

2. ETAT ACTUEL DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE

Le présent **Chapitre 2** décrit le **contexte hydrogéologique initial** (actuel) dans lequel s'inscrit l'exploitation d'andalousite de Guerphalès, incluant ses relations avec le climat, la géologie et l'hydrographie.

2.1 ANALYSE CLIMATOLOGIQUE

2.1.1 Données météorologiques 1980-2021

Le site de Glomel se trouve au centre de la péninsule bretonne, à l'extrême Sud-Ouest des Côtes d'Armor. Le secteur bénéficie d'un climat tempéré de type océanique dégradé. Ce dernier est principalement caractérisé par des températures douces, à l'amplitude annuelle faible, et des précipitations relativement abondantes.

Les données pluviométriques présentées ici proviennent de la station météorologique Météo-France de Rostrenen, située à environ 8 km au Nord-Ouest du secteur d'étude.

Les tableaux suivants donnent la Pluviométrie et l'Evapo-Transpiration Potentielle (ETP) en cumul annuels et en moyennes mensuelles pour la station Météo-France de Rostrenen (1980-2019). Les valeurs d'ETP fournies par Météo-France n'étant que partielles sur la période analysée, elles ont été entièrement recalculées à partir de la formule de Thonthwaite :

$$ETP(m) = 16 * \left[\frac{10 * \bar{T}(m)}{I} \right]^a * F(m,\phi)$$

Avec:

- ETP(m) : l'évapotranspiration moyenne du mois m (m = 1 à 12) en mm,
- T : moyenne interannuelle des températures du mois, °C
- a : 0.016 * I + 0.5
- I indice thermique annuel :

$$I = \sum_{m=1}^{12} i(m) \qquad i(m) = \left[\frac{\bar{T}(m)}{5} \right]^{1.514}$$

- F(m,φ) : facteur correctif fonction du mois (m) et de la latitude:

Lat. N.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
48	.76	.80	1.02	1.14	1.31	1.33	1.34	1.23	1.05	.93	.77	.72

Tableau 6 : Pluviométrie et Evapo-Transpiration Potentielle (ETP) annuelles de la station Météo-France de Rostrenen (1980-2022)

Année	Pluviométrie annuelle (mm)	ETP annuelle calculée (mm)	Ecart de la pluviométrie annuelle par rapport à la pluviométrie moyenne interannuelle (mm)
1980	997	628	-118
1981	1115	646	0
1982	1175	659	60
1983	918	655	-197
1984	1072	648	-43
1985	818	632	-297
1986	1366	617	251
1987	1076	638	-40
1988	1200	654	85
1989	824	689	-292
1990	995	687	-121
1991	966	639	-150
1992	1114	657	-1
1993	1236	650	121
1994	1401	669	286
1995	1502	681	387
1996	887	649	-228
1997	1023	684	-92
1998	1298	662	183
1999	1413	685	297
2000	1431	666	315
2001	1350	671	235
2002	1406	671	291
2003	940	703	-175
2004	1198	671	82
2005	912	680	-204
2006	1115	692	0
2007	1152	675	37
2008	1201	668	85
2009	1274	672	159
2010	992	662	-123
2011	946	690	-170
2012	1155	665	40
2013	1162	663	46
2014	1381	693	265
2015	930	680	-185
2016	898	680	-218
2017	812	695	-303

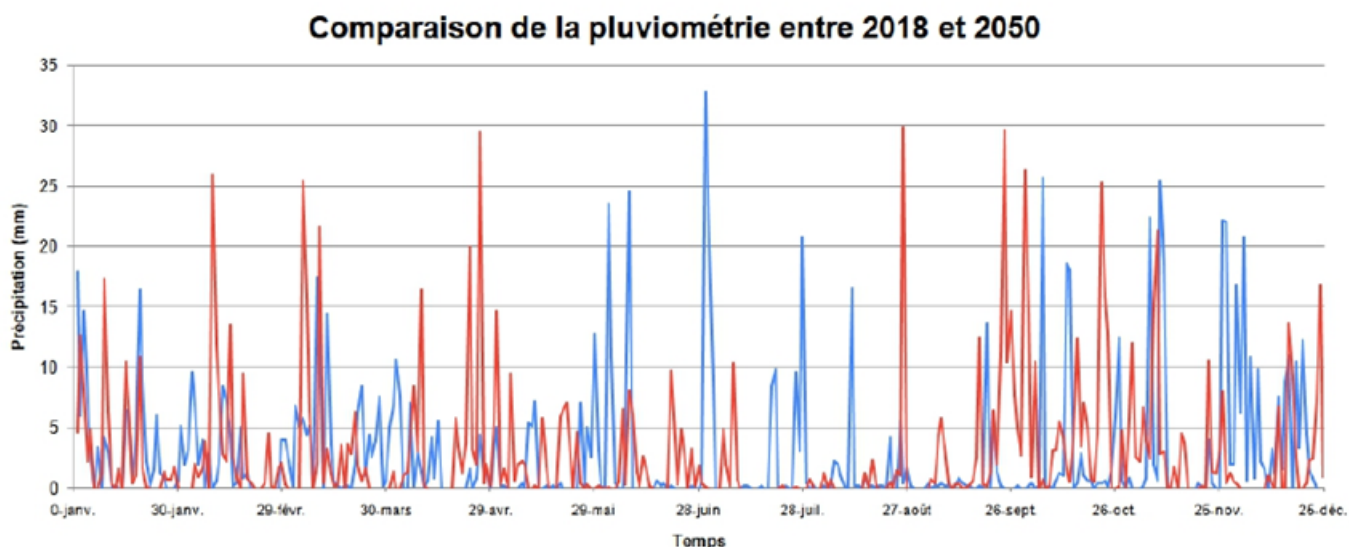
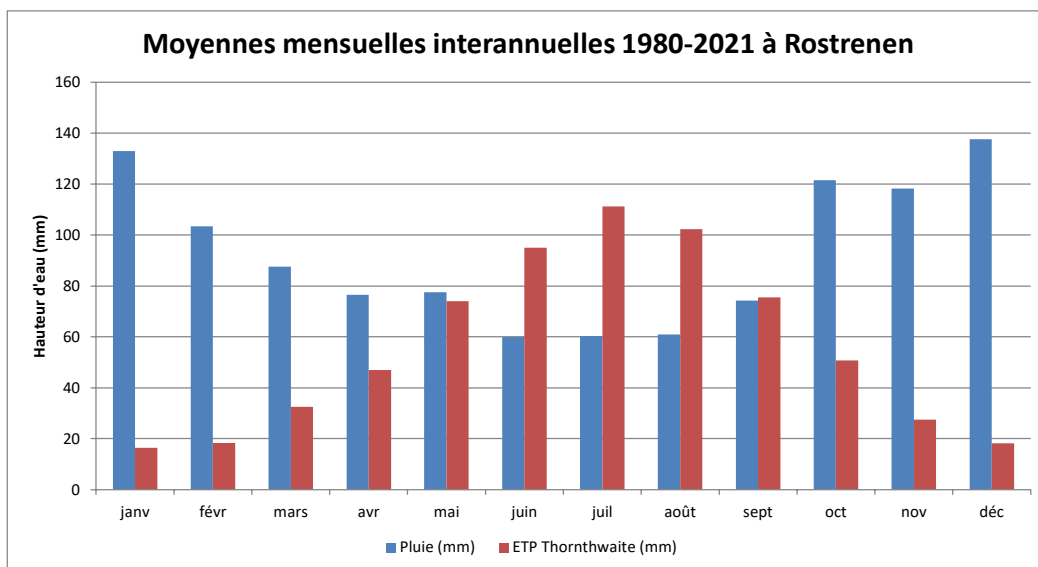
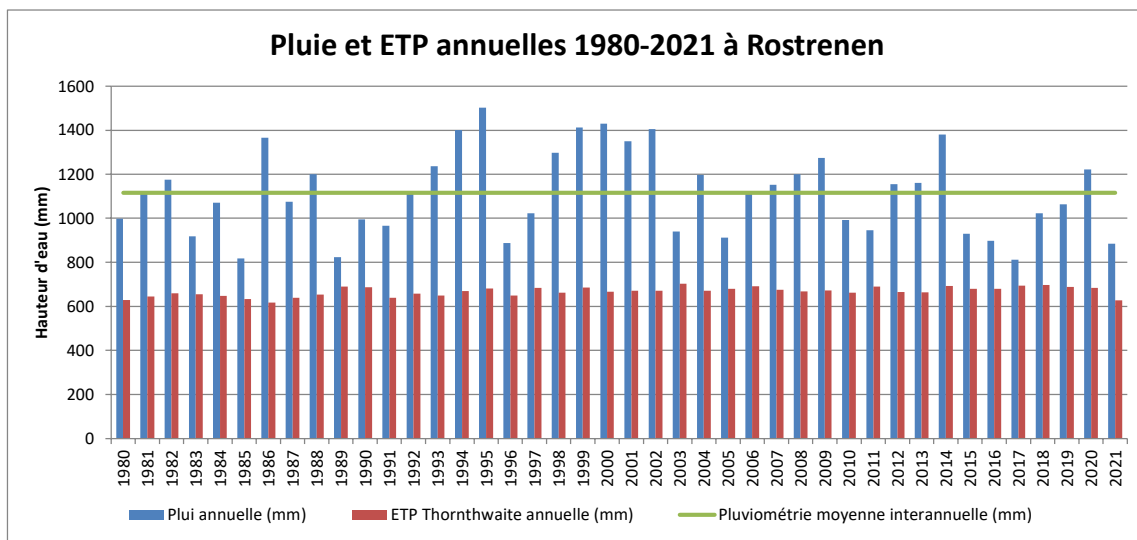
Année	Pluviométrie annuelle (mm)	ETP annuelle calculée (mm)	Ecart de la pluviométrie annuelle par rapport à la pluviométrie moyenne interannuelle (mm)
2018	1022	697	-94
2019	1064	689	-51
2020	1222	684	107
2021	884	627	-231
Janvier à novembre 2022	794	709	-322
Moyenne interannuelle	1115	667	-

La chronique pluviométrique montre des cycles pluriannuels (5 ans environ) d'augmentation progressive et de chute brutale de la pluviométrie annuelle.

L'année 2020 correspond à une année légèrement excédentaire par rapport à la moyenne interannuelle de 1 115 mm/an et marque la fin d'une période d'augmentation de la pluviométrie annuelle. 2021 et 2022 sont des années déficitaires.

Tableau 7 : Pluviométrie et Evapo-Transpiration Potentielle (ETP) mensuelles moyennes de la station Météo-France de Rostrenen (1980-2021)

Mois	Pluviométrie (mm)	ETP calculée (mm)
janv	133	16
févr	103	18
mars	88	33
avr	77	47
mai	78	74
juin	60	95
juil	60	111
août	61	102
sept	74	75
oct	121	51
nov	118	27
déc	138	18



Donnée du DRIAS 2020, basé sur le modèle climatique global CNRM-CM5 r1 et sur le modèle climatique régional ALADIN6.3 v2

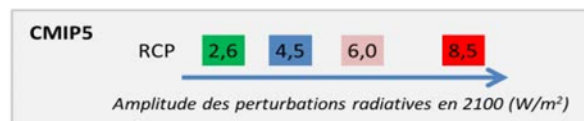
2.1.2 Changement climatique

Le projet européen EUROCORDEX a permis de réaliser des projections climatiques sur toute l'Europe jusqu'à une résolution de 12 km².

Ces modèles régionaux sont forcés par différents modèles de circulation générale du projet CMIP5 utilisés pour l'exercice du GIEC (2013).

DRIAS a identifié un sous-ensemble de projections climatiques régionales représentatif de l'éventail des résultats climatiques futurs pour l'actualisation du jeu EURO-CORDEX, ceci afin de proposer un nombre réduit de simulations à traiter tout en garantissant la notion d'incertitude apportée par cet ensemble.

Pour chaque modèle les simulations ont été produites sur une période continue 1971-2100 (1971-2005 pour la partie historique et 2006-2100 pour la projection climatique) et ceci pour plusieurs scénarios d'émission : RCP 2,6, RCP 4,5 et RCP 8,5.



Ces différents scénarios RCP sont classés selon l'amplitude de la perturbation du bilan radiatif qu'ils génèrent à l'horizon 2100. Il s'agit donc de scénarios de concentration en gaz à effet de serre. Les simulations EUROCORDEX sont ensuite projetées sur une grille de 8 km de résolution, et corrigées de leur biais par la méthode ADAMONT étendue sur la France à partir de l'analyse de données d'observations SAFRAN (2016). Ces simulations sont disponibles au pas de temps journalier.

Dans le cadre de notre étude, nous retiendrons un scénario intermédiaire : le RCP 4,5. Nous utiliserons la donnée du DRIAS 2020, basé sur le modèle climatique global CNRM-CM5 r1 et sur le modèle climatique régional ALADIN6.3 v2.

Les variables disponibles qui nous intéressent sont :

- Humidité spécifique près de la surface [kg/kg] ;
- Précipitations totales [kg.m⁻².s⁻¹] ;
- Températures minimales, maximales et près de la surface [K].

On note une hausse des températures minimales et maximales :

- De 2,3°C sur la moyenne des minimales (7 à 9,3°C) ;
- De 1,5°C sur la moyenne des maximales (14 à 15,5°C).

Les mois de juillet et août sont marqués par des températures élevées pouvant dépasser 30°C (maximales) et une période marquée de sécheresse (absence de pluie). Les mois de mai et de juin sont également plus secs en 2050 qu'en 2018, où l'on pouvait observer de fortes précipitations de printemps.

Les cumuls annuels de précipitations en 2050 atteignent 1 114 mm et reste du même ordre que la moyenne interannuelle 1980-2021. En revanche, la répartition mensuelle des précipitations est significativement différente entre 2018 et 2050 (Cf. Figure 5) :

- Période sèche de mai à août ;
- Augmentation des précipitations en début d'année et sur le mois de septembre avec une intensification des événements pluvieux (augmentation du nombre de précipitation journalière dépassant 25 mm).

L'augmentation des températures devrait provoquer la hausse de l'évapotranspiration, particulièrement de mai à août. La saturation en eau du sol devrait également être moins fréquente par rapport à l'état actuel (sol fréquemment gorgé d'eau), ce qui devrait favoriser l'infiltration. En revanche, l'intensification des événements pluvieux, bien que relativement modérée, devrait augmenter les débits de pointe en crue.

2.1.3 Bilan hydrologique à l'échelle des bassins versants de l'Ellé et du Blavet

2.1.3.1 La méthode

A l'échelle d'une nappe, la pluie efficace, définie comme la somme du ruissellement et de l'infiltration, est égale aux précipitations moins l'évapo-transpiration réelle moins la variation du stock d'eau dans la zone non saturée. La **méthode de Thornthwaite** (1948) permet de calculer la pluie efficace journalière à partir des précipitations, de l'ETP et d'un seul paramètre lié à la **nature du sol**, représentant sa **capacité maximale de stockage de l'eau (RFU Max)**. Le principe est le suivant :

- Si les précipitations sont supérieures à l'ETP, la différence entre les précipitations et l'ETP comble d'abord le déficit en eau du sol. L'excédent constitue la pluie efficace qui se répartit entre ruissellement et alimentation de la nappe ;
- Si les précipitations sont inférieures à l'ETP, la différence ETP-P est prélevée sur la réserve du sol jusqu'à épuisement de celle-ci.

Le présent bilan hydrologique a été établi avec le logiciel ESPERE du BRGM selon l'algorithme de Thornthwaite avec les données d'entrée suivantes :

- **Pluviométrie et ETP journalières** 1980-2021 de la station Météo France de Rostrenen ;
- **Ratio Infiltration/Pluie efficace : 0,65**, évalué à partir de la cartographie de l'IDPR - Indice de Développement et de Persistance des Réseaux établie par le BRGM (une valeur d'IDPR comprise entre 500 et 1000 correspondant à une infiltration majoritaire et un coefficient d'infiltration de 65%). Ce ratio d'infiltration de 65% correspond à un coefficient de ruissellement de 35% ;
- **Capacité maximale de stockage de l'eau dans les sols** (Réserve Facilement Utilisable RFU Max) : **126 mm**, établie à partir des équations de régression linéaire de Rawls pour un sol de 1 m d'épaisseur avec 18% d'argile, 54% de limons, 26% de sable et 2% de matière organique (BDAT du GIS Sol : <https://webapps.gissol.fr/geosol/>) et une RFU Max égale à 2/3 de la Réserve Utile du sol ;
- **Prise en compte du couvert végétal** : l'évapo-transpiration de référence (ETo) suppose que le sol est recouvert de gazon. Pour prendre en compte l'effet d'une couverture végétale réelle, l'approche du coefficient cultural (Kc) a été appliquée en posant : $ETP = Kc * ETo$ (Allen et al., 1998). Une valeur Kc de 1,2 a été appliquée de mai à juillet et de 0,7 d'août à avril.

2.1.3.2 Les résultats

L'analyse du bilan hydrologique annuel moyen met en évidence une **pluie efficace moyenne** (pluie utile) de 568 mm, dont 369 mm vont contribuer à la recharge de la nappe et 199 mm vont ruisseler vers les cours d'eau.

Etude hydrologique et hydrogéologique

Cette réalimentation de la nappe se limite essentiellement à une période comprise entre novembre et avril. Durant les 6 mois restant, la réalimentation peut être considérée comme faible à nulle.

Si on considère l’évolution de l’infiltration annuelle (réalimentation totale) au droit de la nappe sur la période 1980-2021, on remarque de grandes disparités avec des valeurs variant autour de 400 à 560 mm/an pour les plus forts à des valeurs de l’ordre de 180 à 200 mm/an pour les plus faibles (**voir Tableau 8, Tableau 9 et graphiques en Figure 6**). Cette variation de la réalimentation joue indubitablement sur les variations de niveau de l’aquifère de socle.

Les constats sont les mêmes pour le ruissellement alimentant les cours d’eau.

Tableau 8 : Pluie efficace, infiltration et ruissellement annuels sur les bassins versants de l’Ellé et du Blavet autour du site

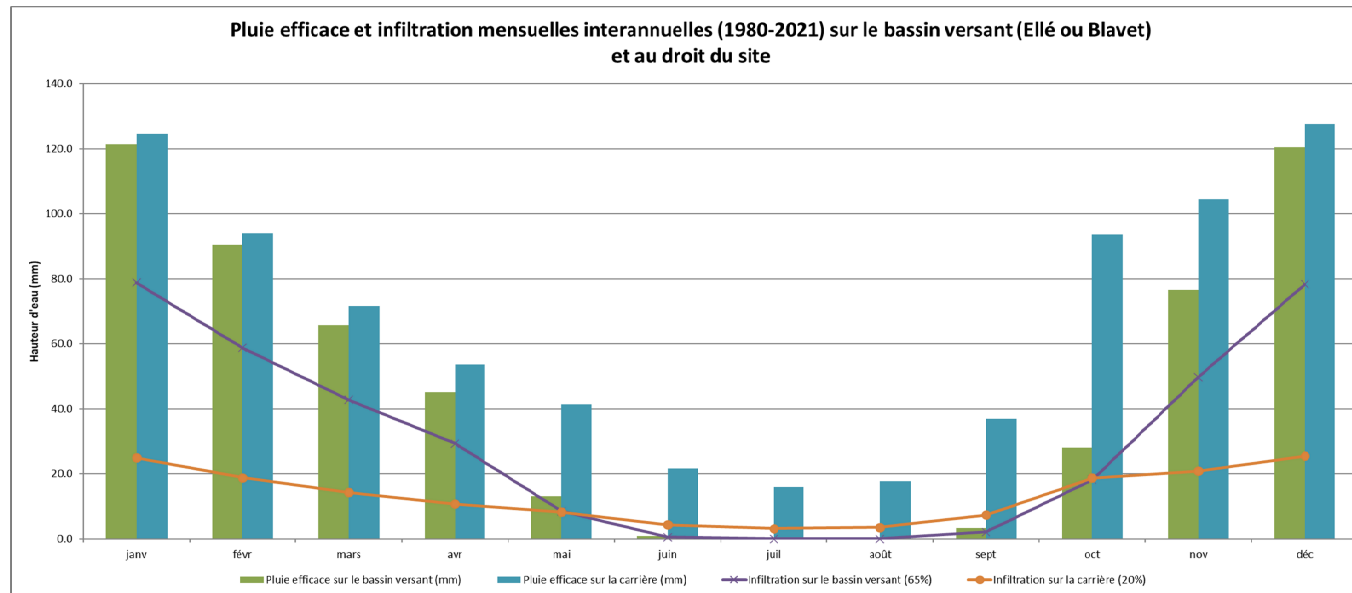
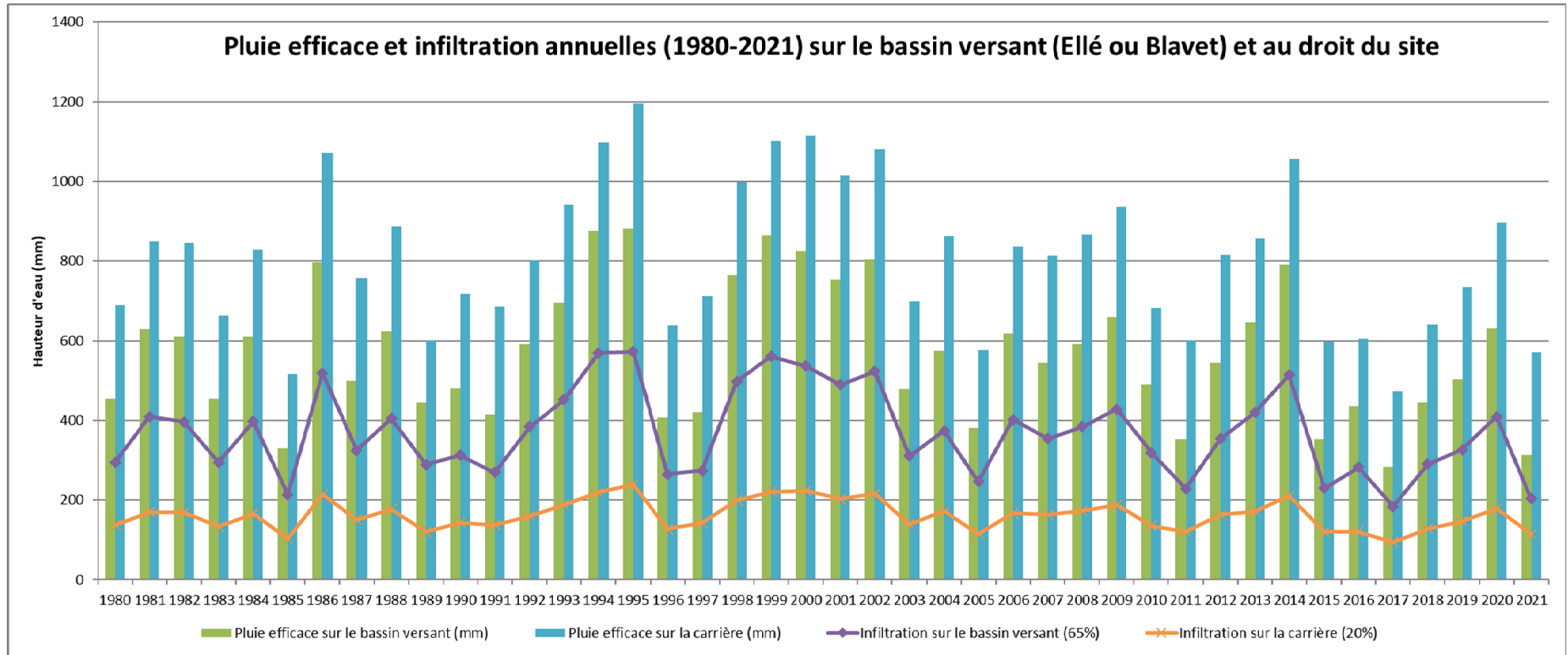
Année	Pluie efficace (mm)	Infiltration (recharge de la nappe, coefficient d’infiltration de 0,65) (mm)	Ruissellement (coefficient de ruissellement de 0,35) (mm)
1980	453	295	159
1981	630	409	220
1982	610	397	214
1983	454	295	159
1984	611	397	214
1985	330	214	115
1986	797	518	279
1987	500	325	175
1988	624	405	218
1989	445	289	156
1990	481	313	168
1991	415	270	145
1992	591	384	207
1993	695	452	243
1994	876	570	307
1995	881	573	308
1996	408	265	143
1997	421	274	147
1998	765	498	268
1999	863	561	302
2000	825	536	289
2001	753	489	264
2002	805	523	282
2003	478	311	167
2004	574	373	201
2005	380	247	133
2006	618	402	216
2007	544	354	191
2008	591	384	207
2009	659	428	231
2010	491	319	172
2011	352	229	123

Etude hydrologique et hydrogéologique

Année	Pluie efficace (mm)	Infiltration (recharge de la nappe, coefficient d’infiltration de 0,65) (mm)	Ruissellement (coefficient de ruissellement de 0,35) (mm)
2012	545	354	191
2013	647	420	226
2014	791	514	277
2015	353	230	124
2016	435	282	152
2017	283	184	99
2018	446	290	156
2019	503	327	176
2020	631	410	221
2021	314	204	110
Moyenne interannuelle	568	369	199

Tableau 9 : Pluie efficace, infiltration et ruissellement mensuels interannuels (1980-2019) sur les bassins versants de l’Ellé et du Blavet autour du site

Moyenne mensuelle interannuelle	Pluie efficace (mm)	Infiltration (recharge de la nappe, coefficient d’infiltration de 0,65) (mm)	Ruissellement (coefficient de ruissellement de 0,35) (mm)
Janvier	121	79	42
Février	90	59	32
Mars	66	43	23
Avril	45	29	16
Mai	13	9	5
Juin	1	1	0
Juillet	0	0	0
Août	0	0	0
Septembre	3	2	1
Octobre	28	18	10
Novembre	77	50	27
Décembre	120	78	42



2.1.4 Bilan hydrologique à l’échelle du site

Un site d’exploitation de carrière constitue une surface en grande partie minérale où le bilan hydrologique se trouve modifié par le fait que le sol et la végétation sont majoritairement absents, modifiant ainsi la notion même de réserve utile du sol (peu ou pas de sol) et d’évapo-transpiration (pas ou peu de végétation). Un bilan hydrologique spécifique à l’emprise du site a donc été établi.

2.1.4.1 *La méthode*

Le présent bilan hydrologique à l’échelle du site a été établi avec le logiciel ESPERE du BRGM selon l’algorithme de Thornthwaite avec les données d’entrée suivantes :

- **Pluviométrie et ETP journalières** 1980-2021 de la station Météo France de Rostrenen ;
- **Capacité maximale de stockage de l’eau dans les sols** (Réserve Facilement Utilisable RFU Max) : **10 mm**, valeur arbitraire établie pour prendre en compte une surface moyenne occupée majoritairement par des zones décapées (sans sol) et en partie par des zones où le sol se reconstitue progressivement ;
- **Prise en compte du couvert végétal** : Kc constant égal à 0,5 → végétation pionnière et enherbement des talus ;
- Le substratum géologique mis à nu au niveau des zones d’extraction étant très peu perméable, on considèrera un **coefficient de ruissellement de 80% et donc un coefficient d’infiltration de 20%**.

2.1.4.2 *Les résultats*

Le bilan hydrologique annuel au droit du site met en évidence une **pluie efficace moyenne de 808 mm/an, contre 568 mm sur le reste du bassin versant**.

On constate une forte augmentation de la pluie efficace au droit du site par rapport au reste du bassin versant (+42% en moyenne) qui s’explique par un prélèvement plus faible par la réserve utile des sols ([voir Tableau 10 et graphiques en Figure 6](#)).

Tableau 10 : Pluie efficace, infiltration et ruissellement au droit du site

Année	Pluie efficace (mm)	Infiltration (recharge de la nappe, coefficient d’infiltration de 0,2) (mm)	Ruissellement (Coefficient de ruissellement de 0,8) (mm)
1980	689	138	551
1981	849	170	680
1982	846	169	677
1983	664	133	531
1984	828	166	663
1985	516	103	413
1986	1071	214	857
1987	756	151	605
1988	886	177	709
1989	601	120	480
1990	718	144	574
1991	686	137	549
1992	803	161	642

Etude hydrologique et hydrogéologique

Année	Pluie efficace (mm)	Infiltration (recharge de la nappe, coefficient d’infiltration de 0,2) (mm)	Ruissellement (Coefficient de ruissellement de 0,8) (mm)
1993	942	188	754
1994	1097	219	877
1995	1196	239	957
1996	639	128	511
1997	713	143	570
1998	997	199	798
1999	1102	220	881
2000	1115	223	892
2001	1015	203	812
2002	1080	216	864
2003	698	140	559
2004	862	172	690
2005	577	115	461
2006	836	167	669
2007	814	163	651
2008	867	173	693
2009	937	187	749
2010	681	136	545
2011	601	120	481
2012	815	163	652
2013	857	171	686
2014	1056	211	845
2015	598	120	478
2016	604	121	483
2017	473	95	378
2018	640	128	512
2019	734	147	587
2020	897	179	718
2021	570	114	456
Moyenne interannuelle	808	162	646

Tableau 11 : Pluie efficace, infiltration et ruissellement mensuels interannuels (1980-2019) au droit du site

Moyenne mensuelle interannuelle	Pluie efficace (mm)	Infiltration (recharge de la nappe, coefficient d’infiltration de 0,2) (mm)	Ruissellement (coefficient de ruissellement de 0,8) (mm)
Janvier	125	25	100
Février	94	19	75
Mars	72	14	57
Avril	54	11	43
Mai	41	8	33
Juin	22	4	17

Moyenne mensuelle interannuelle	Pluie efficace (mm)	Infiltration (recharge de la nappe, coefficient d'infiltration de 0,2) (mm)	Ruissellement (coefficient de ruissellement de 0,8) (mm)
Juillet	16	3	13
Août	18	4	14
Septembre	37	7	30
Octobre	94	19	75
Novembre	104	21	84
Décembre	128	26	102

2.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE

2.2.1 Géologie régionale

La zone d'étude est située au sein du Massif Armoricaire. Ce massif est divisé en grands domaines (domaines Nord, Centre et Sud Armoricaire) séparés les uns des autres par deux zones de failles majeures (ou cisaillements) :

- Le Cisaillement Nord Armoricaire CNA ;
- Le Cisaillement Sud Armoricaire CSA.

L'exploitation d'andalousite de Guerphalès se situe dans le domaine Centre-Armoricaire, qui occupe l'espace entre les cisaillements Nord et Sud-Armoricaire (Cf. Illustration 1).

2.2.2 Géologie locale

La carte géologique présentée en , issue de la carte géologique du BRGM au 1/50 000 de Rostrenen (n°312), illustre le contexte géologique local de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès. Les éléments présentés ci-dessous sont issus en partie de la notice géologique associée à la carte du BRGM.

Le secteur d'étude est localisé au sein du domaine Centre armoricaire, délimité au Nord et au Sud par les deux accidents tectoniques majeurs que sont les cisaillements Nord armoricaire et Sud armoricaire.

Le domaine Centre armoricaire comporte en sa partie médiane deux grands ensembles d'origine sédimentaire ou méta-sédimentaire orientés Est-Ouest, le bassin carbonifère de Châteaulin au Nord, et le domaine du Briovérien de Gourin au Sud. Ces deux ensembles sont séparés par une étroite bande également orientée Est-Ouest, constituée par des **matériaux ordovico-dévonien**s plus durs (grès armoricaire, schistes ardoisiers et quartzites notamment) qui marquent le relief : les **Montagnes Noires** :

- L'exploitation d'andalousite de Guerphalès se trouve au sein de l'unité du « **Schiste d'Angers** » (435-430 Ma, O3-6 sur la carte géologique au 1/50 000). Cette unité est formée de schistes fins gris sombres, **transformés en cornéenne** par l'intrusion du granite de Rostrenen.
- Les Schistes d'Angers reposent sur les **Grès Armoricaire**s (478 – 471 Ma, O2b sur la carte géologique au 1/50 000) au Sud.

Etude hydrologique et hydrogéologique

- Les Grés Armoricaux surmontent l'unité du « **Schiste du Cap de la Chèvre** » (O2a sur la carte géologique au 1/50 000) correspondant à des alternances de schistes et de grès affleurant dans la partie Nord de la feuille de Rostrenen, du fait du plissement de la pile sédimentaire.
- A l'Ouest de la carrière, une autre unité de schiste est observée : le « **Schiste de Plougastel** », composé d'intercalations métriques de schistes sombres et de quartzite. Il s'agit de l'unité la plus récente (430-420Ma, S4 sur la carte géologique au 1/50 000).

Des **massifs granitiques intrusifs** se sont développés vers 320-310 Ma au sein de ces terrains sédimentaires. Ils constituent l'unité géologique appelée « **massif de Rostrenen** » et sont formés par un cortège de roches plutoniques comprenant :

- La diorite quartzique de Plélauff ;
- **Les différents granites à biotite, fins, à porphyroïdes, dont celui de Rostrenen ;**
- Les différents leucogranites, également fins à porphyroïdes, appartenant au complexe de Pontivy ;
- Le leucogranite porphyroïde albitique de Langonnet.

La remontée du granite de Rostrenen a engendré localement la **recristallisation des schistes ardoisiers ordoviciens des Montagnes Noires en cornéennes**, par **métamorphisme de contact**. La recristallisation totale de ces schistes a entraîné la disparition de la schistosité d'origine et une recristallisation poussée, caractérisée par la présence de **baguettes d'andalousite** millimétriques à centimétriques, à faciès chistolite (variété charbonneuse), **dans une matrice sombre à quartz, biotite et muscovite**.

La présente une carte et coupe géologique établies par IRMG dans les environs de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès, ainsi que la colonne stratigraphique associée.

Les schistes d'Angers, enrichis en alumine, ont ainsi été transformés en cornéennes hautement minéralisées en andalousite (teneur moyenne de 25%), constituant le gisement exploité par IRMG.

Préalablement à l'intrusion de massif de Rostrenen, des **dykes de dolérite** se sont développés au sein des schistes d'Angers vers 363 Ma et ont commencé à remobiliser de l'alumine dans les schistes, quelques mètres de part et d'autre des dykes.

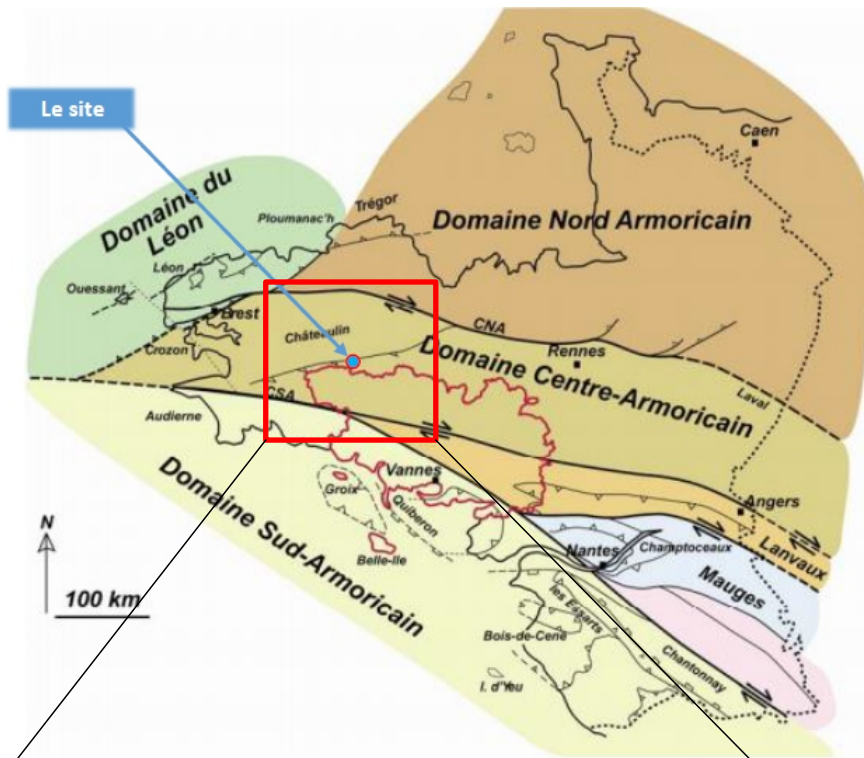
D'un point de vue structural, la zone d'étude se localise dans un contexte géologique complexe et fracturé, au droit de terrains métasédimentaires (Paléozoïque des Montagnes Noires au Nord et formations métamorphiques briovériennes au Sud).

Ces entités géologiques sont recoupées par des **failles sub-verticales majeures**, orientées principalement :

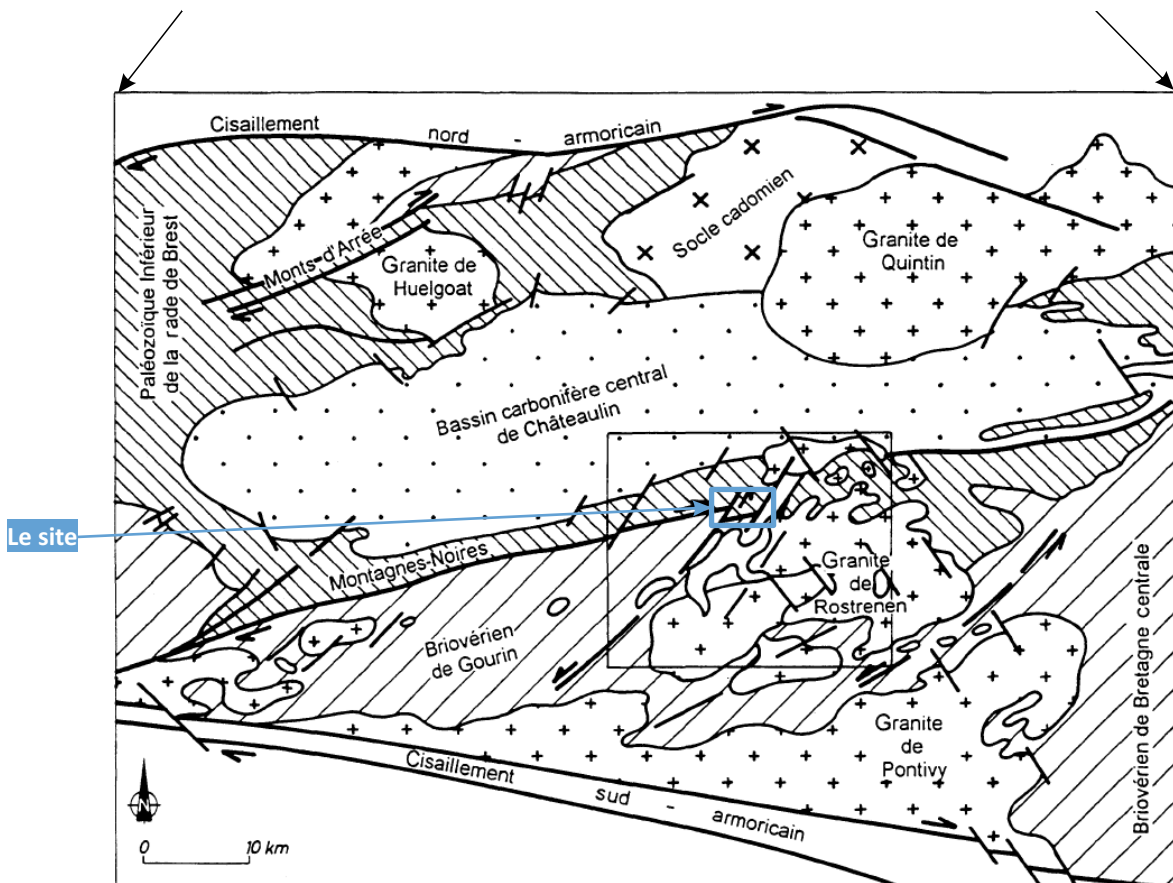
- Selon un axe **N70°** pour un accident décrochant majeur soulignant la limite Sud des Montagnes noires et le contact entre les Schistes d'Angers et les Grés Armoricaux ;
- Selon un axe **N30° à N40°** pour un réseau de fractures secondaires.

La succession des unités géologiques a été interprétée, par IRMG et E. MARCOUX, comme la succession, du Nord vers le Sud :

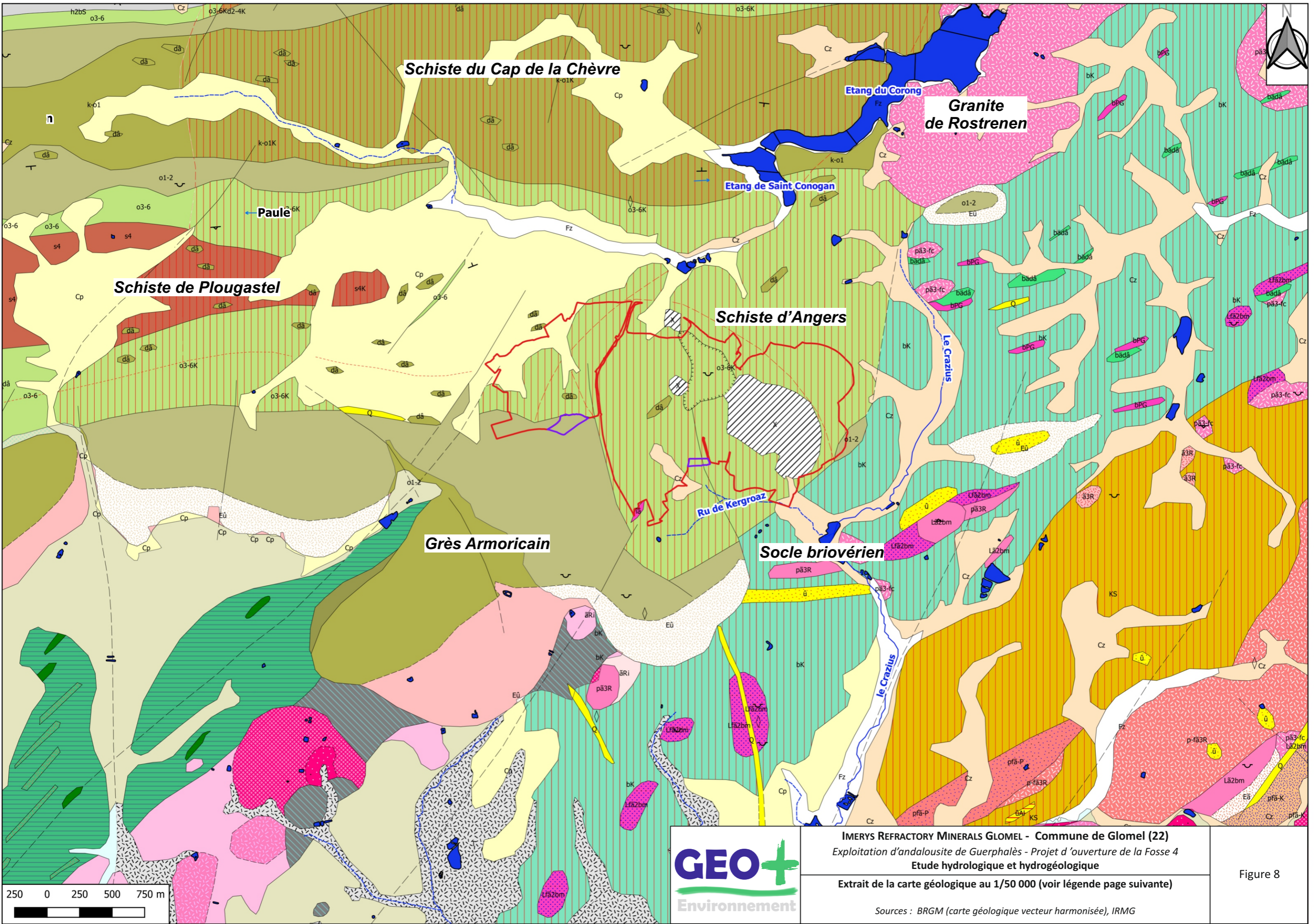
- D'un anticlinal au niveau de la Montagne Noire, au cœur duquel se trouvent les schistes du Cap de la Chèvre ;
- Et de **deux synclinaux, dont le plus méridional est occupé par l'exploitation d'andalousite de Guerphalès.**



1) Carte du Massif Armoricain extraite de la notice technique de la carte géologique harmonisée du Morbihan – BRGM



2) Cadre géologique régional du domaine Centre Armoricaïn (Extrait de la notice de la carte géologique de Rostrenen)



IMERY'S REFRACTORY MINERALS GLOMEL - Commune de Glomel (22)
 Exploitation d'andalousite de Guerphalès - Projet d'ouverture de la Fosse 4
 Etude hydrologique et hydrogéologique



Extrait de la carte géologique au 1/50 000 (voir légende page suivante)

Sources : BRGM (carte géologique vecteur harmonisée), IRMG

Figure 8




Légende

Périmètre ICPE

-  Sollicité à l'extension
-  Autorisé et sollicité au renouvellement



Hydrologie

Cours d'eau







-  Permanent
-  Temporaire
-  Plan d'eau

Carte géologique 1/50 000 harmonisée




GEO050K_HARM_022_L_STRUCT_2154

-  1, Faille observée, visible, de cinématique non précisée
-  2, Faille supposée, masquée, hypothétique, de cinématique non précisée




GEO050K_HARM_022_L_FGEOL_2154

-  1, Limite de la carte ou du projet
-  10, Limite interprétée sur la carte (arrêts couleur)
-  11, Contour géologique observé, visible
-  12, Contour géologique supposé, probable, masqué
-  20, Élément linéaire structural (contour géologique superposé à une faille)
-  21, Élément linéaire divers (contour géologique superposé à un élément linéaire divers)



GEO050K_HARM_022_L_DIVERS_2154

-  1, Front de taille d'exploitation à ciel ouvert, carrière de grande dimension à ciel ouvert, gravière
-  3, Limite de métamorphisme
-  7, Niveau-repère lithologique



































GEO050K_HARM_022_P_STRUCT_2154

-  1, Stratification So avec pendage (polarité normale ou indéterminée)
-  5, Schistosité principale ou foliation avec pendage
-  32, Linéation minérale ou d'étirement avec plongement

GEO050K_HARM_022_P_DIVERS_2154

-  4, Carrière à ciel ouvert
-  28, Indice ou gîte minéralisé de forme non précisée

GEO050K_HARM_022_S_FGEOL_2154

-  X, Formations anthropiques : remblais terrigènes, stériles et décharges, remblais de carrières (blocs, sables) - 1
-  T, Tourbe, alluvions et colluvions tourbeuses. Holocène - 21
-  Eù, Eboulis de quartzites dominants ou exclusifs (pour partie Grès armoricain) - 24
-  Eä, Eboulis de granite (+/- matrice d'arène limoneuse) - 26
-  Cz, Colluvions, colluvions de tête, de versants et de fond de vallons et vallées, coulées de "head" associées. Holocène - 43
-  Cp, Colluvions de complexes de piémonts et de dépressions. Holocène - 45
-  Fz, Alluvions fluviales récentes à actuelles, localement estuariennes : galets, graviers, sables, limons et/ou argiles (de débordement). Holocène - 51
-  Q, Filons de quartz, localement brèches de quartz silicifiées. Paléozoïque supérieur à terminal (localement antérieur ?) - 92
-  iã, Filons et stocks de microgranite. Paléozoïque supérieur - 100
-  dâ, Filons de dolérites à grain fin à moyen voire grossier, +/- métamorphisés, localement schistosés. Sommet du Carbonifère inférieur (localement plus anciens ?) - 108
-  Lfã2bm, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Leucogranites de Pontivy : faciès à grain fin, à deux micas. Carbonifère "moyen" - 143
-  Lã2bm, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Leucogranites de Pontivy : faciès à grain moyen, à deux micas, homogène. Carbonifère "moyen" - 144
-  ãRi, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Granites très arénisés non différenciés. Carbonifère "moyen" - 147
-  pã3-fc, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Granite porphyroïde de Rostrenen, à cristaux géants de feldspath potassique et cordiérite disséminée, homogène. Carbonifère "moyen" - 148
-  p-fã3R, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Granite porphyroïde de Rostrenen, en mélange avec granite fin à biotite seule. Carbonifère "moyen" - 149
-  pã3R, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Granite porphyroïde du Croisty à deux micas et cordiérite clairsemée, homogène. Carbonifère "moyen" - 150
-  pfã-P, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Granite porphyroïde du Croisty, à deux micas et cordiérite clairsemée, lardé de veines de faciès fin et de pegmatites. Carbonifère "moyen" - 151
-  pfã-K, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Granite porphyroïde du Croisty, à deux micas et cordiérite clairsemée, en mélange avec faciès fin et cornéennes. Carbonifère "moyen" - 152
-  ã3R, Complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Granite isogranulaire, à biotite seule. Carbonifère "moyen" - 154
-  h2bS, Schistes parfois ardoisiers et grauwackes micacées (Formation de Pont-Buis). Viséen supérieur - Namurien - 180
-  d2-4K, Cornéennes et/ou schistes tachetés : métamorphisme de contact de schistes très alumineux du Praguien-Emsien à Eifélien (?) - 205
-  s4K, Cornéennes et/ou schistes tachetés à andalousite : métamorphisme de contact de schistes sombres et quartzites. Pridoli - 211
-  s4, Alternances de schistes alumineux et de quartzites (Formation de Plougastel). Pridoli - 212
-  o3-6K, Schistes à andalousite et biotite, cornéennes et minerai de fer : métamorphisme de contact de schistes sombres à intercalations gréseuses. Ordovicien moyen et supérieur - 216
-  o3-6, Schistes sombres parfois ardoisiers, +/- intercalations gréseuses. Ordovicien moyen et supérieur (Llanvirn à Ashgill et Llandovery ?) - 217
-  o1-2, Quartzites blancs massifs (Formation du Grès armoricain). Ordovicien inférieur (Arenig) - 218
-  k-o1K, Cornéennes et/ou schistes à andalousite et/ou biotite : métamorphisme de contact de schistes et quartzites. Cambro-Trémadoc ou Arénig - 220
-  k-o1, Schistes gris-vert à niveaux gréseux ou quartzitiques, passées volcano-sédimentaires, localement conglomérat de base. Cambro-Trémadoc à Arénig ? - 221
-  bK, Cornéennes rubanées à silicates d'alumine : métamorphisme de contact de schistes briovériens. Néoprotérozoïque III (Ediacarien) ou Cambrien ? - 305
-  bPG, Lentilles de poudingue à éléments siliceux (de type "Gourin") métamorphique. Néoprotérozoïque III (Ediacarien) à Cambrien - 307
-  bãdã, Métadolérites amphiboliques. Néoprotérozoïque III (Ediacarien) à Cambrien - 308
-  û, Quartzites saccharoïdes massifs enclavés dans le complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Paléozoïque probable - 309
-  ûAl, Quartzites lités à silicates d'alumine enclavés dans le complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Paléozoïque probable - 310
-  KS, Cornéennes rubanées à silicates d'alumine enclavées dans le complexe granitique de Rostrenen-Pontivy. Paléozoïque probable - 313

Formation exploitée sur le site de Glomel →



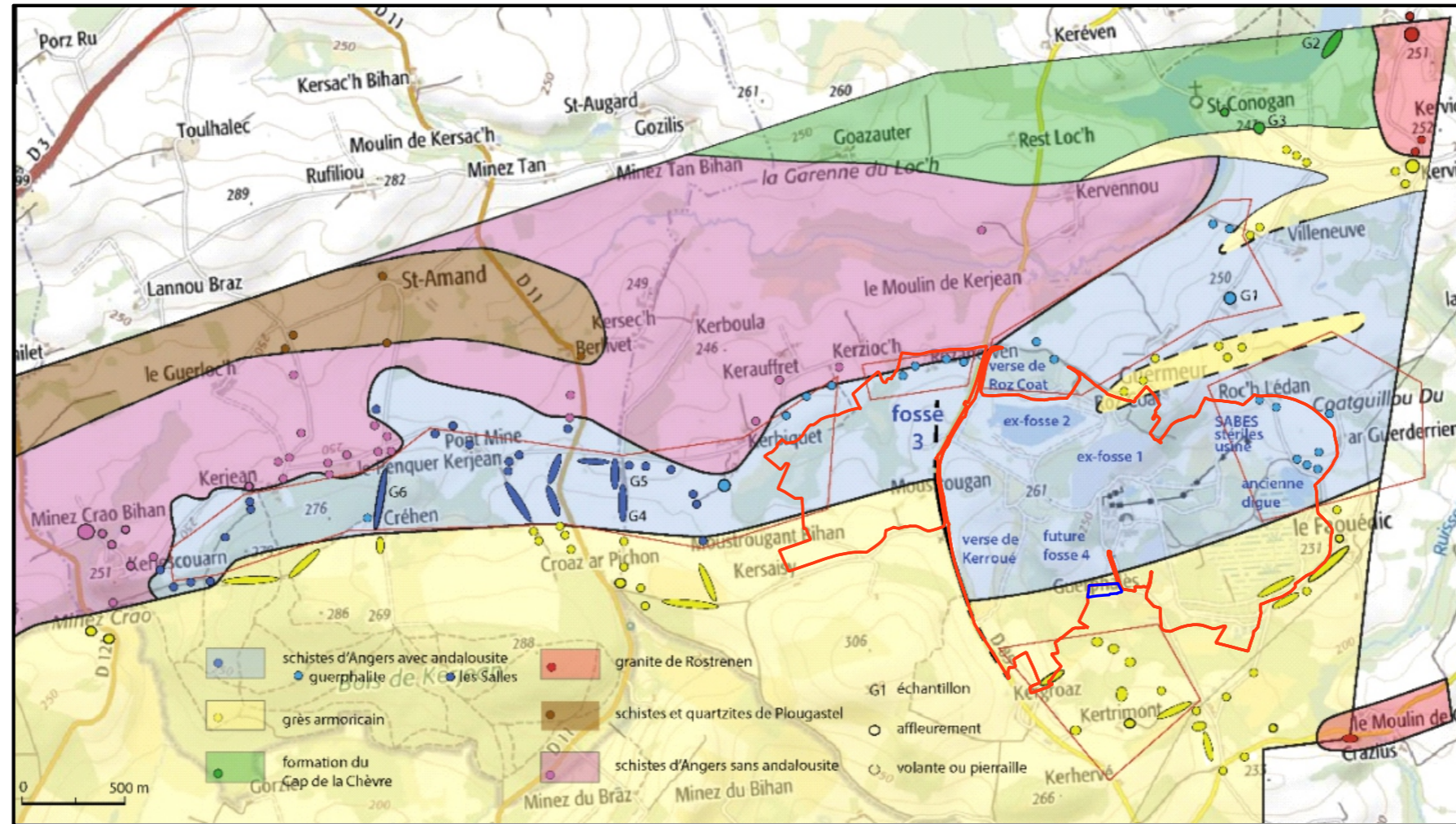
IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - Commune de Glomel (22)
Exploitation d'andalousite de Guerphalès - Projet d'ouverture de la Fosse 4
Etude hydrologique et hydrogéologique

Légende de la carte géologique harmonisée

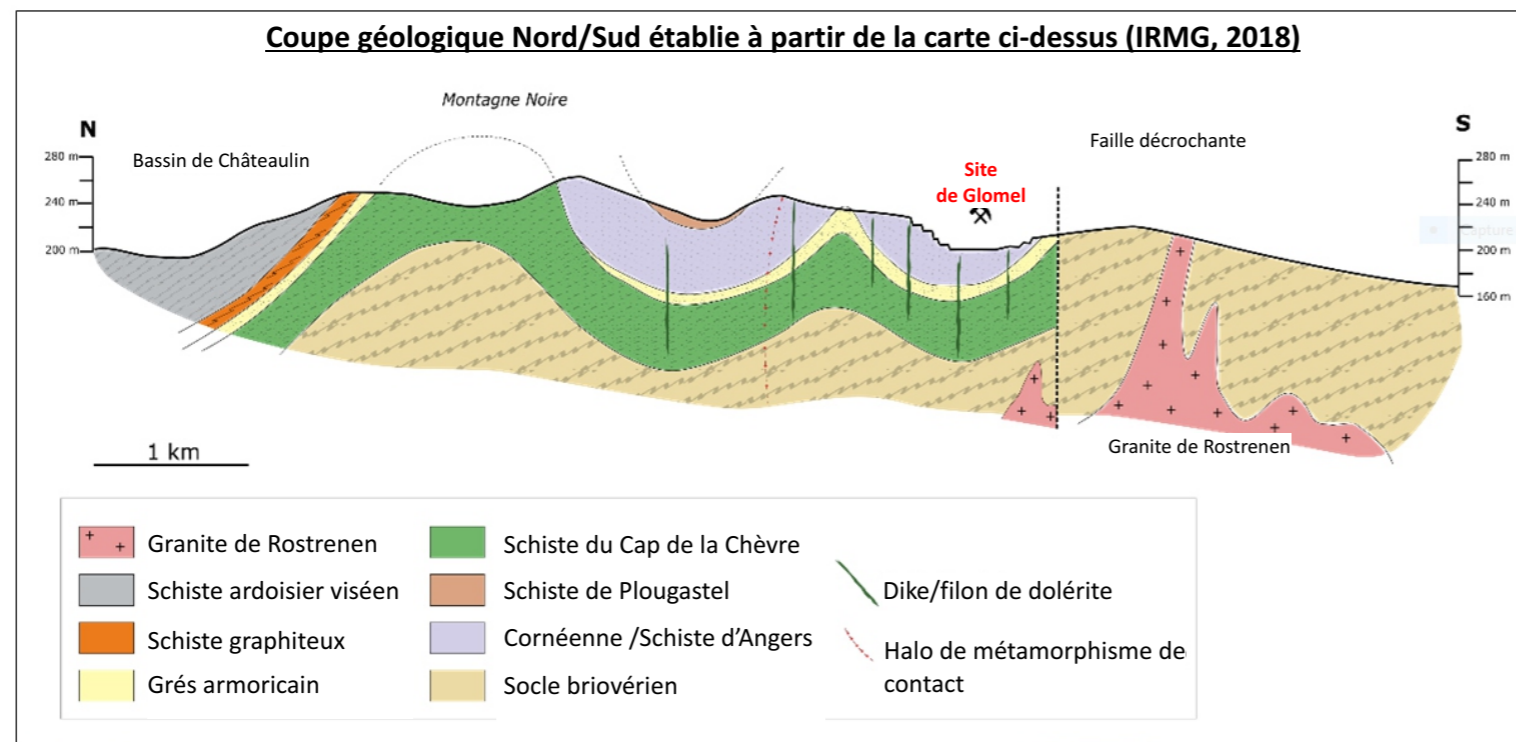
Sources : BRGM (carte géologique vecteur harmonisée), IRMG

Figure 8

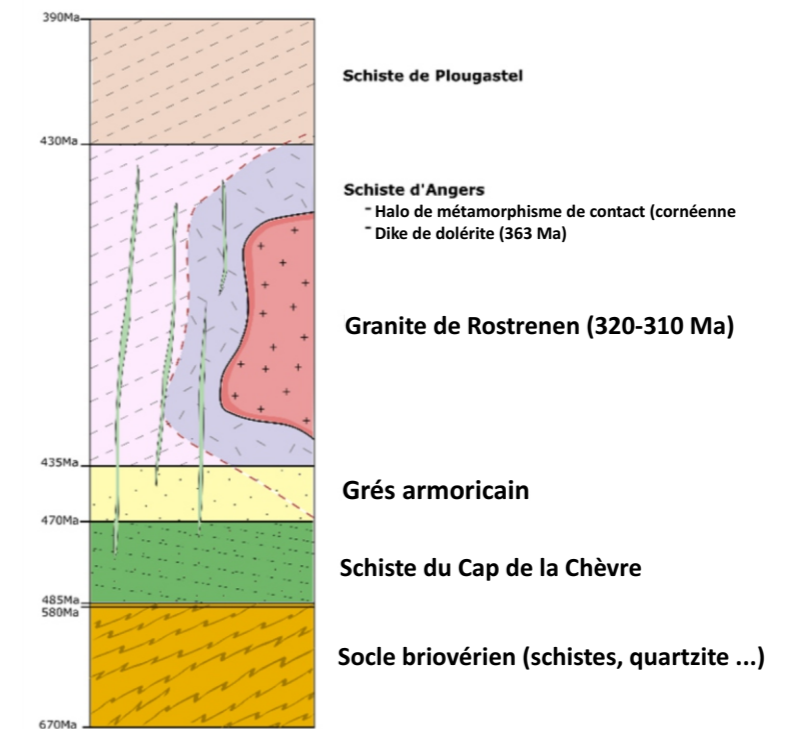
Carte géologique établie par E. MARCOUX (OSUC, Université d'Orléans) pour IRMG en 2018



Coupe géologique Nord/Sud établie à partir de la carte ci-dessus (IRMG, 2018)



Colonne stratigraphique (IRMG, 2018)



2.2.3 Géologie au droit de la carrière

Les cartes géologiques réalisées par IRMG en 2018 au droit du périmètre de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès (Cf. et Figure 10) montrent que l'accident décrochant N70°, marquant **la limite entre les schistes/cornéennes à andalousite et les grés armoricains passe dans le 1/3 Sud des deux périmètres de part et d'autre de la RD85**. Cette limite structurale est elle-même décalée par un décrochement dextre, orienté N150° et longeant la RD85.

Le 1/3 Sud du périmètre autorisé est ainsi occupé par les Grés armoricains et les 2/3 Nord, comprenant les anciennes fosses d'extraction (Fosses 1 et 2), actuelle (Fosse 3) et à venir (Fosse 4) reposent logiquement sur les schistes/cornéennes à andalousite.

Les schistes/cornéennes à andalousite sont recoupé(e)s par des **filons de dolérite subverticaux**, bien cartographiés au niveau de la Fosse 3 (Cf. Figure 10).

La cartographie systématique de la Fosse 3 a permis de préciser les éléments suivants :

- Les **filons de dolérite** ont une puissance d'environ 1 m et recourent le gisement d'Est en Ouest. Leur pendage des plans est subvertical. L'encaissant de ces filons est marqué par un halo d'altération dans l'encaissant de cornéennes qui se manifeste par des fantômes d'andalousite et donc une diminution de la teneur en andalousite aux épontes des filons.
- Une **zone de cisaillement orientée Est-Ouest** traverse la Fosse 3 d'Ouest en Est. Elle est soulignée par une altération à kaolinite et des veines de quartz. La teneur en andalousite diminue également de part et d'autre de cette zone de cisaillement.

Des études structurales réalisées par IRMG en 2010 et 2017 donnent des informations intéressantes sur la **fracturation du massif de schistes à andalousite de Guerphalès** :

- Le rapport de 2010 identifie les failles majeures des fractures et des diaclases. Il ne concerne que la **Fosse 2**, mais permet d'identifier pour les failles les deux orientations moyennes suivantes : **N30°-40°E et N10°-20°E**.
- Le rapport de 2017, qui concerne la Fosse 3, ne différencie pas les failles des fractures et des diaclases. Les conclusions de ce rapport mentionnent que les principaux plans de fragmentation du gisement s'orientent autour de deux grandes familles structurant la carrière selon des plans d'orientation **E/O** et des plans **N/S**. Leurs pendages varient entre 60 et 90°.

Ces axes de fracturation, notamment l'axe N30°, sont à rapprocher des failles et linéaments déterminés par photo-interprétation par IGC Environnement en 2018 et tendent à confirmer la **présence potentielle de failles s'orientant, depuis la Fosse 3, en direction des captages AEP de Croaz Ar Pichon**. C'est pour cette raison qu'IRMG a installé 2 piézomètres (Min 1 et Min 2) complémentaires suite à l'étude structurale d'IGC Environnement réalisée en avril 2018. Les suivis qualitatifs et quantitatifs réalisés depuis ne mettent en évidence aucun impact de l'exploitation.

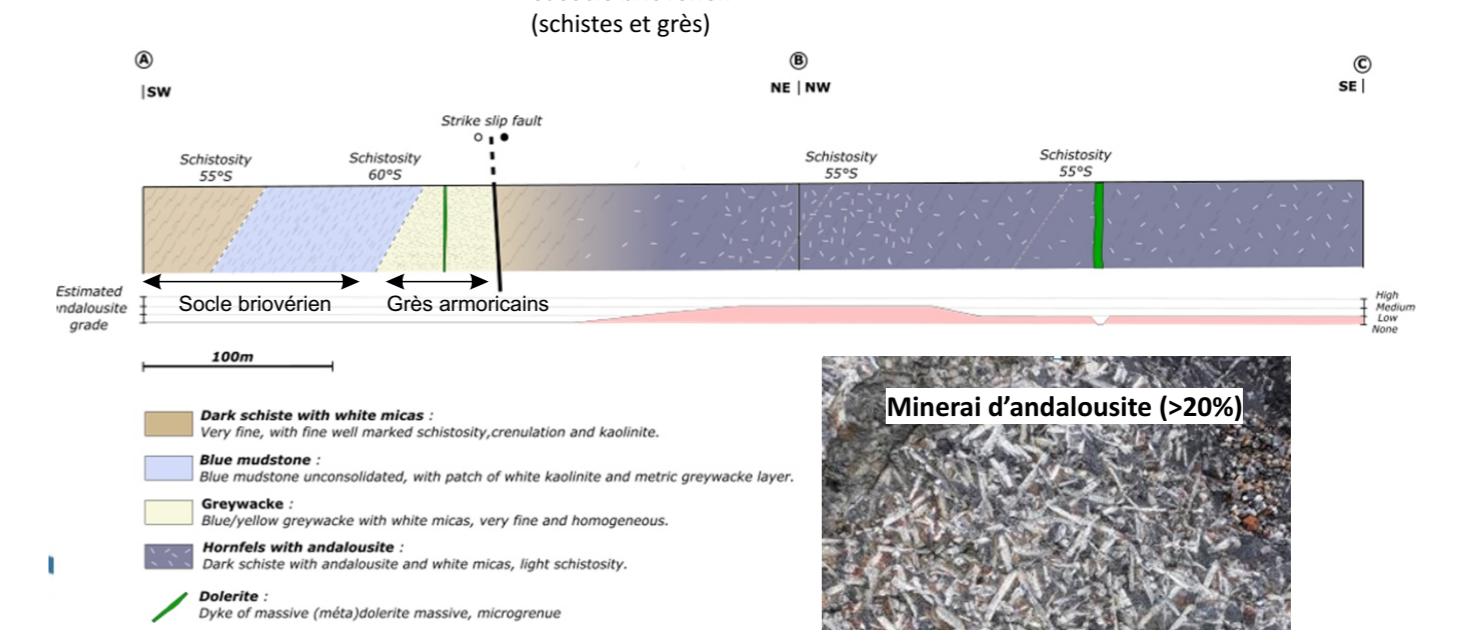
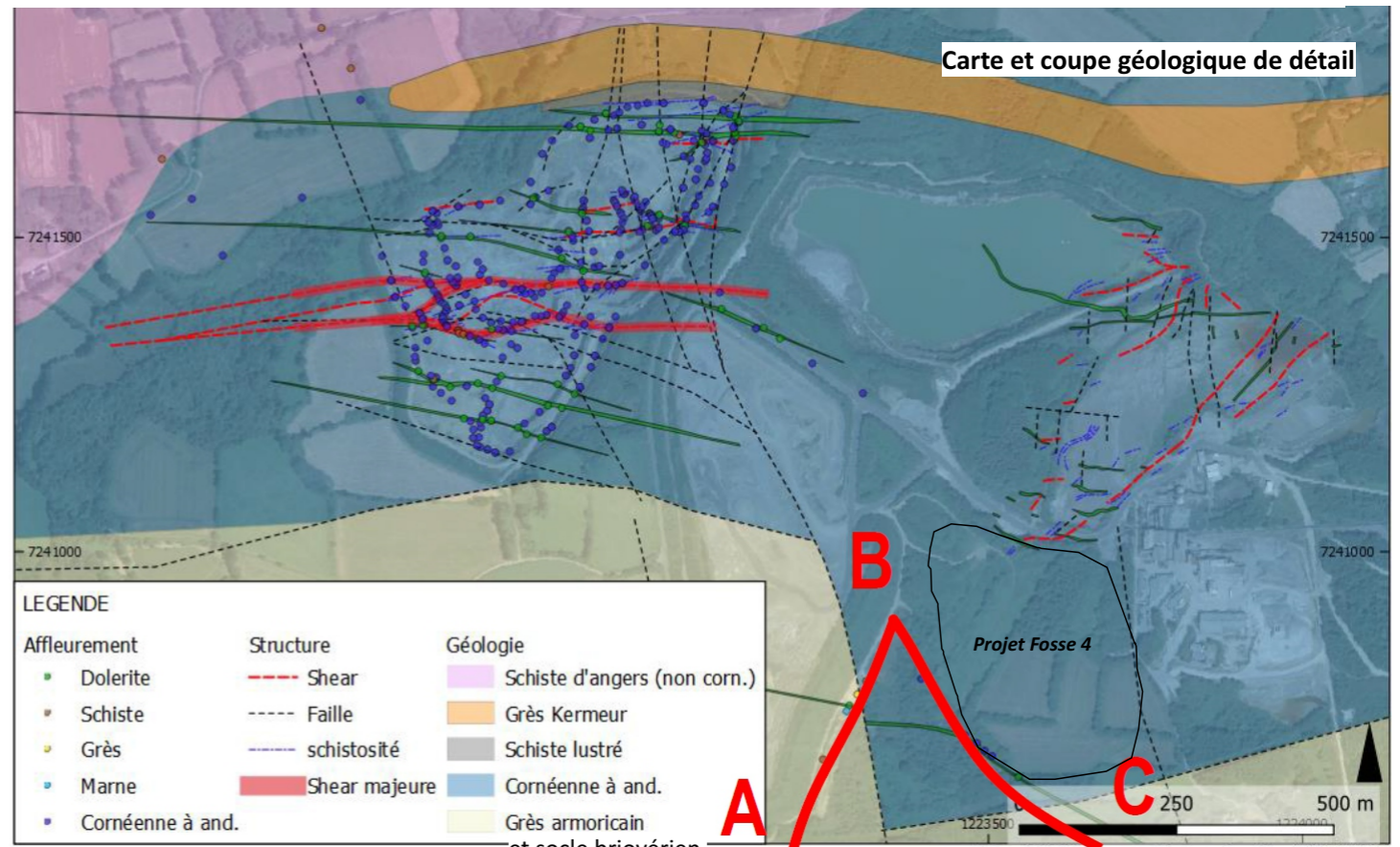
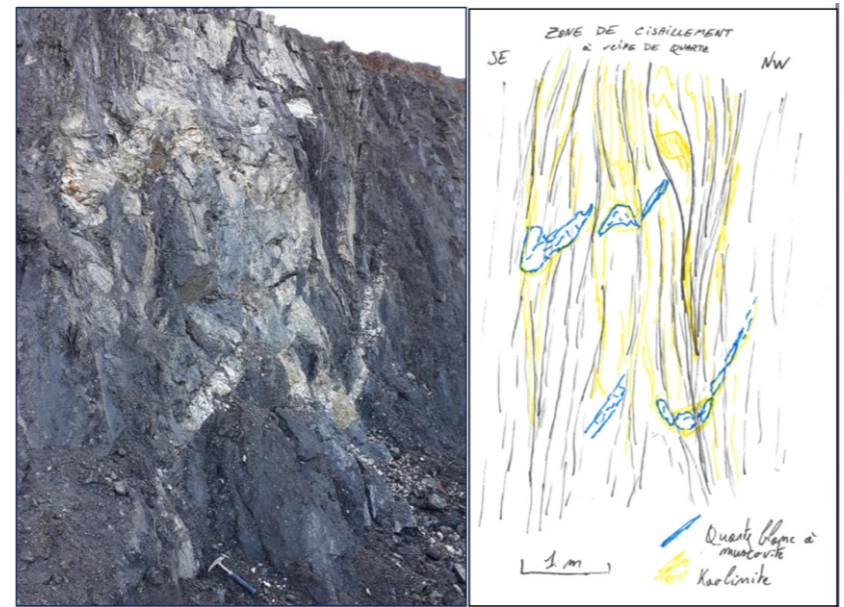
Les éléments structuraux connus à ce jour sur le secteur de Guerphalès sont représentés en **Figure 24p 83** sur fond de photographie aérienne.



a) Affleurement d'un filon de métadolérite, b) Localisation, c) Cornéenne à andalousites pseudomorphosées,



Zone de cisaillement à l'affleurement marquée par des veines de quartz plissées et une altération kaolinique



2.3 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

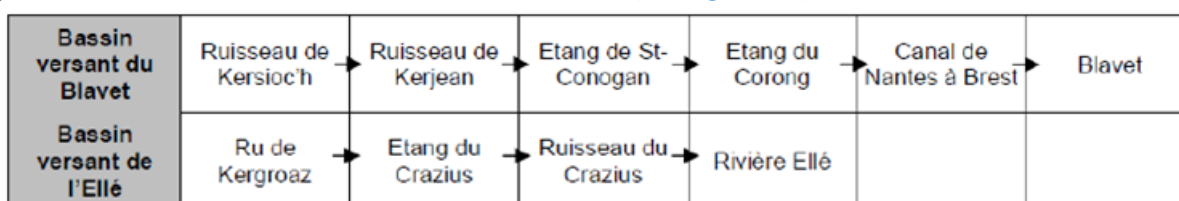
2.3.1 Réseau hydrographique

L'exploitation d'andalousite de Guerphalès est localisée à la terminaison orientale des Montagnes Noires, à la limite des bassins versants du Blavet au Nord, et de l'Ellé au Sud. Le projet d'ouverture de la Fosse 4, se trouve en majeure partie sur le bassin versant de l'Ellé. L'extrémité Nord du projet (0,6 ha) empiète sur le bassin versant du Blavet.

En outre, les autres secteurs de l'exploitation de Guerphalès sont localisés comme suit :

- Sabès, usines et ancienne digue dans le bassin versant de l'Ellé ;
- Anciennes fosses d'extraction 1 et 2, fosse d'extraction actuelle (Fosse 3) et future versée Ouest dans le bassin versant du Blavet ;
- La versée de Kerroué est située pour partie sur le bassin versant du Blavet (partie Nord) et pour partie sur celui de l'Ellé (partie Sud). Néanmoins, toutes les eaux de la versée sont collectées et dirigées vers le bassin versant de l'Ellé.

Plusieurs cours d'eau sont présents autour de l'exploitation de Guerphalès. Le tableau ci-dessous présente les différents affluents de l'Ellé et du Blavet (Cf. Figure 11) :



2.3.2 Débits des principaux cours d'eau

2.3.2.1 L'Ellé à Priziac

La rivière Ellé fait l'objet d'une station hydrométrique à Priziac, au lieu-dit Grand Pont, à proximité du Faouët (Référence Banque Hydro J4712020 L'Ellé à Priziac [Grand Pont]). Au niveau de cette station mise en service en 1969, la superficie du bassin versant de l'Ellé est de **145,4 km²**.

- **Débits moyens mensuels (naturels) - données calculées sur 50 ans**

	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m ³ /h)	23 796	21 528	14 652	10 692	7 308	3 996	2 196	1 638	1 796	5 004	11 736	19 656	10 296
Lame d'eau écoulee (mm)	122	100	75	53	37	20	11	8	9	26	58	101	621
Débit spécifique (L/s/km ²)	45,5	41,1	28	20,4	14	7,6	4,2	3,1	3,4	9,6	22,4	37,6	19,7

Légende

- Point de rejet du site
- Plan d'eau
- Suivi environnemental**
- Eaux de surface
- Hydrologie**
- Cours d'eau Permanent
- Cours d'eau Temporaire
- Infrastructures**
- Stockage de résidus secs
- Ancienne Digue
- Extraction
- Stockage de résidus humides
- Stockage de stériles d'extraction
- Usine

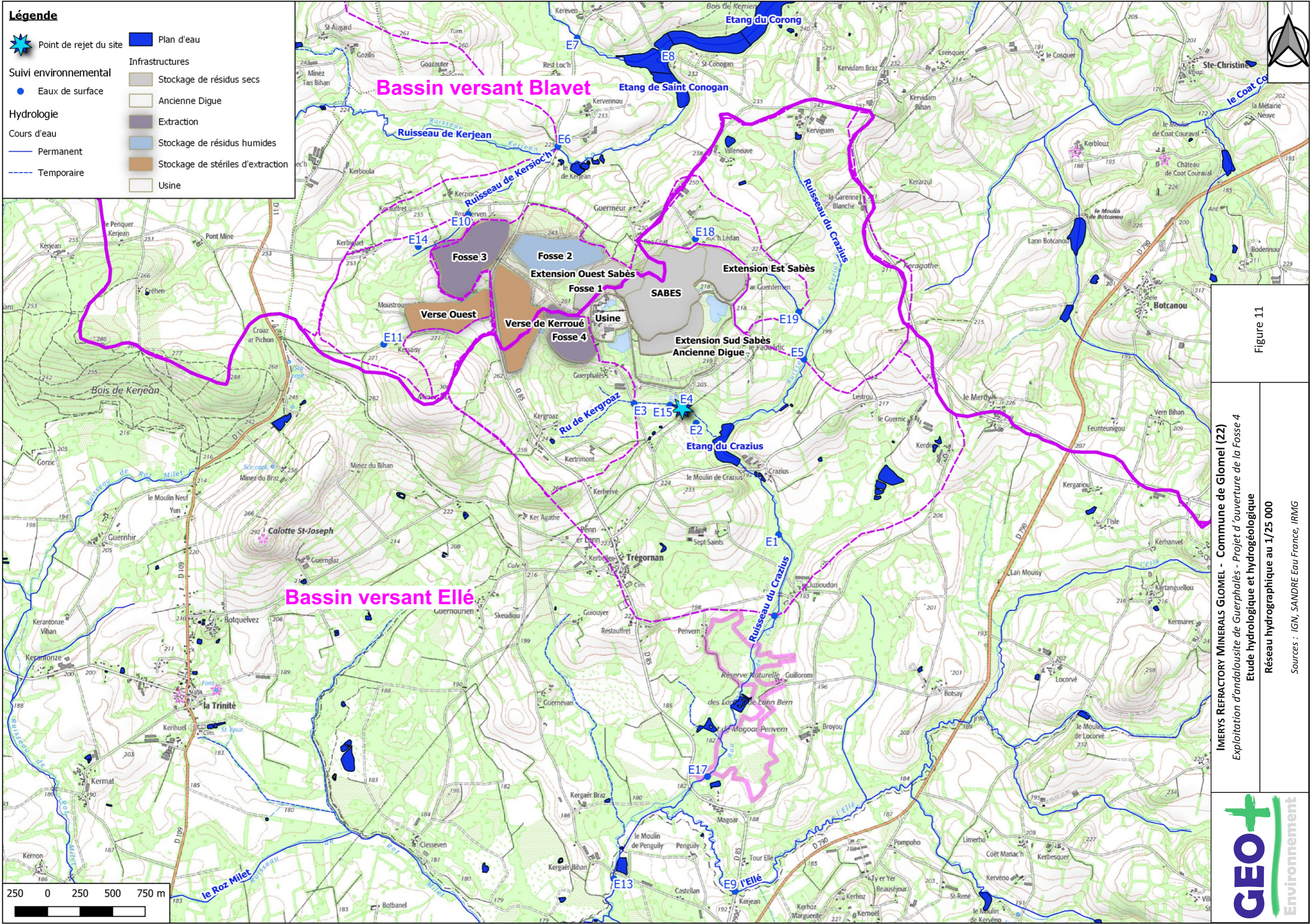


Figure 11

IMERY'S REFRACTORY MINERALS GLOMEL - Commune de Glomel (22)
Exploitation d'andalouosite de Guerphalès - Projet d'ouverture de la Fosse 4
Etude hydrologique et hydrogéologique
Réseau hydrographique au 1/25 000
Sources : IGN, SANDRE Eau France, IRMG



• **Basses eaux (loi de Galton - juin à mai) - données calculées sur 50 ans**

Fréquence	Débit mensuel minimal annuel <u>QMNA (m³/h)</u>
Biennale	1 048
Quinquennale	731

• **Crues (loi de Gumbel - janvier à décembre) - données calculées sur 48 ans**

Fréquence	Débit journalier <u>QJ (m³/h)</u>
2 ans	79 200
5 ans	105 840
10 ans	123 480
20 ans	140 400
50 ans	162 360

• **Maxima connus (par la banque HYDRO)**

Débit instantané maximal (m ³ /s)	61,8 (222 480 m ³ /h)	Le 13/12/2000 à 2h54
Débit journalier maximal (m ³ /s)	49,8 (179 280 m ³ /h)	le 13/12/2000

2.3.2.2 Le ruisseau de Kerjean à Glomel

Le ruisseau de Kerjean fait l’objet d’une station hydrométrique à Glomel, en aval de l’étang du Corong (Référence Banque Hydro J5304510 Le Kerjean à Glomel - Le Coronc Izellan [aval retenue du Coronc]). Au niveau de cette station mise en service en mai 2014, la superficie du bassin versant du ruisseau de Kerjean est de **1 900 ha** (19 km²).

• **Débits moyens mensuels (naturels) - données calculées du 01/06/2014 au 01/11/2022**

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Débit (m ³ /h)	2 747	2484	1591	835	508	590	497	526	479	468	1195	2513	1199
Lame d'eau écoulée (mm)	108	89	62	32	20	22	19	21	18	18	45	98	553

• **Maxima connus (par la banque HYDRO)**

Débit instantané maximal (m³/s)	2,6 (9 360 m ³ /h)	Le 03/02/2021 à 11h24
Débit journalier maximal (m³/s)	2,37 (8 532 m ³ /h)	Le 04/02/2021

NB : Cette station de suivi se trouvant juste en aval de l'étang du Corong, elle sera prise comme **référence pour le suivi du débit de sortie de l'étang.**

2.3.2.3 Débits des principaux ruisseaux du secteur de Guerphalès

• **Campagne de jaugeage GEO+ (mai 2020)**

Les débits de ces ruisseaux sont très variables car fortement dépendants de la pluviométrie. Ils sont sujets à des étiages sévères en période de basses eaux.

Des mesures de débit réalisés par AXE Environnement à l'aide d'un micromoulinet, en 2008, avaient défini que les débits du Kerzioc'h subissaient des variations saisonnières importantes : entre 20 m³/h (à l'étiage) et 210 m³/h (période de hautes eaux).

Le débit du ruisseau de Kergroaz, qui s'écoule au Sud-Est de l'exploitation de Guerphalès, au Sud de l'ancienne digue, a été, quant à lui, jaugé à 115 m³/h en période de hautes eaux et pratiquement sans écoulement l'été.

Des mesures de débit ont été réalisées par GEO+ à l'aide d'un micromoulinet en mai 2020 sur les ruisseaux Kerjean, Crazius, Kergroaz et Kerzioc'h. Les stations de jaugeage sont localisées sur la **Figure 11** et les photographies, sections et profils de vitesse des cours d'eau jaugés sont données en **Figure 12**. Les débits mesurés sont récapitulés ci-dessous :

Tableau 12 : Débits mesurés par GEO+ en 2020 sur les ruisseaux Kerjean, Crazius, Kergroaz et Kerzioc'h

Cours d'eau	Surface du bassin versant (km ²)	Débit mesuré 6 et 7 mai 2020 (m ³ /h)
Kerjean - sous le pont de la RD85 (E6)	9	346,2
Crazius amont (E5)	2,54	237
Crazius amont Réserve (E16)	9,89	1 092,8
Kergroaz amont rejet	1,16	59,2
Aval Kerzioc'h (E10)	1,08	49,5

Les débits mesurés en mai 2020 sont représentatifs d'une période de moyennes eaux.

• **Suivis limnimétriques IRMG sur les ruisseaux de Kerzioc'h et de Kergroaz**

Dans le cadre de son suivi environnemental, IRMG a mis en place, dès 2008, une échelle limnimétrique sur les ruisseaux de Kerzioc'h (station E10) en aval de la Fosse 3 et de Kergroaz en aval de la verse de Kerroué et du projet de Fosse 4 (station E3). Le graphique de la **Figure 13** présente l'évolution des hauteurs d'eau entre juillet 2008 et mai 2020. La pluviométrie mensuelle à la station de Rostrenen est également indiquée et permet d'observer la saisonnalité des ruisseaux et leur dépendance à la pluviométrie.

