) (A)	mg/l E/L	460	410	490	50

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Eléments

Métaux/Eléments sur eau / lixiviât - DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02) - Réalisé par WESSLING Hannover (Allemagne)

Bore (B) (A)	µg/l E/L	210	190	<50	<50
Calcium (Ca) (A)	mg/l E/L	370	320	12	11
Potassium (K) (A)	mg/l E/L	26	24	3,2	2,7
Magnésium (Mg) (A)	mg/l E/L	320	280	14	6,3
Sodium (Na) (A)	mg/l E/L	1500	1300	92	46

E/L : Eau/lixiviât

Informations sur les échantillons

Date de réception :	30.06.2020	30.06.2020	30.06.2020	30.06.2020
Type d'échantillon :	Eau propre	Eau propre	Eau propre	Eau propre
Date de prélèvement :	25.06.2020	25.06.2020	25.06.2020	25.06.2020
Récipient :	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO ₃ + 2X60PE	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO ₃ + 2X60PE	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO ₃ + 2X60PE	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO ₃ + 2X60PE
Température à réception (C°) :	7.9	7.9	7.9	7.9
Début des analyses :	30.06.2020	30.06.2020	30.06.2020	30.06.2020
Fin des analyses :	07.07.2020	07.07.2020	07.07.2020	07.07.2020
Préleveur :	YB	YB	YB	YB

Le 07.07.2020

N° d'échantillon		20-098168-09	20-098168-10
Désignation d'échantillon	Unité	KERGUEN	Puits Jude

Cations, anions et éléments non métalliques

Alcalinité TA,TAC (Calcul) - NF EN ISO 9963-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Hydrogénocarbonates (HCO3) (A)	mg/l E/L	44	38
--------------------------------	----------	----	----

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méth. interne : "ANIONS NF EN ISO 10304-1" - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	560	57
Nitrates (NO3)	mg/l E/L	<10 (#)	30 (#)
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	86	27

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Eléments

Métaux/Eléments sur eau / lixiviat - DIN EN ISO 11885 / DIN EN ISO 17294-2 (2009-09 / 2005-02) - Réalisé par WESSLING Hannover (Allemagne)

Bore (B) (A)	µg/l E/L	72	100
Calcium (Ca) (A)	mg/l E/L	63	15
Potassium (K) (A)	mg/l E/L	10	26
Magnésium (Mg) (A)	mg/l E/L	56	5,1
Sodium (Na) (A)	mg/l E/L	270	36

E/L : Eau/lixiviat

Informations sur les échantillons

Date de réception :	30.06.2020	30.06.2020
Type d'échantillon :	Eau propre	Eau propre
Date de prélèvement :	25.06.2020	25.06.2020
Récipient :	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO3 + 2X60PE	100PE/MTX + 100PE + 60PE/HNO3 + 2X60PE
Température à réception (C°) :	7.9	7.9
Début des analyses :	30.06.2020	30.06.2020
Fin des analyses :	07.07.2020	07.07.2020
Préleveur :	YB	YB

Le 07.07.2020

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice. Les métaux réalisés après minéralisation sont les éléments totaux. Sans minéralisation, il s'agit des éléments dissous.

Signataire rédacteur :

Léana Genevois
Chargée de clientèle



Signataire approbateur :

Sabrina SLIMANI
Responsable Adjointe du Laboratoire Environnement



Annexe VIII : Note descriptive de la modélisation hydrodynamique réalisée

Carrière de KERGANTIC à Ploemeur (56)

Note sur la construction du modèle



Note de Mars 2021

Projet suivi par Yoann BAUNY – 06.20.73.70.89 – yoann.bauny@anteagroup.com

Sommaire

1	Construction du modèle simplifié	4
1.1	Outil de modélisation	4
1.2	Extension du modèle et conditions aux limites, topographie et choix du substratum 5	
1.3	Recharge pluviométrique	7
1.4	Prélèvement dans l'aquifère	7
1.5	Prise en compte de l'état actuel de la carrière	8
2	Calage du modèle sur la situation actuelle	9
3	Simulation des états futurs d'exploitation	11
4	Test de sensibilité	13

Table des illustrations

FIGURES

Figure 1 : limites du modèle et carte des pluies efficaces	6
Figure 2 : Topographie initiale utilisée pour le modèle	8
Figure 3 : Zonage des perméabilités obtenues et vérification de la qualité du calage du modèle simplifié.....	10
Figure 4 : Cotes topographiques futures injectées dans le modèle pour simuler les états futurs	12
Figure 5 : Test de sensibilité : Calage sans barrière étanche	13

1 Construction du modèle simplifié

1.1 Outil de modélisation

Le logiciel MARTHE (Modélisation d'Aquifère par un maillage Rectangulaire en régime Transitoire pour le calcul Hydrodynamique des Ecoulements) est utilisé dans le cadre de la présente étude. Ce code de calcul aux différences finies, développé par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), permet de réaliser des calculs hydrodynamiques et de transport hydrodispersif en régime permanent ou transitoire. Ce logiciel utilise un maillage de type écossais (colonnes et lignes de largeurs variables), monocouche (en plan ou en coupe verticale), multicouches ou 3D, avec possibilité de maillages gigognes pour une représentation précise des géométries.

Dans le logiciel MARTHE, la plupart des paramètres sont spatialisés, c'est-à-dire qu'ils sont définis maille par maille ou en zones homogènes de mailles contiguës ou non. Sont notamment traités de cette manière les perméabilités, coefficients d'emmagasinement, débits pompés et/ou injectés, recharge pluviale, etc. Le logiciel MARTHE est adapté à l'étude du projet.

NOTA :

- *Le calcul des charges par le modèle ne prend pas en compte les différences de densité entre eau de mer (1.025) et eau douce. Dans le cas extrême d'une prédominance d'eau salée, l'erreur sur la charge hydraulique calculée sera de l'ordre de 3%. Ce pourcentage d'erreur reste acceptable dans la cadre de cette étude.*
- *Du fait de la miscibilité des fluides, l'interface n'est pas nette mais correspond à une zone de transition (ou zone de mélange). La profondeur calculée reste donc une profondeur théorique et des phénomènes de mélange peuvent conduire à une augmentation des concentrations en chlorures avant l'atteinte des profondeurs calculées.*

1.2 Extension du modèle et conditions aux limites, topographie et choix du substratum

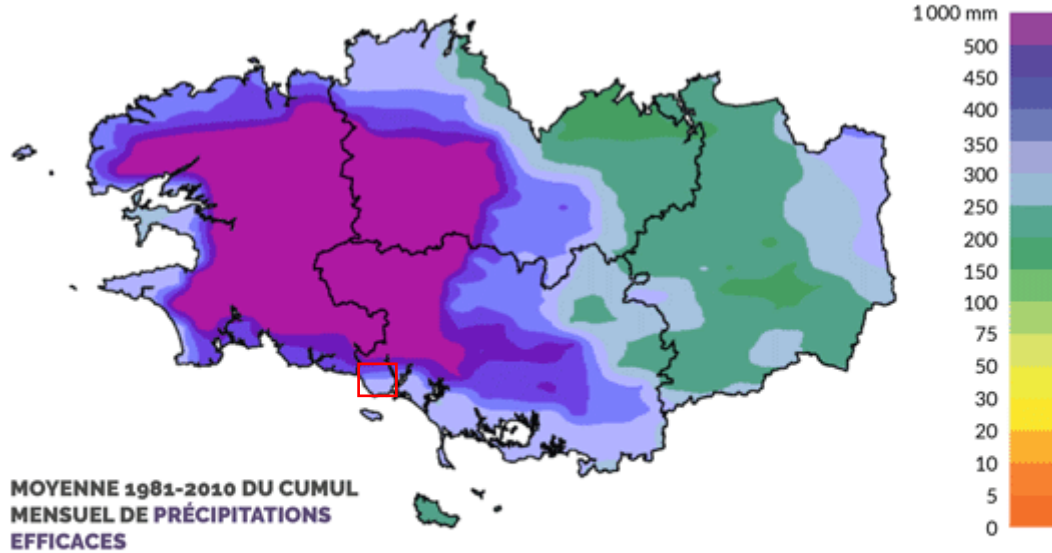
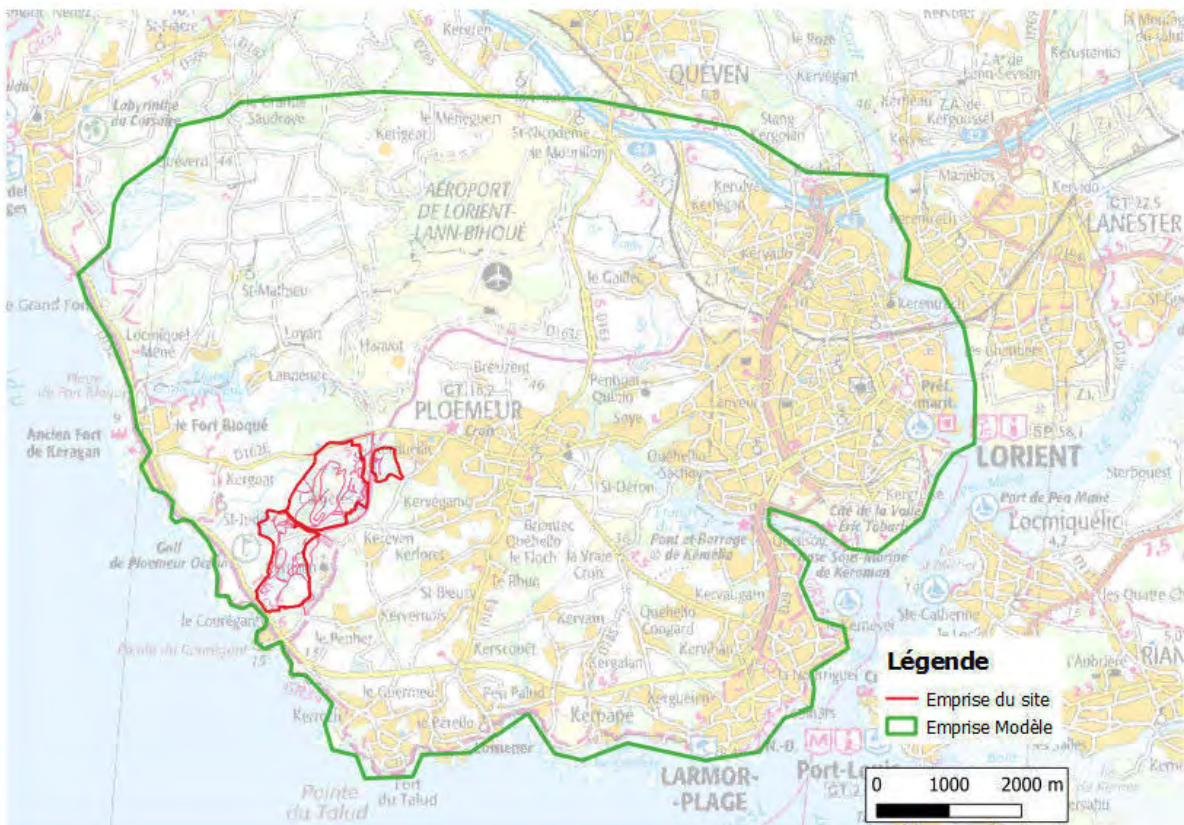
Les limites du modèle, suffisamment éloignées du projet, sont les suivantes (Figure 1):

- au Nord, une limite calée sur une crête topographique (env. 4,5 km du projet) et choisie pour englober les captages AEP situés au Nord du projet ;
- sur les autres côtés du modèle, une limite à charge imposée simulant la présence de l'Océan ;
- des limites de débordement correspondant aux cours d'eau du secteur, définies à partir de la topographie de l'IGN (modèle numérique de terrain et carte au 1/25 000^{ème}), selon une précision estimée à $\pm 1-2$ mètre. Une limite de débordement a également été positionnée sur le plan d'eau de Lopeheur afin de prendre en compte les éventuels trop pleins de ce plan d'eau anthropisé.

Le modèle couvre ici une superficie de 86 km². Il est constitué d'une matrice monocouche de 246 893 mailles de calcul. Le maillage est constitué de mailles de 50 x 50 m. Les calculs sont effectués en régime permanent, adapté à la problématique du site (délais d'extraction sur plusieurs années).

La topographie est extraite du MNT 75m de l'IGN.

La cote du substratum a été considérée constante et fixée à -100 mNGF. Ce choix a été dicté par le souhait de se placer dans un contexte sécuritaire du point de vue de la portée de l'incidence calculée. Elle permet également de prendre en compte un approfondissement de l'ordre de -60 mNGF dans l'état final du projet.



Données : AELB, AFB, Dreal Bretagne, base de données Eider. Carte de répartition des pluies efficaces moyennes 1981-2010, Météo France ; Traitement et réalisation : Observatoire de l'environnement en Bretagne, janvier 2019.

Figure 1 : limites du modèle et carte des pluies efficaces

1.3 Recharge pluviométrique

La recharge pluviométrique annuelle prise en compte comme hypothèse pour l'élaboration du modèle hydrodynamique, en régime permanent est de 240 mm/an (60 % d'infiltration pour une pluie efficace moyenne estimée à 400 mm/an d'après la carte de la Figure 1.

1.4 Prélèvement dans l'aquifère

Compte tenu qu'il s'agit d'un modèle simplifié, les prélèvements de l'ensemble des usages ne sont pas pris en compte en première approximation.

Les prélèvements AEP sur les forages Kermadoye et Guidel sont toutefois intégrés au modèle :

- Etat 2020 :
 - Kermadoye : 1 millions de m³/an soit 114 m³/h en débit fictif moyen continu ;
 - Guidel : 0 m³/an (à l'état de projet en 2020) ;

- Etats futurs :
 - Kermadoye : 1 millions de m³/an soit 114 m³/h en débit fictif moyen continu ;
 - Guidel : 950 000 m³/an soit 108 m³/h en débit fictif moyen continu

1.5 Prise en compte de l'état actuel de la carrière

Afin de simuler la présence de la carrière dans son état d'exploitation actuel, la topographie actuelle des excavations de la carrière a été introduite dans le modèle. Des cotes de débordement ont ensuite été introduites afin de simuler le drainage de la nappe par les fosses.

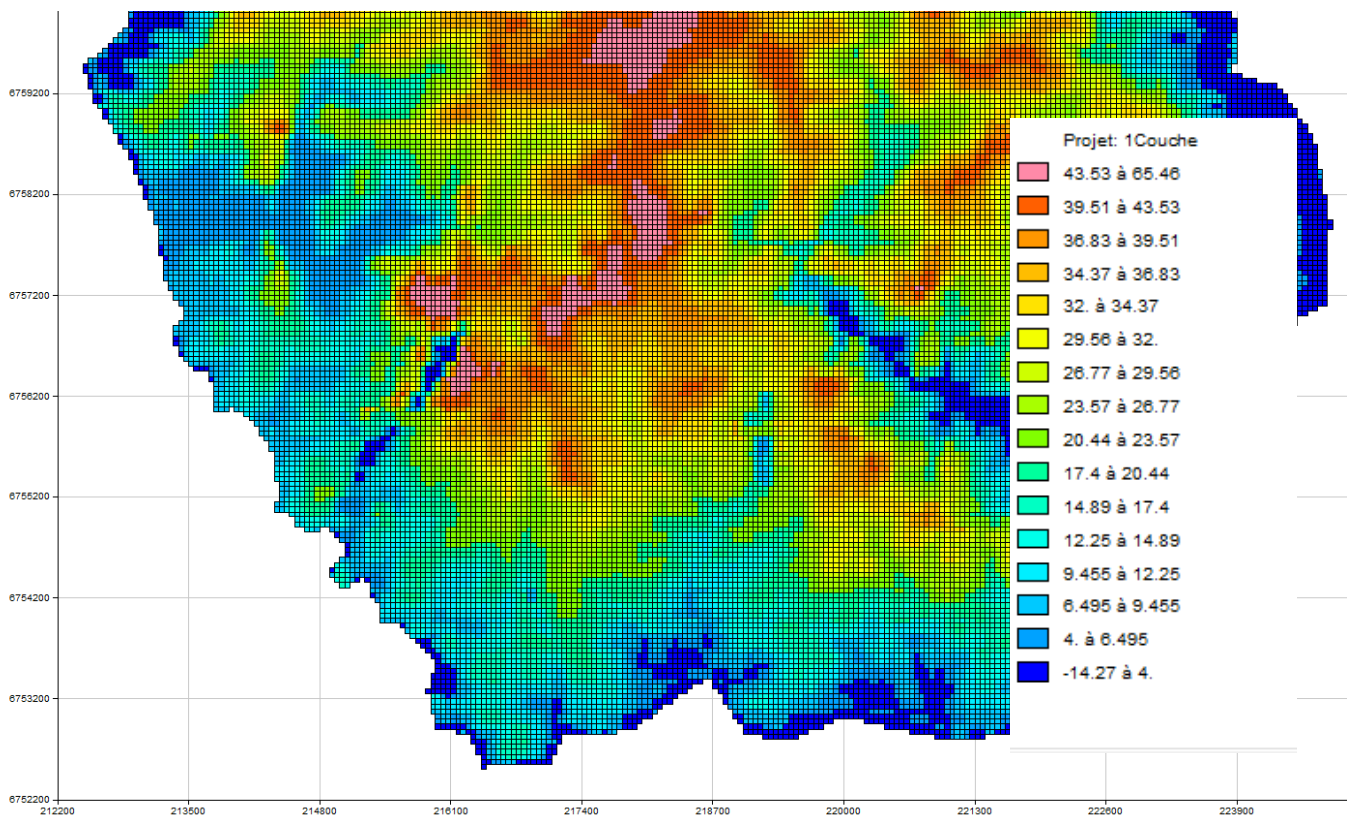


Figure 2 : Topographie initiale utilisée pour le modèle

2 Calage du modèle sur la situation actuelle

Pour ce type d'aquifère de socle, les transmissivités sont généralement de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5} m²/s et l'emmagasinement de l'ordre de 10^{-2} . La transmissivité variera en fonction de l'épaisseur de l'aquifère et du degré de fracturation du massif.

Une perméabilité de $1.5 \cdot 10^{-6}$ m/s permet un calage correct du modèle compte tenu de sa construction simplifiée (Figure 3). Il s'agit d'une valeur tout à fait cohérente avec les résultats obtenus lors des tests de pompage réalisés sur les piézomètres PzBS1 et PzBS2 du site.

Afin de simuler la plus forte productivité de l'aquifère à proximité du contact, la perméabilité du forage AEP de Kermadoye a été affectée dans le modèle sur une zone tampon de 500 m de part et d'autre du contact. La perméabilité retenue dans cette zone tampon est de $7 \cdot 10^{-6}$ m/s (Transmissivité Kermadoye = $7 \cdot 10^{-4}$ m²/s).

Les gisements de kaolins cartographiés par Imerys en fond de fouille ont été intégrés dans le modèle avec des perméabilités de 10^{-8} m/s.

Afin de simuler le rôle étanche de la faille associée au filon de quartz, nous avons intégré une bande de perméabilité réduite (10^{-9} m/s) sur l'emprise de la faille cartographiée sur la carte géologique du BRGM.

Les zonages des perméabilités obtenues sont présentés sur la figure de la page suivante.

Le calage fonctionne bien (compte tenu de la simplicité du modèle réalisé : 1 seule couche + régime permanent + observations de niveau sur certains points qui sont asynchrones), notamment pour les forages profonds du secteur FA1 et FA2, pour le captage AEP de Guidel et les piézomètres du site (sauf Pz3) qui sont bien calés à +/- 2 à 3 m.

Certains puits peu profonds du secteur et le Pz3 divergent notablement probablement car ils sont implantés dans des horizons qui possèdent des caractéristiques hydrodynamiques différentes (altérites pour les puits peu profonds et anciennes lagunes pour Pz3). Le modèle sous-estime les charges de la nappe à l'Ouest du site. Il surestime donc l'effet de l'approfondissement de la carrière dans son état actuel sur les puits environnants dans ce secteur.

Enfin, dans la configuration actuelle, les débits théoriques exhaurés simulés au niveau des Fosses Kergantic et Lanvrian sont estimés à environ 50 m³/h. Cette valeur est du même ordre de grandeur que les débits qui seraient rejetés par le site hors période pluvieuse même si la valeur de ce débit doit être prise avec précaution compte tenu de la complexité des aménagements hydrauliques situés à l'amont de ce rejet (réserve, pompe de reprise pour alimentation de l'usine, etc.). Cela semble confirmer la bonne représentativité en grand du modèle réalisé malgré sa simplicité au regard de la complexité du milieu étudié.

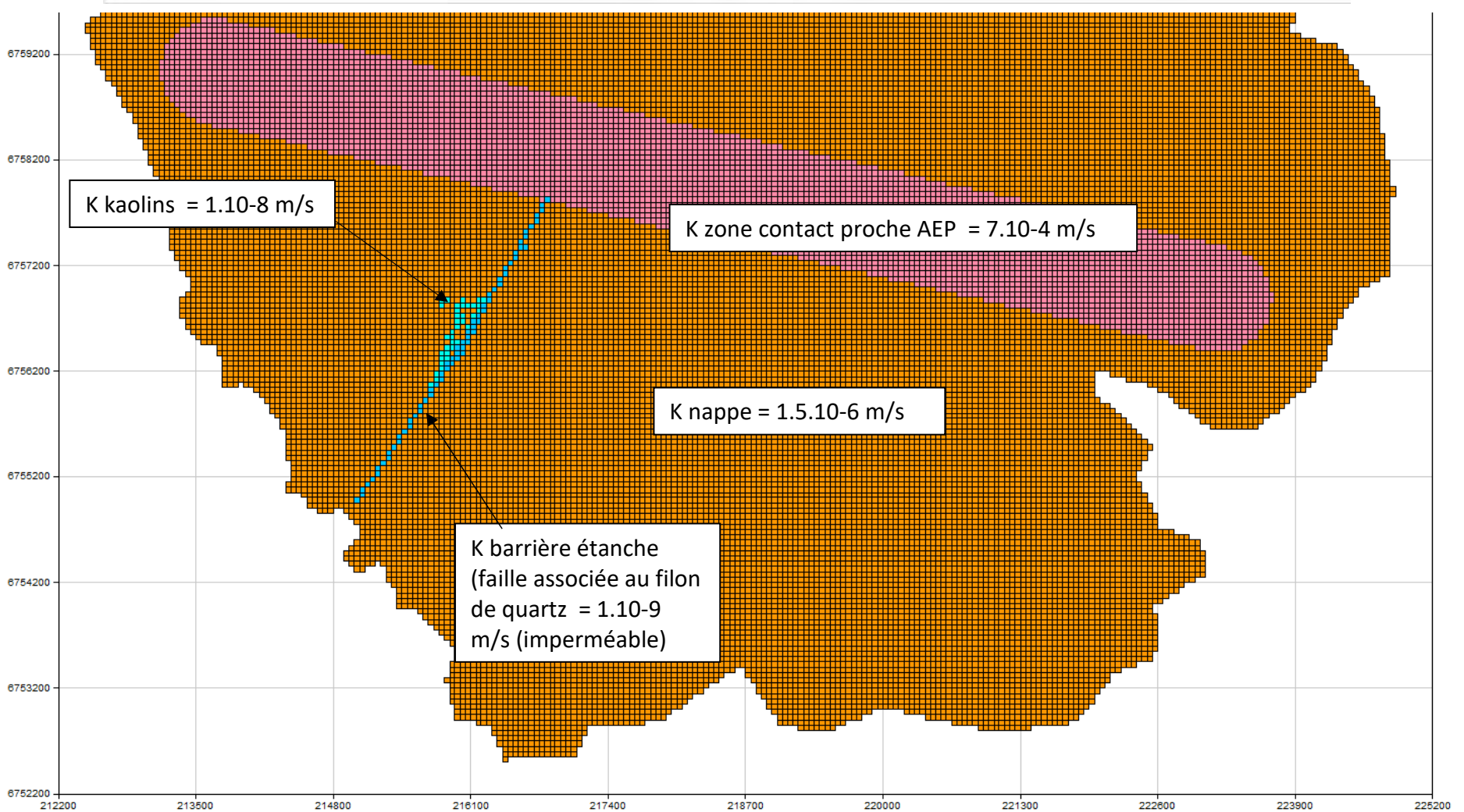
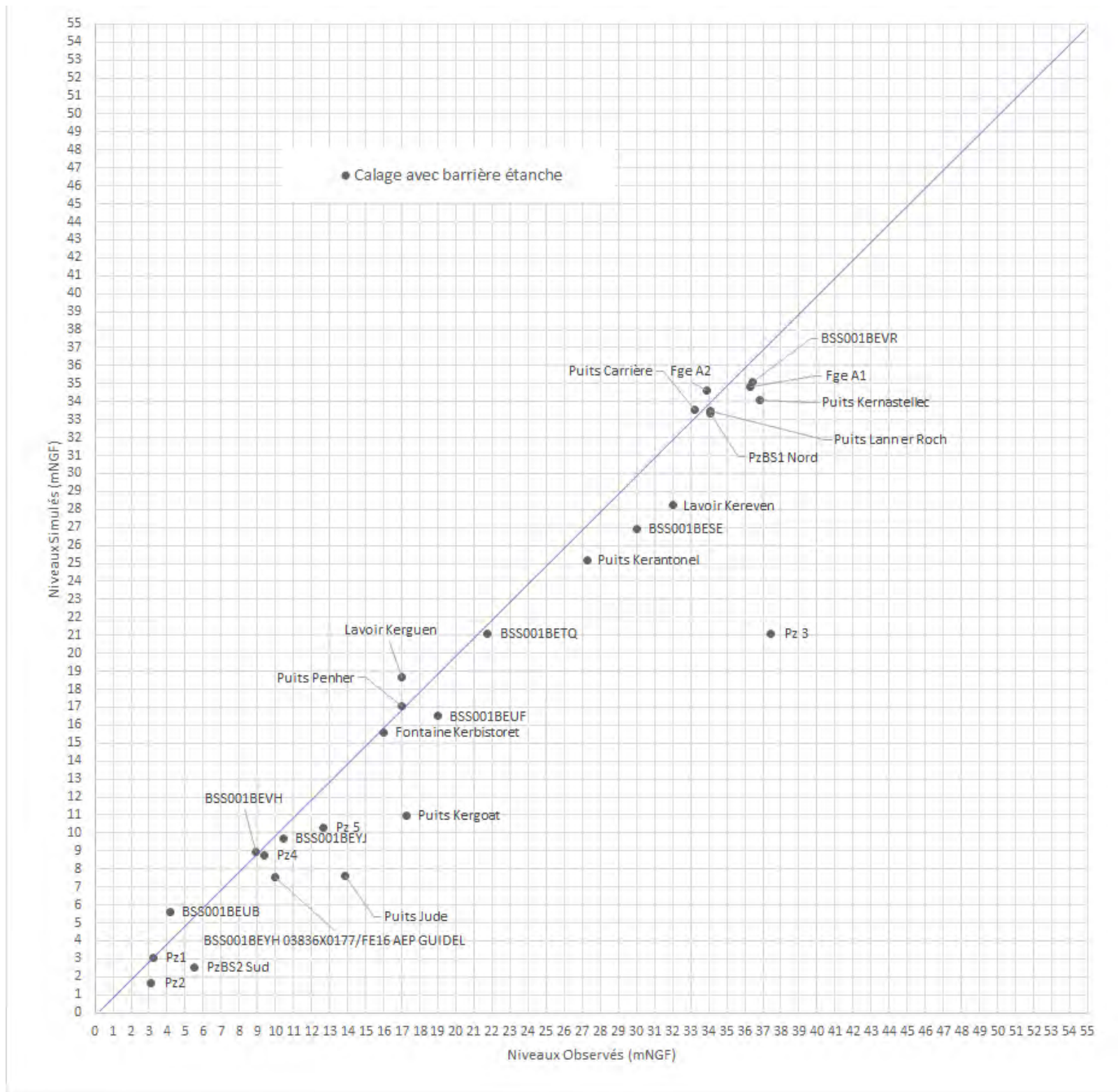


Figure 3 : Zonage des perméabilités obtenues et vérification de la qualité du calage du modèle simplifié

3 Simulation des états futurs d'exploitation

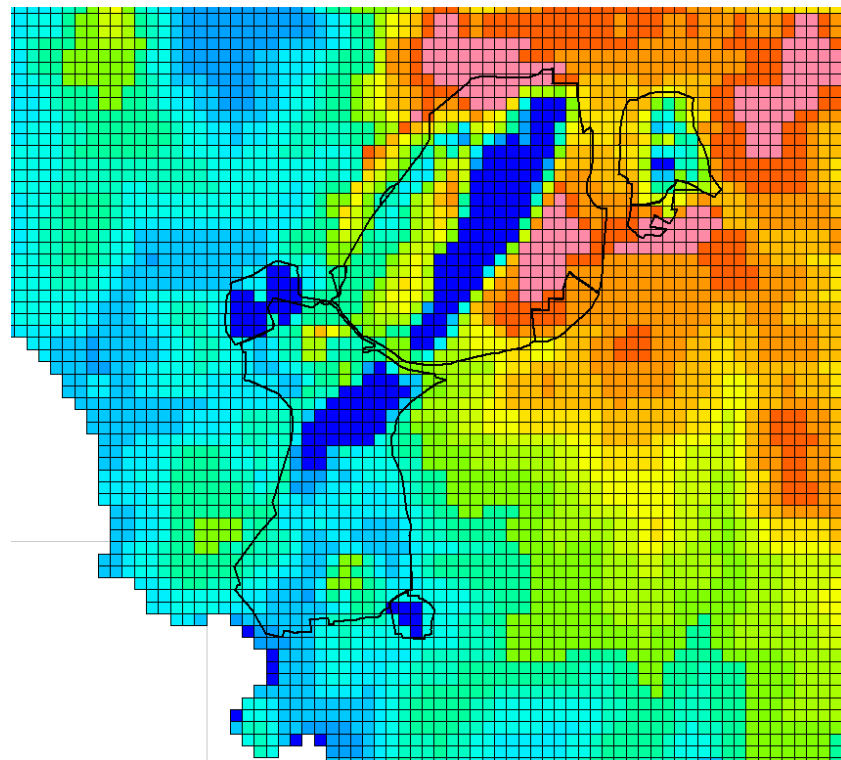
Nous considérerons que toutes les fosses présentent leur approfondissement maximum de façon synchrone afin de ne pas multiplier les scénarios et de se placer dans une configuration sécuritaire du point de vue de l'évaluation de l'incidence du projet.

Afin de simuler les états d'exploitation futurs la topographie finale (approfondissement maximum) et les zones remblayées ont été fournies par Imerys. Pour les secteurs Keryan et Kerguen, aucune cartographie précise de la topographie de la fosse finale n'a pu être fournie. Les cotes maximales d'approfondissement connues ont donc été affectées sur l'ensemble de l'emprise des zones.

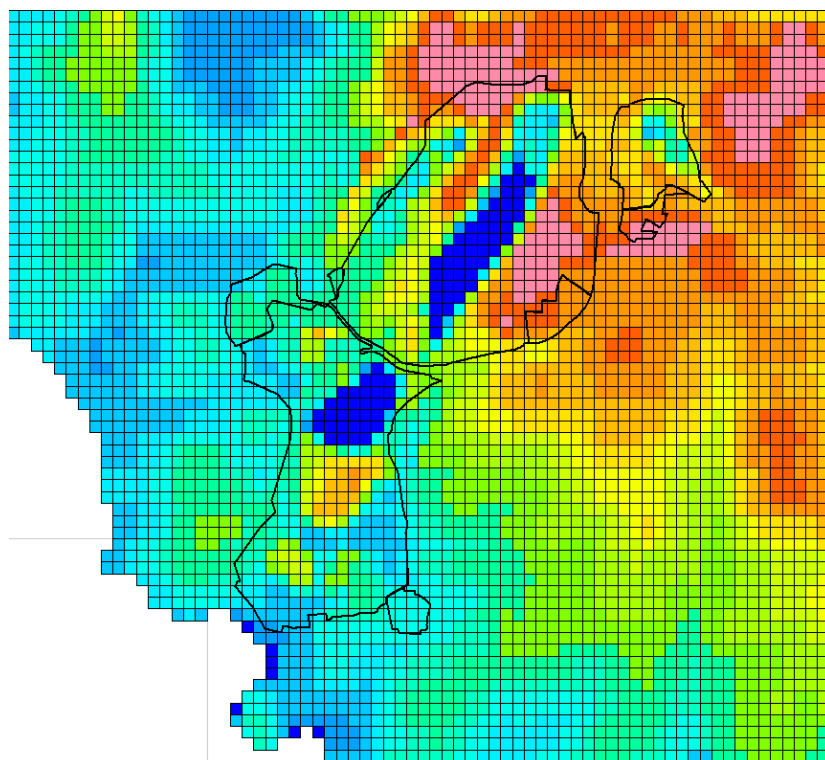
En première approximation, les zones remblayées ont été affectées de la même perméabilité de celle de la nappe de socle ($1.5 \cdot 10^{-6}$ m/s).

Rappel : A l'horizon 2049, le captage AEP de Guidel est considéré en exploitation pour un volume annuel de 950 000 m³/an (108 m³/h en débit moyen fictif continu).

La figure de la page suivante présente les cotes topographiques futures injectées dans le modèle pour simuler les états futurs.



Topographie Etat futur toutes fosses ouvertes



Topographie Etat futur 2053 (avec prise en compte des zones remblayées)

Figure 4 : Cotes topographiques futures injectées dans le modèle pour simuler les états futurs

4 Test de sensibilité

Un test de sensibilité a été réalisé en retirant la barrière étanche qui est une hypothèse forte de notre étude.

La courbe de calage résultante est présentée sur la figure de la page suivante.

D'une manière général le calage est moins bon sur de nombreux ouvrages situés à l'Est de la faille associée au filon de quartz, surtout sur les points d'observations de qualité que sont le piézomètre PzBS1 et le « puits carrière » situés à proximité en amont de la carrière.

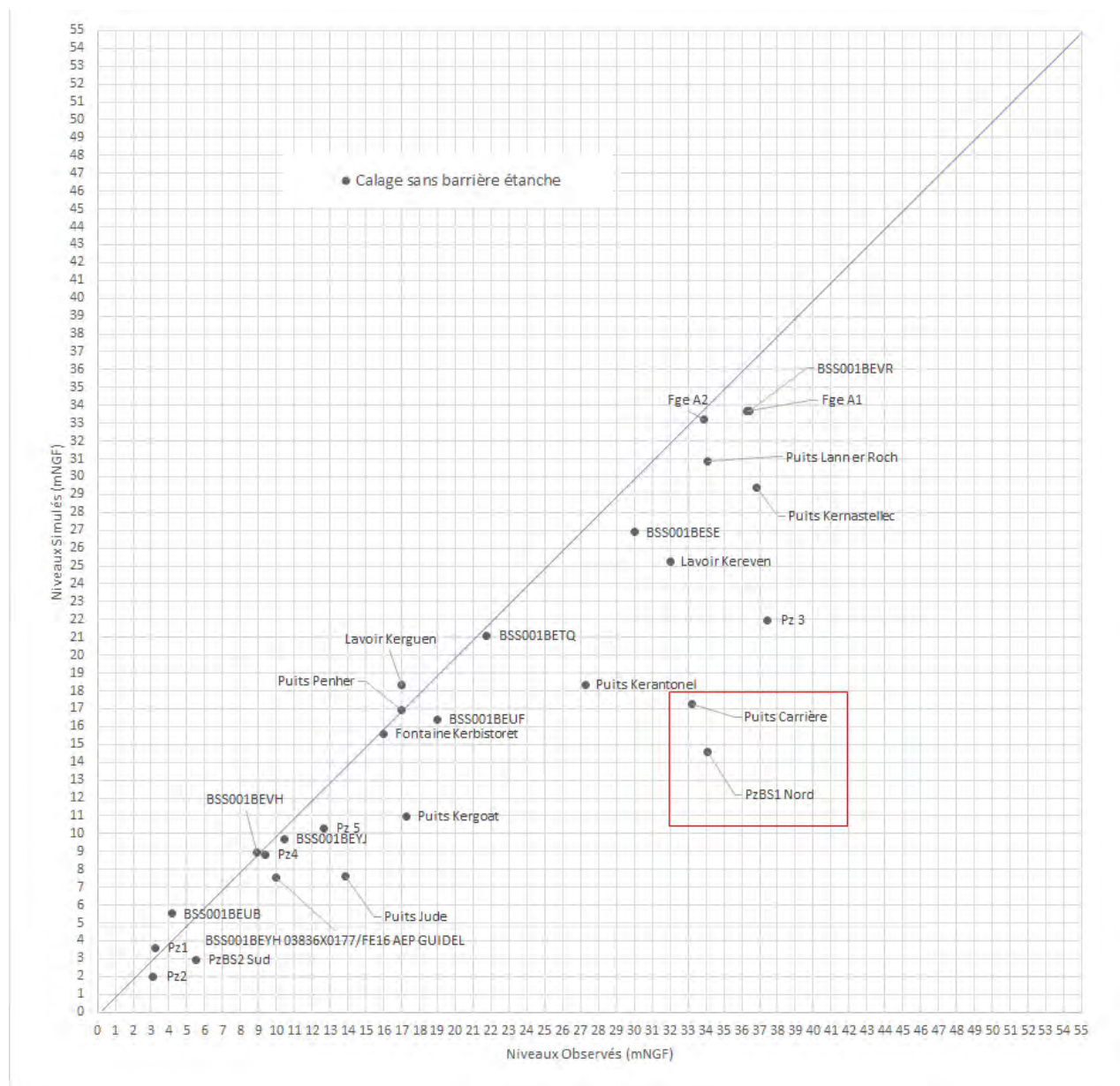


Figure 5 : Test de sensibilité : Calage sans barrière étanche

De plus, nos calculs ont montré que la prise en compte ou non de la barrière étanche ne modifie pas les conclusions concernant le captage AEP de Kermadoye.

**Annexe IX: Planche photographique illustrant les observations
réalisées sur les écoulements du secteur**

FICHE D'OBSERVATION
ECOULEMENT n°1 (Amont)



Écoulement le long de la piste cyclable



Arrivée d'eau depuis le site de la carrière

FICHE D'OBSERVATION
ECOULEMENT n°1 (au niveau de Kerguen)



Arrivée d'eau depuis le site de la carrière

FICHE D'OBSERVATION
ÉCOULEMENT n°2-3



Emergence pièce d'eau à Kereven



Poursuite des écoulements vers Ecoulement 3

FICHE D'OBSERVATION
ÉCOULEMENT n°4



Ancien lavoir de Kerbistoret



Écoulement observé à proximité du lavoir (écoulement 4)

FICHE D'OBSERVATION

ÉCOULEMENT n°5



Amont : Vue sur la réserve Prairie depuis le départ de l'écoulement 5 (sec le jour de notre passage)



Aval : Exutoire du cours d'eau à sec le jour de la visite au niveau de la route D152

FICHE D'OBSERVATION
ECOULEMENT n°6

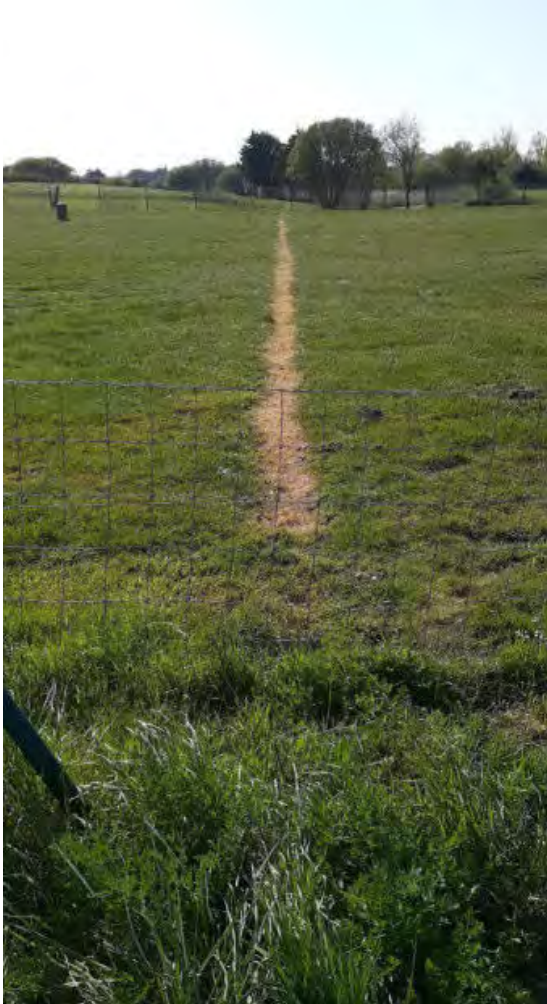


Ecoulement 6 à l'intérieur du Golf



Ecoulement 6 au niveau du passage sous la route D152

FICHE D'OBSERVATION
ECOULEMENT n°6 (suite)



Écoulement 6 busé sur plusieurs dizaines de mètres sous le terrain de golf

Annexe X: Note de la DDTM vis-à-vis du classement des cours d'eau du secteur



PRÉFET DU MORBIHAN

Liberté
Égalité
Fraternité

direction départementale
des territoires et de la mer

Service eau, nature et biodiversité
Pole Eau

Vannes, le 13 AVR. 2021

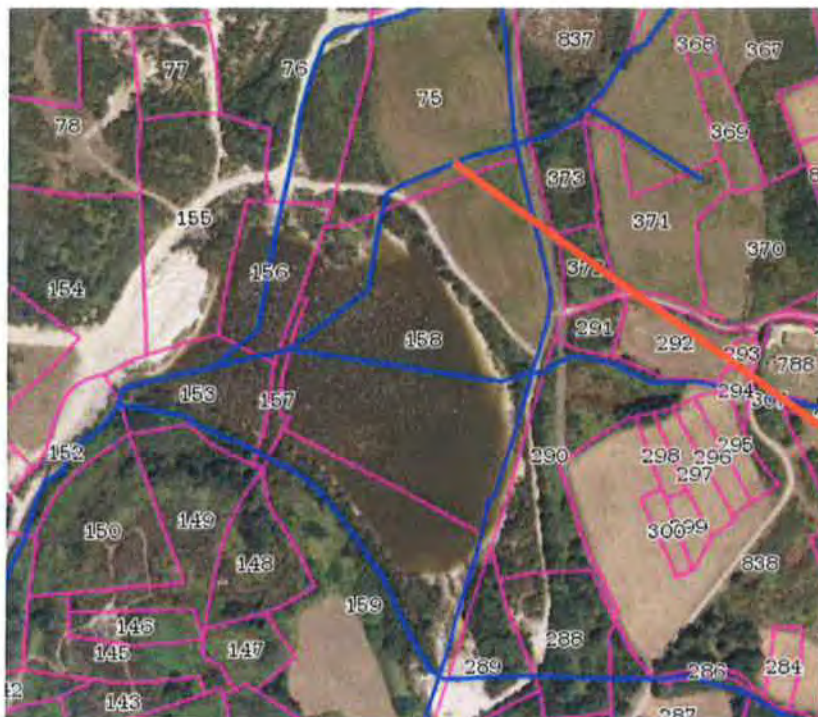
Affaire suivie par : Dominique MICHEL
Tél. : 02 97 64 85 84
Courriel : dominique.michel@morbihan.gouv.fr

Par courrier du 25 février 2020, vous avez déposé une demande d'expertise de plusieurs écoulements situés dans le périmètre de l'entreprise IMERYS CERAMICS – Kaolins de Bretagne sur la commune de Ploemeur sur les parcelles numérotées 75,76,134, 142, 151, 152, 153, 157, 158, 159 de la section cadastrale BY.

Une visite de terrain a été effectuée le 2 mars 2021 par des agents de la DDTM et de l'Office français de la biodiversité, et en votre présence.

Après examen des différents écoulements situés dans le périmètre objet de l'expertise, l'écoulement repéré ci-dessous par une flèche (parcelles 75 et 158) ne présente pas les caractéristiques d'un cours d'eau tel que précisé à l'article L.215-7-1 du code de l'environnement. Les caractéristiques suivantes ont été observées :

- pas de présence de berges ni de lit,
- impossibilité de trouver une continuité amont-aval,
- pas de débit repéré.





PRÉFET DU MORBIHAN

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Les autres écoulements présentent des caractéristiques de cours d'eau :

- une continuité amont-aval avec la partie du cours d'eau en dehors du périmètre de l'exploitation,
- la présence de berges et de substrat différencié,
- la présence de vie aquatique (poissons en partie aval avant l'exutoire au sud du périmètre, et gastéropodes en partie amont au niveau de la parcelle 76) toutefois faible au regard de la présence de matières en suspension (notamment dans leur partie amont avant abatement).

Les résultats de cette expertise seront intégrés à la cartographie départementale disponible sur le site IDE du Morbihan à l'adresse suivante à compter de juillet 2021 :

<http://www.morbihan.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-et-developpement-durable/Eau-et-milieux-aquatiques/Gestion-des-milieux-aquatiques-et-littoraux/Cartographie-des-cours-d-eau-du-Morbihan>.


Le Chef du service eau, nature et biodiversité,

Jean-François CHAUVET

IMERYS CERAMICS
Monsieur Julien LECHENAULT
Lanurian
56270 PLOEMEUR

Copie : —
Service départemental de l'Office Français de la biodiversité du Morbihan

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

	<p>Client : IMERYS CERAMICS FRANCE</p> <p>n° de l'affaire : BREP220004</p> <p>Intitulé de l'affaire : DDAE Extension carrière - Carrière de Kergantic (56)</p>
<p>Destinataires : M. LECHENAULT</p> <p>Copies à :</p>	
<p>Objet : Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides</p>	

NOTE du 28/04/2022

Sommaire

1. CONTEXTE.....	2
2. LES COURS D'EAU	2
3. LES ZONES HUMIDES.....	4
4. INCIDENCE DES RABATTEMENTS DE NAPPE INDUITS PAR LE PROJET SUR LES COURS D'EAU ET LES ZONES HUMIDES 4	
5. MESURES DE SURVEILLANCE ET MESURES COMPENSATOIRES PROPOSEES	6

Liste des figures

FIGURE 1 : CAS 1 : COURS D'EAU TROUVANT SON ORIGINE DANS UN DRAINAGE DE LA NAPPE DE SOCLE	3
FIGURE 2 : CAS 2 : COURS D'EAU TROUVANT SON ORIGINE DANS UN DEBORDEMENT D'UNE NAPPE PERCHEE	3

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

1. Contexte

La société IMERYS Ceramics exploite une carrière de kaolins à Ploemeur (56). Dans ce cadre, la société souhaite renouveler son autorisation actuelle pour une durée de 30 ans et étendre son emprise. Le projet prévoit donc :

- la poursuite des activités d'extraction ;
- le stockage des matériaux : stériles, produits bruts, produits finis ;
- l'approfondissement de certaines fosses d'extraction ;
- la revalorisation d'anciennes lagunes.

Dans ce cadre, IMERYS a mandaté Antea Group pour la réalisation d'une assistance à la rédaction du volet Eau du DDAE. Ce DDAE a été déposé le 30/11/2021. Suite à l'examen du dossier par les autorités compétentes, des demandes de précisions ont été formulées.

Parmi ces demandes de précisions, certaines concernent le sujet relatif à l'incidence potentielle des rabattements de nappe induits par le projet sur les cours d'eau et les zones humides du secteur.

La présente note a pour objectif de préciser :

- les incidences des rabattements induits par le projet sur les cours d'eau et les zones humides du secteur ;
- les mesures de surveillance et les mesures compensatoires prévues pour maîtriser ces incidences.

2. Les cours d'eau

Comme pour les puits peu profonds du secteur, les cours d'eau alimentés par les sources trouvant leur origine dans l'horizon superficiel de la nappe de socle peuvent être influencés de manière variable par le projet **en fonction du degré de connexion de l'horizon superficiel avec la nappe profonde en relation directe avec le projet**. Plusieurs cas de figure peuvent être généralement envisagés :

- Cas 1 : Cours d'eau trouvant son origine dans un drainage de la nappe de socle avec relation plus ou moins étroite avec l'aquifère profond impacté par le projet ;
- Cas 2 : Cours d'eau trouvant son origine dans un débordement d'une nappe perchée ou des circulations de subsurface sans relation avec l'aquifère profond.

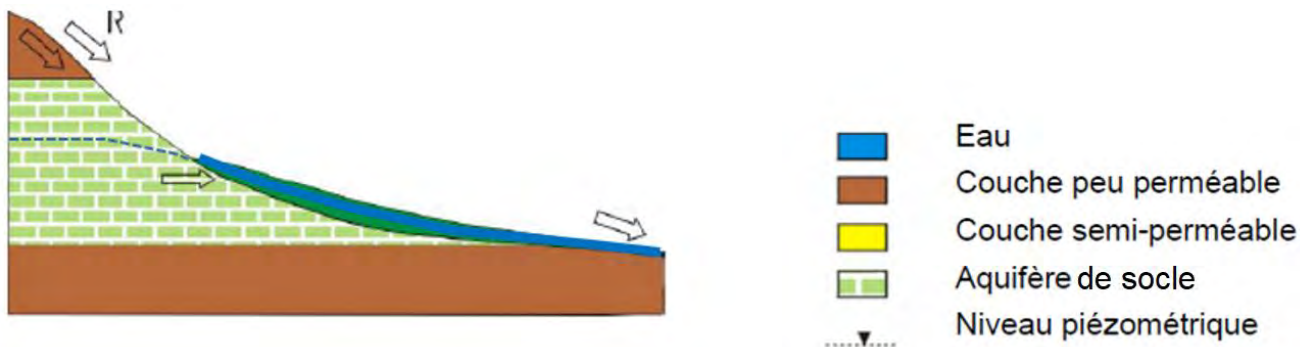
Cas 1 : Cours d'eau trouvant son origine dans un drainage de la nappe de socle

Si le cours d'eau trouve son origine ou sa principale alimentation dans le fait que la surface piézométrique de la nappe de socle recoupe la topographie (le cours d'eau draine la nappe) alors le rabattement induit par le projet entrainera un abaissement de la ligne de source du cours d'eau et une diminution du débit du cours d'eau en étiage.

En hautes eaux, l'alimentation en eau par les ruissèlements et les écoulements de subsurface (eau de pluie) contribuera à atténuer les effets du rabattement induit par le projet.

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

L'incidence sur d'éventuelles zones humides associées à ce type de cours d'eau sera semblable à l'incidence sur le cours d'eau.



Source : BRGM/ONEMA modifié Antea Group

Figure 1 : Cas 1 : Cours d'eau trouvant son origine dans un drainage de la nappe de socle

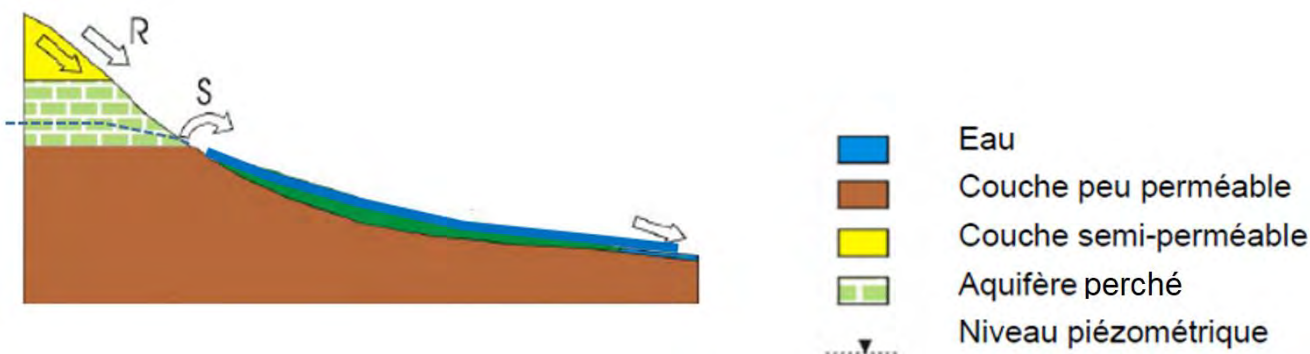
Cas 2 : Cours d'eau trouvant son origine dans un débordement d'une nappe perchée

Si la zone sourceuse à l'origine du cours d'eau résulte d'un débordement d'une nappe perchée (indépendante de l'aquifère de socle profond concerné par le projet) lié à un contraste de perméabilité des terrains (altérites peu perméables ou socle localement non fracturé), l'incidence du rabattement induit par le projet sur le fonctionnement du cours d'eau sera nulle.

Ce cas de figure est moins probable que le cas 1 mais reste envisageable localement compte tenu de la complexité de la géologie du site (veine de quartz peu perméable, kaolins peu perméable, etc.).

Ce type de cours d'eau dispose généralement de peu de soutien à l'étiage et peut donc rapidement se retrouver naturellement à sec une partie de l'année.

L'incidence sur d'éventuelles zones humides associées à ce type de cours d'eau sera nulle.



Source : BRGM/ONEMA modifié Antea Group

Figure 2 : Cas 2 : Cours d'eau trouvant son origine dans un débordement d'une nappe perchée

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

3. Les zones humides

En ce qui concerne les zones humides, 4 cas de figures peuvent être envisagés :

- Les zones humides en relation avec les cours d'eau. Une variation du régime du cours d'eau peut avoir une incidence sur la zone humide. A ce stade, l'identification de ce type de zone humide a été faite principalement sur le critère géographique de proximité entre la zone humide et le cours d'eau ;
- Les zones humides résultant du recoupement de la surface piézométrique de la nappe avec la topographie (zone sourceuse). Dans ce cas de figure, un abaissement du niveau piézométrique de la nappe peut avoir une incidence sur la zone humide. Ces zones humides ne sont pas nécessairement associées à un cours d'eau ;
- Les zones humides résultant de zones de stagnation d'eau de ruissèlement/subsurface sur des sols peu perméables et peu dépendantes de la nappe sous-jacente (en point bas topographique, zone humide résultant d'un frein à l'écoulement lié à des infrastructures anthropiques (routes, merlons, etc.) sur un recouvrement peu perméable dans l'emprise d'anciennes lagunes, etc.). Dans ce cas, l'impact des rabattements induits par le projet sera nul sur les zones humides ;
- Le dernier cas correspond à un mélange des différents schémas d'alimentation de zones humides avancés ci-dessus. L'impact d'un rabattement de nappe sur la zone humide variera alors en fonction du degré de la contribution des eaux souterraines.

4. Incidence des rabattements de nappe induits par le projet sur les cours d'eau et les zones humides

L'évaluation des incidences du projet sur les cours d'eau et les zones humides du secteur a été réalisée en prenant en compte l'analyse des principes de fonctionnement des cours d'eau et zones humides portée aux chapitres précédents de la présente note.

Compte tenu de la difficulté à préciser le fonctionnement de chaque cours d'eau, **nous nous sommes placés, pour cette évaluation, dans le cas le plus pessimiste où tous les cours d'eau trouvent leur origine dans des débordements de la nappe de socle impactée par des rabattements induits par le projet.**

Toujours pour prendre en compte le cas le plus pessimiste : **nous avons utilisé les rabattements induits calculés par le modèle simplifié qui sont surestimés. En effet :**

- Le modèle simplifié présenté dans le cadre du DDAE ne comporte qu'une seule couche et n'est donc pas conçu pour prendre en compte ces phénomènes de déconnexion partielle ou totale de l'horizon superficiel en lien avec les sources et les cours d'eau du secteur.
- Les rabattements induits calculés prennent en compte un état théorique d'exploitation qui ne sera jamais observé (simulation avec toutes les fosses ouvertes simultanément à leurs cotes d'approfondissement maximale).
- **De plus, les cotes d'approfondissement maximales des fosses, qui induiront les rabattements induits maxima, ne seront pas atteintes avant de nombreuses années (2033 pour la fosse Lopeheur et 2048 pour les fosses Kergantic et Lanvrian-Phoenix).**

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

Le linéaire de cours d'eau impacté (assèchement ou réduction du débit d'alimentation) a alors été défini en prenant l'enveloppe d'isorabattement de 1 m autour du projet étendue d'un abaissement de 1 m des débordements dans le cours d'eau au-delà de ce périmètre. Cette analyse utilise la topographie issue du MNT maille 1 m RGE ALTI de l'IGN.

Les linéaires de cours d'eau qui peuvent être soutenus par des rejets d'eau en provenance de la carrière sont considérés comme non impactés par les rabattements de nappe à l'aval du point de rejet. Il s'agit des cours d'eau 1, 5 et 6.

Dans ces conditions, **la carte proposée en annexe 1 expose les incidences maximales qui pourraient être observées sur les eaux superficielles après mise en place de soutien de certains cours d'eau. Cette carte permet notamment de définir les zones humides potentiellement impactées qui doivent faire l'objet d'une surveillance particulière.**

Rappel :

Il est important de noter que :

- les rabattements induits maximum seront observés pour les approfondissements maximum. **Cette configuration ne se concrétisera qu'à long terme (2033 pour la fosse Lopeheur et 2048 pour les fosses Kergantic et Lanvrian-Phoenix et non simultanée pour Lopeheur et Kergantic) ce qui laisse le temps de mettre en place un suivi du fonctionnement des cours d'eau et des zones humides.**
- **Les rabattements induits par le projet et leurs incidences sur les cours d'eau et les zones humides du secteur s'arrêteront de fait à l'arrêt de l'exploitation de la carrière. Les incidences attendues sur les cours d'eau et les zones humides sont donc réversibles.**

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

5. Mesures de surveillance et mesures compensatoires proposées

Dans un premier temps afin de permettre une surveillance efficace, une première série de mesures en hautes et basses eaux sera réalisée. Ces mesures serviront de référence sur l'état des milieux avant le démarrage du projet. Elles comprendront :

- Jaugeage du débit des sources et des cours d'eau en basses eaux et en hautes eaux (lors d'une période non pluvieuse), au droit des zones humides ;
- Analyse de la qualité des eaux des cours d'eau, au droit des zones humides concernées ;
- Bilan faunistique et floristique précis pour chaque zone humide.

Afin d'identifier les éventuelles incidences du rabattement de la nappe de socle sur les cours d'eau et les zones humides du secteur, le programme de surveillance proposé est le suivant :

- Pour l'ensemble des cours d'eau 1, 3, 5, 6 et 7bis de la carte proposée en annexe 1 et pour les zones humides réputées en relation avec les cours d'eau :
 - o Jaugeage du débit des sources et des cours d'eau en basses eaux et en hautes eaux (lors d'une période non pluvieuse), au droit des zones humides, afin d'identifier toute variation du régime hydraulique ;
 - o Analyse de la qualité des eaux des cours d'eau en basses eaux et en hautes eaux (lors d'une période non pluvieuse), au niveau des zones humides concernées, afin d'identifier toute modification de la chimie des eaux ;
 - o **Si une tendance significative à la baisse du débit ou à la variation de la qualité de l'eau du cours d'eau est mise en évidence**, un suivi faunistique et floristique des zones humides concernées sera alors mis en place ;
 - o **Si une incidence significative du projet sur les zones humides est alors mise en évidence**, des compensations des zones humides concernées seront activées ;
 - o Pour les cours d'eau concernés par une réalimentation d'eau en provenance du site, suivi annuel du colmatage du fond du cours d'eau (suivi visuel et par tarière manuelle du degré de colmatage du cours d'eau).
- Pour les zones humides sans relation avec les cours d'eau :
 - o un suivi faunistique et floristique des zones humides concernées sera mis en place ;
 - o **Si une incidence significative du projet sur les zones humides est alors mise en évidence**, des compensations des zones humides concernées seront activées ;

La réalimentation artificielle de cours d'eau en vue d'un soutien du débit ne sera mise en place que si le suivi vient à mettre en évidence que le cours d'eau concerné est effectivement impacté par le projet. Une attention particulière sera portée sur la qualité des eaux utilisées pour la réalimentation des cours d'eau (abattement de la turbidité de l'eau avant rejet si nécessaire notamment).

La recherche de solutions de compensation des zones humides est déjà engagée afin de disposer rapidement de solutions de compensation si la surveillance venait à mettre en évidence un impact sur les zones humides du secteur.

n° d'affaire : BREP220004

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

ANNEXES

n° d'affaire : BREP220004

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

ANNEXE 1 : Carte d'évaluation des incidences sur les cours d'eau et des zones humides

DDAE Extension Carrière de Kergantic (56) - Précisions des incidences sur les cours d'eau et les zones humides

