



IMERYS

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE D'EXPLOITATION DE CARRIERE

au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

TOME 2 : MEMOIRE TECHNIQUE



*Projet d'ouverture de la Fosse 4
Exploitation d'andalousite de Guerphalès
Commune de Glomel (22)*

Rapport n° D 20011101bis – MT – V2
Septembre 2021, complété en février 2023



IMERYYS

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE D'EXPLOITATION DE CARRIERE

au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

TOME 2 : MEMOIRE TECHNIQUE ET PLAN DE GESTION DES DECHETS ISSUS DE L'INDUSTRIE EXTRACTIVE



*Projet d'ouverture de la Fosse 4
Exploitation d'andalousite de Guerphalès
Commune de Glomel (22)*

**Rapport n° D 20011101bis – MT – V2
Septembre 2021, complété en février 2023**



Le sol - L'eau - L'environnement

e-mail: geo.plus.environnement@orange.fr

SARL au capital de 120 000 euros - RCS : Toulouse 435 114 129 - Code NAF : 7112B

Siège social et Agence Sud
Agence Centre et Nord
Agence Ouest
Agence Sud-Est
Agence Est
Antenne Afrique Centrale

Le Château

2 rue Joseph Leber

5 rue de la Rôme

1175 route de Margès

7 rue du Breuil

BP 831

31 290 GARDOUCH

45 530 VITRY AUX LOGES

49 123 CHAMPTOCE SUR LOIRE

26 380 PEYRINS

88 200 REMIREMONT

LIBREVILLE-GABON

Tél : 05 34 66 43 42 / Fax : 05 61 81 62 80

Tél : 02 38 59 37 19 / Fax : 02 38 59 38 14

Tél : 02 41 34 35 82 / Fax : 02 41 34 37 95

Tél : 04 75 72 80 00 / Fax : 04 75 72 80 05

Tél : 03 29 22 12 68 / Fax : 09 70 06 14 23

Tél : (+241) 02 85 22 48

Site Internet : www.geoplusenvironnement.com

PREAMBULE

IMERYS REFRACTORY MINERALS Glomel (IRMG) exploite une carrière de **schistes à andalousite** au lieu-dit « Guerphalès » sur la commune de Glomel (22). **Cette exploitation est autorisée jusqu'en 2036** par l'Arrêté Préfectoral du 3 août 2018 modifié par l'Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020. Celle-ci se trouve dans le département des Côtes d'Armor (22), à environ 55 km au Sud-Ouest de Saint-Brieuc (22) et 55 km à l'Est de Quimper (29). Les matériaux extraits sont traités sur l'usine du site pour produire un **concentré d'andalousite destiné à l'industrie**. L'andalousite est un **silicate d'alumine (Al_2SiO_5)** dont les caractéristiques physico-chimiques, principalement sa résistance à des températures supérieures à 1 400 °C et aux chocs thermiques, en font une **ressource stratégique nationale et européenne pour la fabrication de matériaux réfractaires** comme les briques des fours destinés aux industries du verre, de l'acier, de la céramique, et de la fonderie.

Le gisement de Glomel représente **20% de la production mondiale d'andalousite** avec une capacité de production de **85 000 t/an de sables d'andalousite** et approvisionne 200 sites industriels à travers le monde. Le gisement d'andalousite de Glomel, du fait de sa teneur (25% d'andalousite environ), de sa qualité et de ses ressources, est ainsi classé comme **gisement d'intérêt national et européen** dans le Schéma Régional des Carrières de Bretagne.

L'autorisation actuelle porte sur une **superficie totale de 264,7 ha jusqu'en 2036**. IRMG est ainsi autorisée à **une extraction maximale de matériaux de 1 500 000 t/an**, jusqu'en 2033 + 3 ans de remise en état.

L'exploitation des schistes à andalousite est réalisée à ciel ouvert et à sec et par abattage à l'explosif. Actuellement, la fosse en cours d'exploitation est la fosse dite "Fosse 3". Les matériaux extraits sont dans un premier temps abattus à l'explosif. Par la suite, leur devenir varie en fonction de leur teneur en andalousite et de leur dureté :

- Les **stériles d'extraction (625 000 t/an au maximum)**, pauvres en andalousite, sont directement stockés en verses (actuellement sur la "Verse de Kerroué" et à l'avenir, sur la "Verse Ouest").
- Le **minerai valorisable (875 000 t/an au maximum)** est acheminé en usine pour être traité :
 - A l'**usine B**, d'une capacité de **70 t/h**, qui traite, par voie humide, le **minerai tendre altéré** (60 % du tonnage entrant), extrait dans la partie superficielle du gisement ;
 - A l'**usine C**, d'une capacité de **40 t/h**, qui traite, par voie sèche, le **minerai dur, sain** (40 % du tonnage entrant), généralement extrait plus en profondeur.

Les traitements du minerai en usine génèrent 2 types de résidus :

- Des **résidus humides**, stockés auparavant dans l'ancienne digue (jusqu'en 2000), puis en Fosse 1 et actuellement (depuis mai 2014) en Fosse 2 ;
- Des **résidus secs** qui sont stockés sur une verse dénommée Sabès.

Aujourd'hui, afin de pérenniser son activité sur le site et poursuivre l'alimentation simultanée des usines, IRMG souhaite poursuivre ses activités extractives sur l'exploitation d'andalousite de Guerphalès en ouvrant une nouvelle fosse d'extraction appelée **Fosse 4**, d'une superficie d'environ 11 ha, en très grande partie (92%) sur des terrains aujourd'hui déjà autorisés. L'ouverture de cette nouvelle fosse permettra :

- D'offrir la possibilité de réaliser des mélanges avec le minerai issu de la fosse en cours d'exploitation actuellement (Fosse 3) ;

- D'avoir accès à un minerai avec moins d'alcalins dans les cristaux d'andalousite en Fosse 4 pour des applications à plus forte valeur ajoutée ;
- D'optimiser l'alimentation des usines ;
- De sécuriser l'approvisionnement avec 2 fosses d'exploitation simultanées.

Par le présent **dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DAE)**, IRMG sollicite :

- L'ouverture d'une nouvelle fosse d'extraction dite « **Fosse 4** », comprenant une **extension d'environ 0,8 ha** supplémentaire qui sera utilisée pour le stockage des terres végétales ;
- L'**extension** de la surface actuellement autorisée sur environ **2,38 ha** pour permettre un agrandissement de la verse à stérile Ouest ;
- Le **renouvellement de l'ensemble des installations** existantes sur l'exploitation d'andalousite de Guerphalès (fosses, installations de traitement, installations de stockage des stériles d'extraction et résidus de traitement, circuit des eaux...) **sur les 264,7 ha actuellement autorisés jusqu'en 2036, pour 11 années supplémentaires, soit jusqu'en 2047.**

Le rythme d'extraction maximal restera inchangé, soit 1 500 000 t/an.

Le présent **Tome 2 : Mémoire Technique** a pour objectifs de présenter le projet techniquement afin de pouvoir rattacher les techniques d'exploitation et de traitement de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès aux rubriques de la nomenclature des ICPE et de pouvoir en déduire les sources d'impacts et de dangers sur l'environnement.

Il répond aux exigences de l'Article D. 181-15-2.1.2° du Code de l'Environnement

Les éléments techniques présentés dans ce mémoire serviront donc de base pour les études d'impact et de dangers présentées aux Tomes 3 et 4 de ce dossier.

SOMMAIRE

1	DONNEES DE BASE SUR L’EXPLOITATION D’ANDALOUSITE DE GUERPHALES ET LE PROJET D’OUVERTURE DE LA FOSSE 4	9
1.1	Situation et accès	9
1.2	Le gisement d’andalousite de Guerphalès	11
1.2.1	Contexte géologique.....	11
1.2.2	Caractéristiques minéralogiques	18
1.2.3	Ressources et réserves exploitables en minerai d’andalousite	18
1.3	L’exploitation actuelle	20
1.3.1	Principe général des activités	20
1.3.2	Destination et usages des matériaux produits	22
1.3.3	Production actuelle.....	23
1.3.4	Infrastructures actuelles	24
1.4	Le projet de poursuite de l’exploitation actuelle et d’ouverture de la Fosse 4.....	26
1.4.1	Objectifs du projet	26
1.4.2	Infrastructures à venir	27
1.5	Organisation du site	28
1.5.1	Aménagements et infrastructures du site	28
1.5.2	Engins utilisés.....	31
1.5.3	Personnel	32
1.5.4	Les horaires de fonctionnement du site	32
1.6	Chronologie générale du projet.....	33
1.7	Récapitulatif des données chiffrées du projet	34
1.7.1	Données générales	34
1.7.2	Extraction du minerai	35
1.7.3	Gestion des stériles d’extraction	35
1.7.4	Traitement du minerai.....	36
1.7.5	Gestion des résidus de traitement du minerai	36
1.7.6	Consommations, émissions et déchets.....	37
2	EXTRACTION DU MINERAI D’ANDALOUSITE ET PLAN GESTION DES STERILES D’EXTRACTION.....	38
2.1	Le chantier de décapage de la découverte.....	38
2.2	L’extraction du gisement	38
2.2.1	Les sondages de pré-exploitation	38
2.2.2	L’extraction	40
2.2.3	Gestion des eaux d’exhaure.....	44
2.3	Phasage d’extraction	45
2.4	Plan de gestion des stériles de découverte et d’extraction.....	58
2.4.1	Gestion des terres végétales (terres non polluées) et des stériles de découverte.....	59
2.4.2	Caractérisation des stériles d’extraction	60

2.4.3	Modalités et phasage de stockage des stériles d’extraction	64
2.4.4	Modalités de gestion des eaux des verses à stériles	69
2.4.5	Analyse des solutions alternatives pour la gestion des stériles d’extraction	74
2.4.6	Analyse des risques et positionnement des verses à stériles au regard de la « catégorie A » de l’Arrêté du 19 Avril 2010	75
2.4.7	Procédure de contrôle	79
2.4.8	Bilan hydrique.....	79
2.4.9	Fermeture, remise en état et suivi des verses à stériles.....	81
3	TRAITEMENT DU MINERAI D’ANDALOUSITE ET PLAN DE GESTION DES RESIDUS DE TRAITEMENT DU MINERAI.....	83
3.1	Description du procédé de traitement du minerai.....	83
3.2	Alimentation en eau de procédé	84
3.3	Plan de gestion des résidus de traitement du minerai.....	86
3.3.1	Caractérisation des résidus.....	87
3.3.2	Modalités et phasage de stockage des résidus de traitement du minerai.....	92
3.3.3	Modalités de gestion des eaux	96
3.3.4	Analyse des solutions alternatives pour la gestion des résidus de traitement du minerai	98
3.3.5	Analyse des risques et positionnement des stockages de résidus au regard de la « catégorie A » de l’Arrêté du 19 Avril 2010	99
3.3.6	Procédure de contrôle	103
3.3.7	Bilan hydrique.....	103
3.3.8	Fermeture, remise en état et suivi des installations de stockage de résidus	104
4	GESTION DES EAUX.....	106
4.1	Gestion actuelle	106
4.1.1	Circuit de gestion et de traitement des eaux.....	106
4.1.2	Efficacité du circuit de traitement des eaux	112
4.2	Gestion à venir	113

TABLE DES FIGURES

Figure 1 :	Localisation du projet au 1/25 000	10
Figure 2 :	Contexte géologique régional	12
Figure 3 :	Extrait de la carte géologique au 1/50 000	13
Figure 4 :	Carte et coupe géologique établies par IRMG dans les environs de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès	15
Figure 5 :	Géologie et lithologies au droit des zones d’extraction	17
Figure 6 :	Illustration du modèle d’estimation des ressources de la Fosse 3.....	19
Figure 7 :	Synoptique de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès	21
Figure 8 :	Localisation des principales infrastructures de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès.....	25
Figure 9 :	Illustrations des aménagements et infrastructures présents sur le site IRMG de Guerphalès.....	30
Figure 10 :	Log géologique moyen au droit de la Fosse 4	39
Figure 11 :	Plan de tir type dans le gisement dur.....	41
Figure 12 :	Localisation et design des fosses d’extraction et des zones de stockage de stériles d’extraction et de résidus de traitement du minerai	43
Figure 13 :	Planches de phasage quinquennal d’exploitation.....	46
Figure 14 :	Vues en coupe du phasage d’exploitation	51
Figure 15 :	Vue 3D du phasage d’exploitation	53
Figure 16 :	Schéma conceptuel du mode d’édification des verses à stériles	66
Figure 17 :	Plan de gestion des eaux de la Verse Ouest.....	70
Figure 18 :	Vues en plan et en coupe du réseau de drainage des résurgences potentielles des eaux souterraines sous la Verse Ouest	72
Figure 19 :	Vues en plan et en coupe du complexe d’étanchéité et du réseau de drainage des eaux d’infiltration de la Verse Ouest	73
Figure 20 :	Dispositif d’auscultation des verses à stériles.....	80
Figure 21 :	Flow sheet simplifié des usines	85
Figure 22 :	Illustration de la gestion des eaux de l’extension Est du Sabès	97
Figure 23 :	Schéma du circuit actuel de gestion des eaux de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès	107
Figure 24 :	Illustrations du circuit actuel de gestion des eaux de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès	108
Figure 25 :	Schéma du circuit à venir de gestion des eaux de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès	115
Figure 26 :	Principe de traitement du manganèse sur filtres à sable catalytique et schéma de la nouvelle filière de traitement	116

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Données de production des 10 dernières années sur l’exploitation d’andalousite de Guerphalès	23
Tableau 2 :	Parc matériel IRMG au 21/10/2020	31
Tableau 3 :	Volumes annuels d’exhaure de la Fosse 3	44
Tableau 4 :	Phasage quinquennal d’extraction.....	45
Tableau 5 :	Phasage quinquennal de stockage de la terre végétale et des stériles de découverte	59
Tableau 6 :	Composition chimique moyenne en éléments majeurs des cornéennes à andalousite et des dolérites (CRPG, IRMG, 2020)	60
Tableau 7 :	Composition moyenne en éléments traces métalliques de 4 échantillons de la verse à stériles de Kerroué (IRMG, 2010)	61
Tableau 8 :	Résultats des tests de lixiviation effectués sur 4 échantillons de la verses à stériles de Kerroué (IRMG, 2010)	62
Tableau 9 :	Caractéristiques et capacités des installations de stockage des stériles	64
Tableau 10 :	Phasage quinquennal de stockage des stériles d’extraction.....	67
Tableau 11 :	Analyse préliminaires des risques d’instabilité et de contaminations des eaux au niveau des verses à stériles	78
Tableau 12 :	Bilan hydrique de l’usine de traitement du minerai	86
Tableau 13 :	Composition moyenne en éléments traces métalliques des résidus de traitement du minerai et des boues d’hydroxydes (IRMG, 2010)	87
Tableau 14 :	Résultats des tests de lixiviation effectués sur les résidus de traitement du minerai et des boues d’hydroxydes (IRMG, 2010).....	88
Tableau 15 :	Résultats de la détermination du potentiel acidogène des résidus de traitement du minerai (IRMG, 2010)	89
Tableau 16 :	Caractéristiques et capacités des installations de stockage des résidus secs (Sabès)	92
Tableau 17 :	Caractéristiques et capacités des installations de stockage des résidus humides.....	92
Tableau 18 :	Phasage quinquennal de stockage des résidus de traitement du minerai	95
Tableau 19 :	Analyse préliminaires des risques d’instabilité et de contaminations des eaux au niveau des verses à stériles	101
Tableau 20 :	Volumes d’eau collectés et traités annuellement sur l’exploitation d’andalousite de Glomel	103
Tableau 21 :	Volumes d’eau collectés et traités annuellement sur l’exploitation d’andalousite de Glomel	109
Tableau 22 :	Bilan hydrique de l’usine de traitement du minerai	110

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 :	Fiche produit des concentrés d’andalousite vendus par IRMG
Annexe 2 :	Bordereaux d’analyse des stériles d’extraction et des résidus de traitement du minerai (LABOCEA, 2010)
Annexe 3 :	Analyse du soufre sous forme de sulfure et caractérisation du potentiel acidogène des stériles d’extraction et des résidus de traitement du minerai (BRGM et LEM Nancy, 2010)
Annexe 4 :	Etude géotechnique du projet d’extension de la Verse de Kerroué (MECATER, 2011)
Annexe 5 :	Classification environnementale des installations de stockage des stériles et résidus de l’exploitation d’andalousite de Guerphalès (MECATER, 2011)
Annexe 6 :	Etude d’avant-projet détaillé de conception de la Verse Ouest (MECATER, février 2021)
Annexe 7 :	Photolog des usines
Annexe 8 :	Planches explicatives du calcul des garanties financières

GLOSSAIRE DES TERMES TECHNIQUES EMPLOYÉS

PS : fines de dépoussiérage issues du broyage et de la classification par voie sèche qui sont utilisées, dans des conditions particulières d'humidité et de compactage pour former des couches d'étanchéité au niveau des stockages de stériles

Verse : (=Un terril) est constitué par l'accumulation des stériles, sous-produits de l'exploitation non exploitable

Stériles d'extraction : matériaux issus directement de l'extraction et non valorisables. Ils sont pauvres en andalousite et sont directement stockés en verses (actuellement sur la "Verse de Kerroué" et à l'avenir, sur la "Verse Ouest", mais également en auto-remblayage en Fosse 3 au niveau du périmètre de protection éloigné du captage AEP de Mézouët, du « Vallon digue Cyclonnée », de l'ancienne digue.

Résidus humides : issus du traitement en usine et stockés auparavant sur l'ancienne digue (jusqu'en 2000), puis en Fosse 1 et actuellement (depuis mai 2014) en Fosse 2.

Résidus secs : issus du traitement en usine et qui sont stockés sur une verse dénommée Sabès et seront par la suite stockés vers l'Ouest et le Sud de la verse du Sabès.

Neutralac 1 : station de traitement des eaux qui permet de traiter les eaux acides (située au Sud de la Fosse)

Neutralac 3 : station de traitement des eaux qui permet de traiter les eaux acides à proximité du point de rejet n°1 et qui sera remplacée à terme (mise en service au 1^{er} janvier 2024) par une installation de traitement du manganèse par ozonation

Le terme complet de chaque acronyme utilisé est précisé lors de leur première référence dans le texte.

1 DONNEES DE BASE SUR L’EXPLOITATION D’ANDALOUSITE DE GUERPHALES ET LE PROJET D’OUVERTURE DE LA FOSSE 4

Découvert au début du XX^{ème} siècle, le gisement d’andalousite de Guerphalès est exploité par la société Imerys Refractory Minerals Glomel (IRMG, anciennement Denain Anzin Minéraux Réfractaires et Céramiques puis DAMREC) depuis 1970. **Le site de Glomel est la seule exploitation d’andalousite en France et en Europe**, et même dans l’hémisphère Nord. Les 4 seules autres exploitations d’andalousite dans le monde se situent en Afrique du Sud et en Amérique du Sud.

Le minerai d’andalousite de Glomel présente une grande qualité, qui en fait l’une des rares ressources stratégiques et multi-filières notamment pour l’industrie sidérurgique, aéronautique, automobile, du ciment, du verre et du BTP, mais également avec des déclinaisons pour la fabrication d’appareils du quotidien tels que les téléphones portables ou les puces électroniques. Le site approvisionne près de 200 sites industriels dans 30 pays, représentant environ 11 500 emplois directs et 30 000 emplois indirects. La production commercialisée du site (50 000 à 85 000 t/an de concentré d’andalousite) représente environ **20 % de la production mondiale**.

1.1 SITUATION ET ACCES

La Figure 1 illustre la localisation du site de « Guerphalès ». L’exploitation est située au lieu-dit « Guerphalès » sur la commune de Glomel dans le département des Côtes d’Armor (22), en région Bretagne, à environ 55 km au Sud-Est de Saint-Brieuc (22) et 55 km à l’Est de Quimper (29).

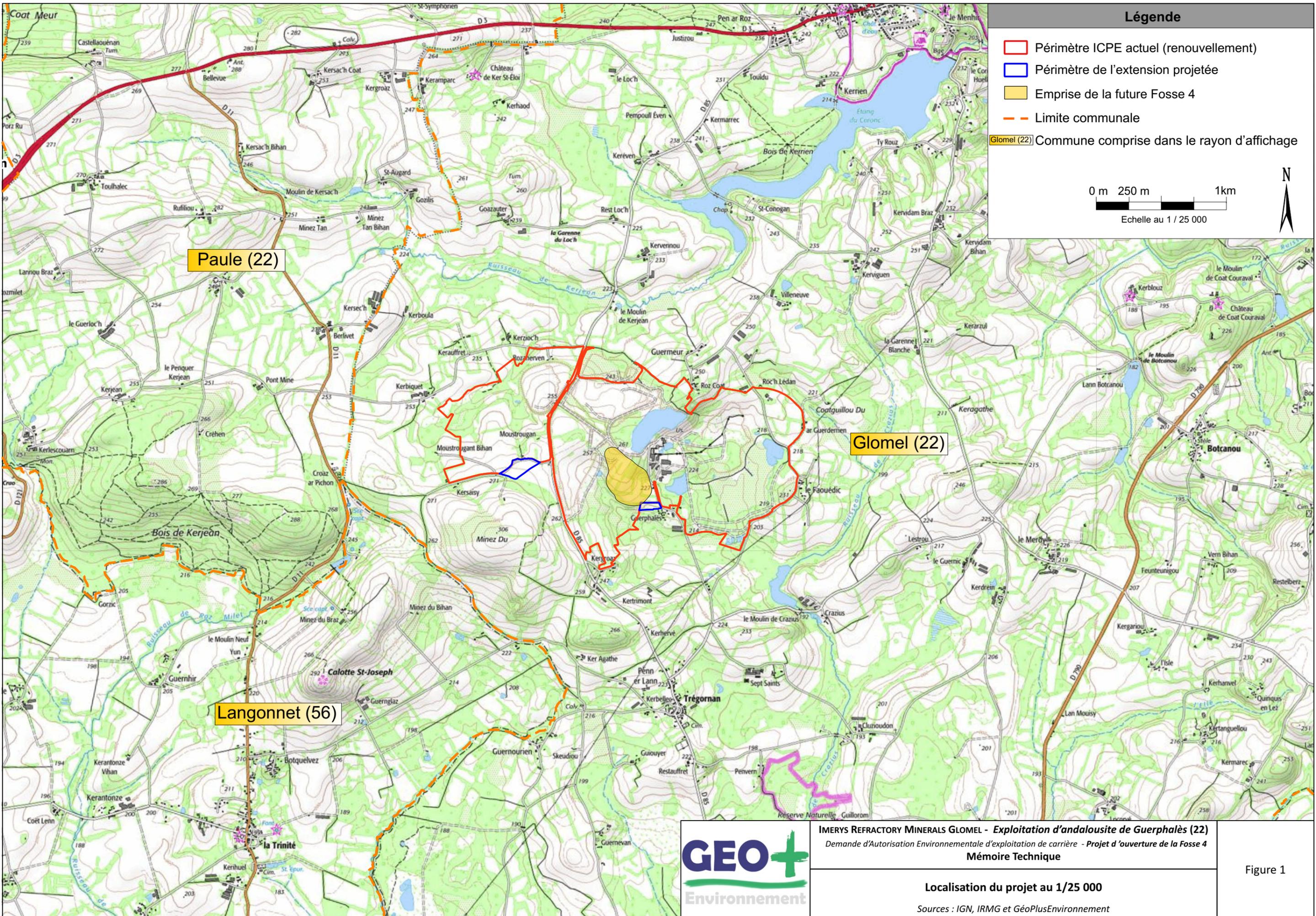
La commune de Glomel est située au Sud-Ouest du département, à la limite du département du Morbihan (56) au Sud et à proximité immédiate du Finistère (29) à l’Ouest.

L’accès au site s’effectue par le Sud, depuis la route départementale (RD) 85 (reliant Glomel à Plouray), puis par la voie communale desservant le hameau de Guerphalès. L’accès au site ne sera pas modifié. La RD85 sépare le site en deux périmètres distincts (à l’Ouest la Fosse 3 et la Verse Ouest, et à l’Est les Fosses 1, 2, le projet de Fosse 4, le Sabès, les usines et la Verse de Kerroué). Le passage des engins entre ces deux secteurs s’effectue par une piste privée réalisée sous la RD 85. Il n’y a donc aucune traversée d’engins liés à l’activité de l’exploitation sur cette route.

Le site se trouve plus précisément (Cf. Figure 1) :

- Au Sud-Ouest (environ 3,1 km) du Bourg de Glomel ;
- A moins de 500 m du ruisseau du Crazius (situé à l’Est du site) ;
- A environ 900 m à l’Est et au Sud du site Natura 2000 « Complexe de l’Est des Montagnes Noires » ;
- A environ 430 m au plus près à l’Est du site Natura 2000 « Rivière Ellé » (périmètre mis à jour en juillet 2020) ;
- Dans un environnement essentiellement agricole (parcelles agricoles et haies bocagères).

La Fosse 4 sera exploitée sur des terrains en très grande partie déjà autorisés et sur une seule parcelle cadastrale en extension (la parcelle G538), actuellement occupée par une prairie. La Verse Ouest sera quant à elle, étendue au Sud sur 2,38 ha.



Légende

- Périmètre ICPE actuel (renouvellement)
- Périmètre de l'extension projetée
- Emprise de la future Fosse 4
- Limite communale
- Glomel (22) Commune comprise dans le rayon d'affichage

0 m 250 m 1km
Echelle au 1 / 25 000



Paule (22)

Glomel (22)

Languonnet (56)



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - Exploitation d'andalousite de Guerphalès (22)
Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - Projet d'ouverture de la Fosse 4
Mémoire Technique

Localisation du projet au 1/25 000

Sources : IGN, IRMG et GéoPlusEnvironnement

Figure 1

1.2 LE GISEMENT D'ANDALOUSITE DE GUERPHALES

Le gisement d'andalousite de Guerphalès représente **20% de la production mondiale d'andalousite** avec une production commercialisée de **50 000 à 85 000 t/an de sables d'andalousite** et approvisionne 200 sites industriels à travers le monde. Le gisement d'andalousite de Guerphalès, du fait de sa teneur (20 à 25% d'andalousite environ), de sa qualité et de ses ressources, est ainsi classé comme **gisement d'intérêt national et européen** dans le Schéma Régional des Carrières de Bretagne.

1.2.1 Contexte géologique

1.2.1.1 *Géologie régionale*

Le gisement d'andalousite de Guerphalès est situé au sein du Massif Armoricaïn. Ce massif est divisé en grands domaines (domaines Nord, Centre et Sud Armoricaïns) séparés les uns des autres par deux zones de failles majeures (ou cisaillements) :

- le Cisaillement Nord Armoricaïn CNA ;
- le Cisaillement Sud Armoricaïn CSA.

L'exploitation d'andalousite de Guerphalès se situe dans le domaine Centre-Armoricaïn, qui occupe l'espace entre les cisaillements Nord et Sud-Armoricaïns (Cf. Illustration 1 Figure 2).

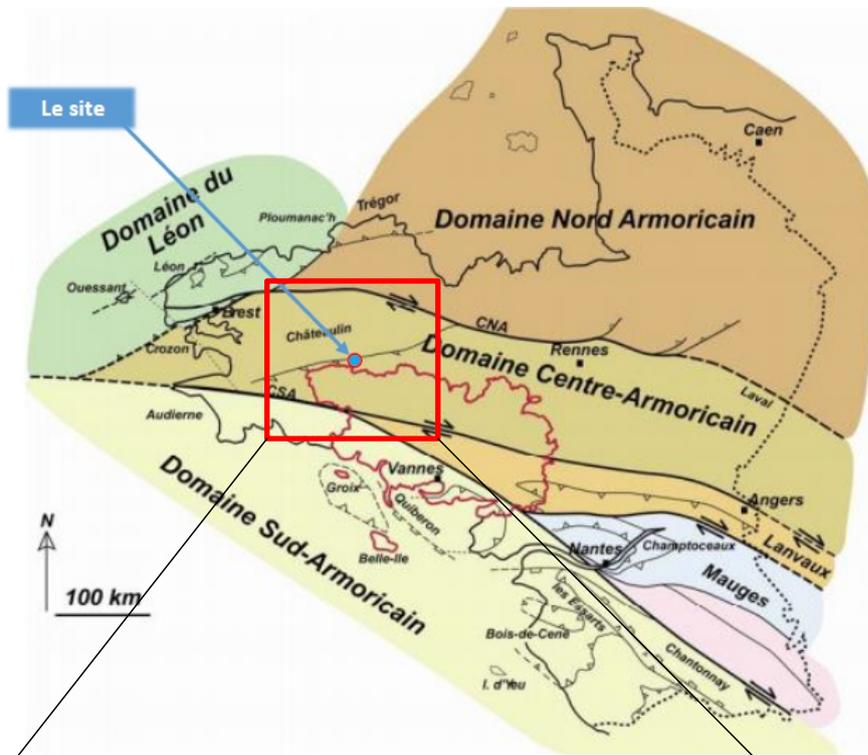
1.2.1.2 *Géologie locale*

La carte géologique présentée en [Figure 3](#), 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.

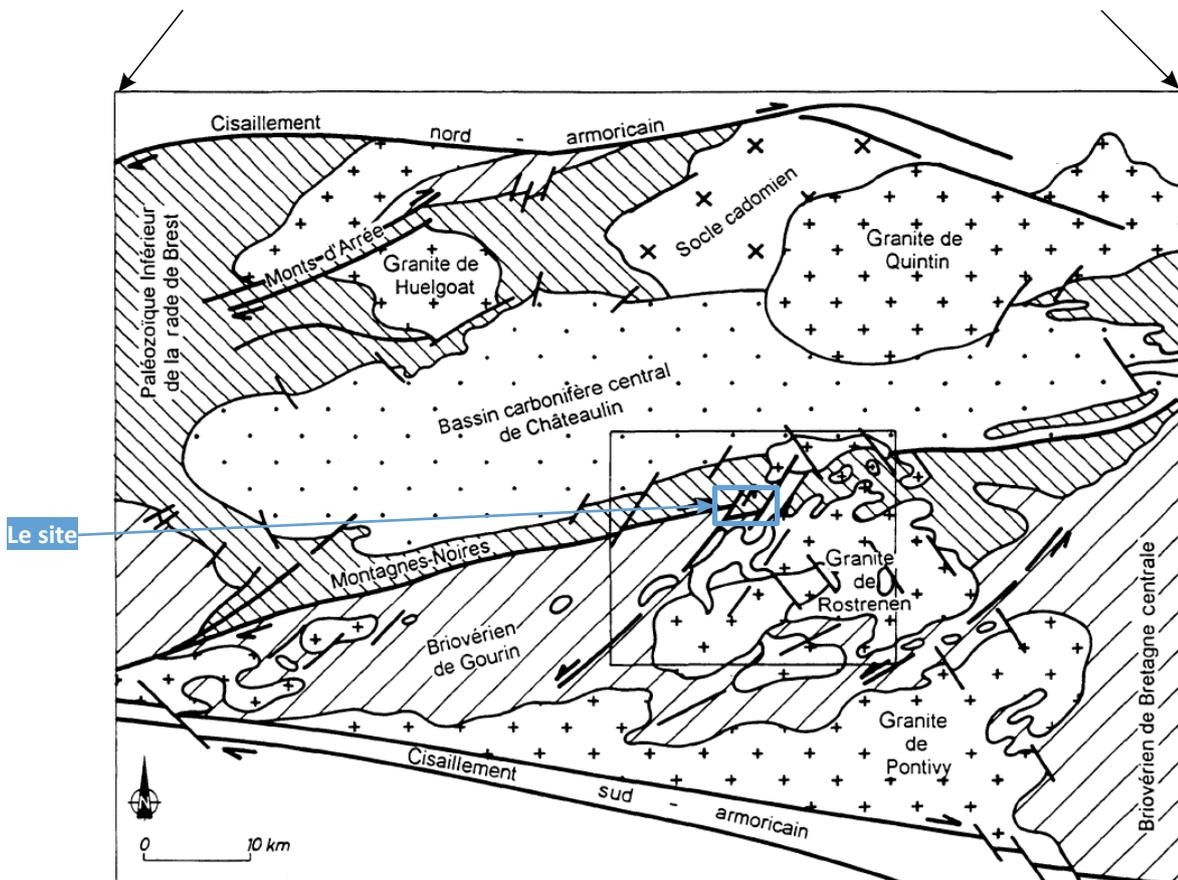
Le secteur d'étude est localisé au sein du domaine Centre armoricaïn, délimité au Nord et au Sud par les deux accidents tectoniques majeurs que sont les cisaillements Nord armoricaïn et Sud armoricaïn.

Le domaine Centre armoricaïn 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 armoricaïn, schistes ardoisiers et quartzites notamment) qui marquent le relief : les **Montagnes Noires** :

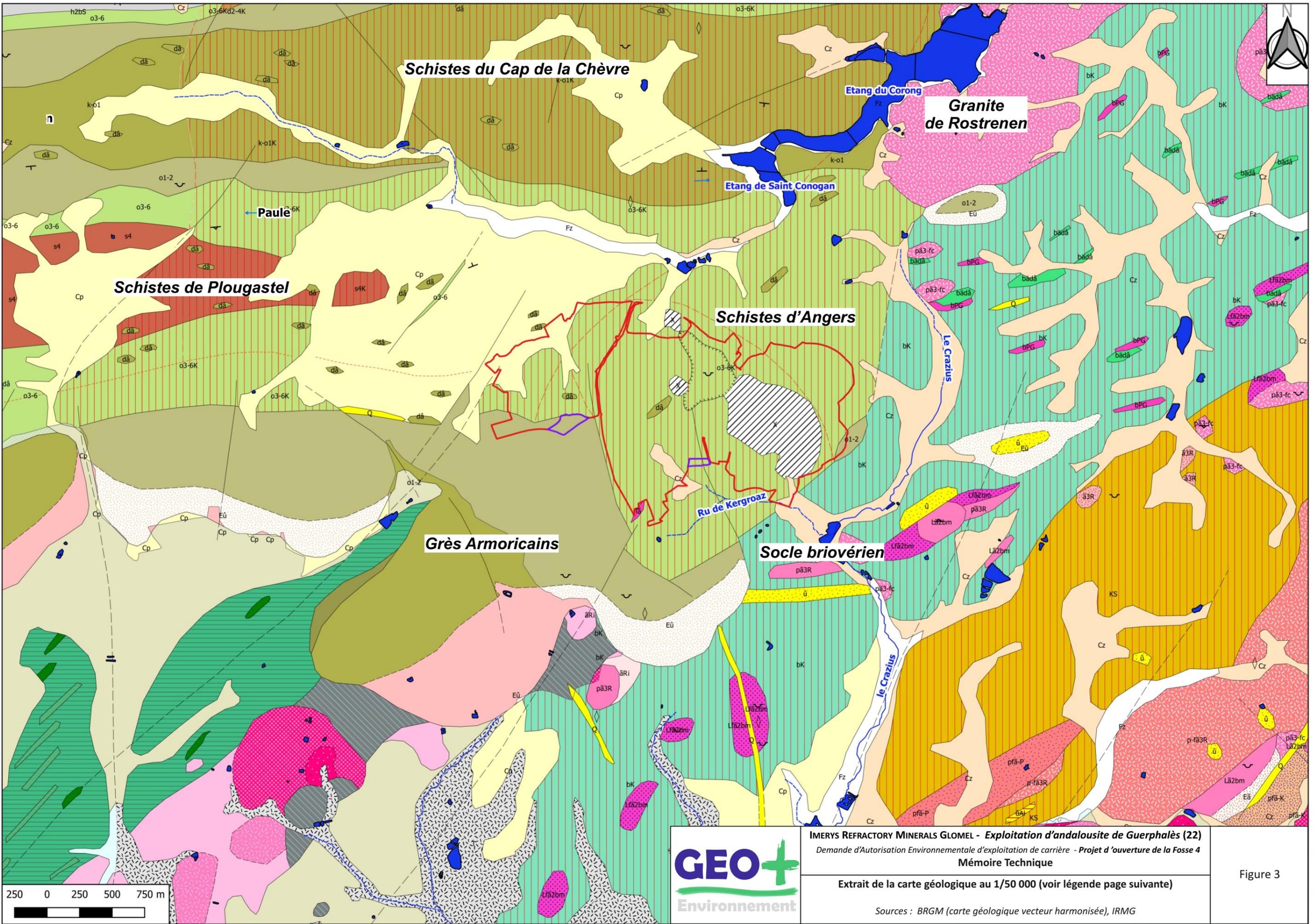
- L'exploitation d'andalousite de Guerphalès se trouve au sein de l'unité des « **Schistes d'Angers** » (435-430 Ma, O3-6 sur la carte géologique au 1/50 000). Cette unité est formée de schistes fins gris sombres, **transformés en cornéenne** par l'intrusion du granite de Rostrenen.
- Les Schistes d'Angers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



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 Armoricain (Extrait de la notice de la carte géologique de Rostrenen)



Schistes du Cap de la Chèvre

Etang du Corong

Granite de Rostrenen

Etang de Saint Conogan

Paule

Schistes de Plougastel

Schistes d'Angers

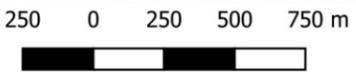
Le Crazius

Ru de Kergroaz

Grès Armoricaïns

Socle briovérien

Le Crazius



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - *Exploitation d'andalousite de Guerphalès (22)*
 Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*
Mémoire Technique

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

Sources : BRGM (carte géologique vecteur harmonisée), IRMG

Figure 3

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 grauweekes 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 - *Exploitation d'andalousite de Guerphalès (22)*
 Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*
Mémoire Technique

Légende de la carte géologique harmonisée

Sources : BRGM (carte géologique vecteur harmonisée), IRMG

Figure 3

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 chiastolite (variété charbonneuse), **dans une matrice sombre à quartz, biotite et muscovite**.

La Figure 4 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 l'ordre de 20 à 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).

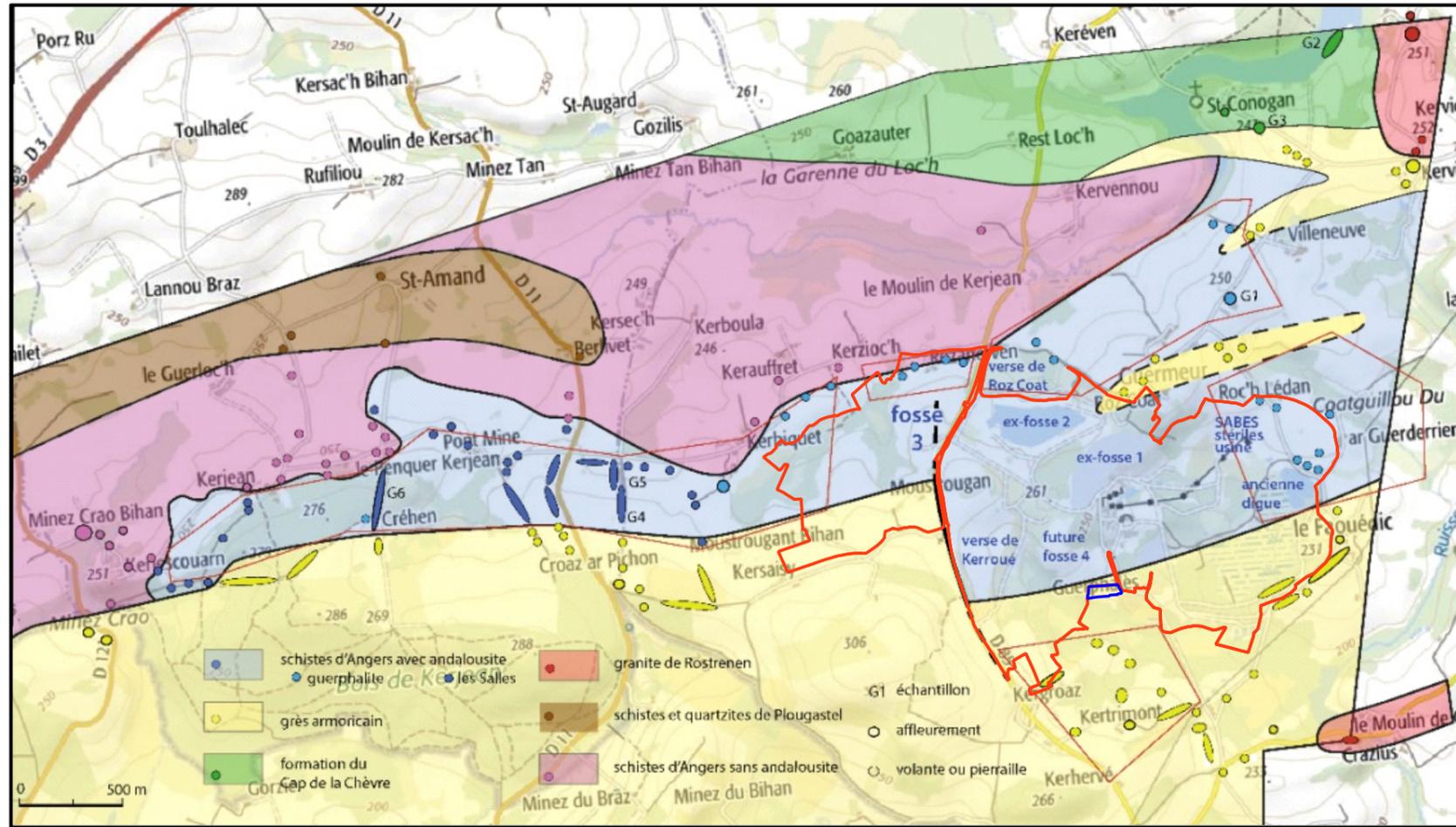
Ces entités géologiques sont recoupées par des **failles sub-verticales majeures**, orientées principalement :

- 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 Armoricains ;
- Selon un axe **N30° à N40°** pour un réseau de fractures secondaires.

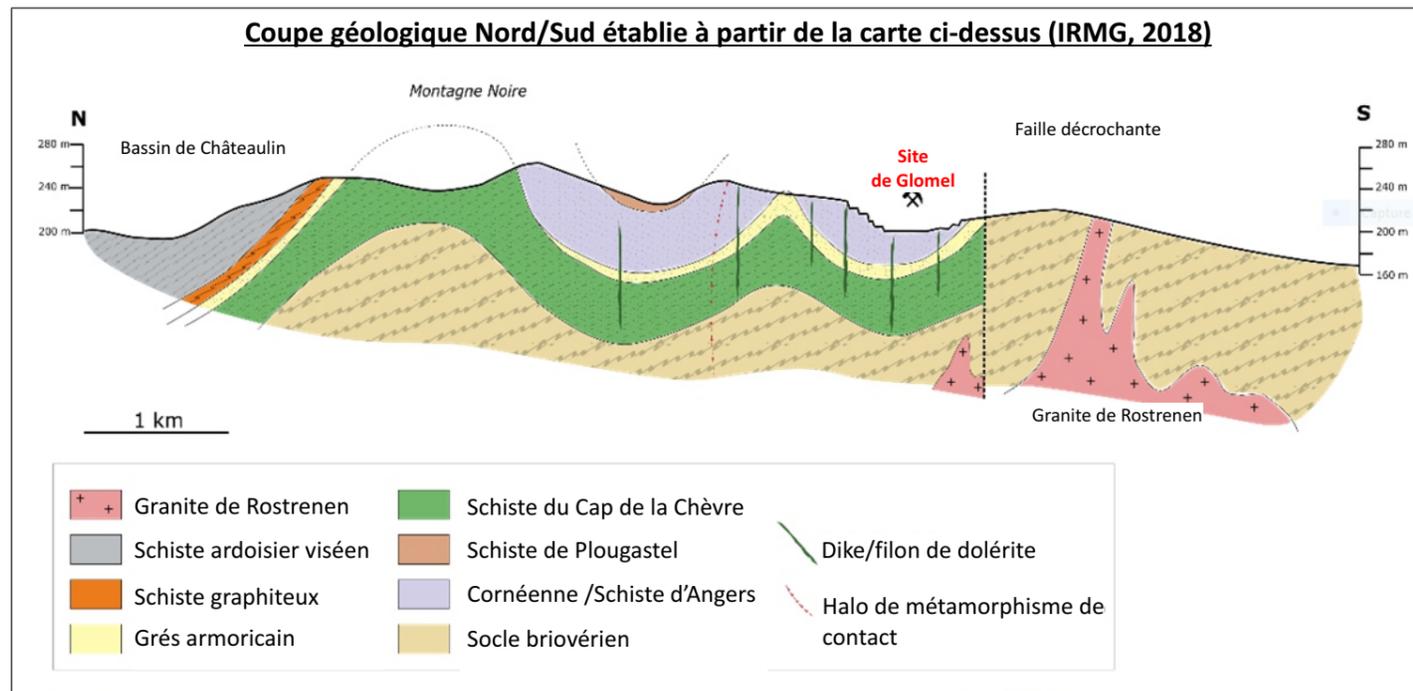
La succession des unités géologiques a été interprétée, par IRMG et E. MARCOUX, comme la succession, du Nord vers le Sud :

- D'un anticlinal au niveau des Montagnes Noires, 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**.

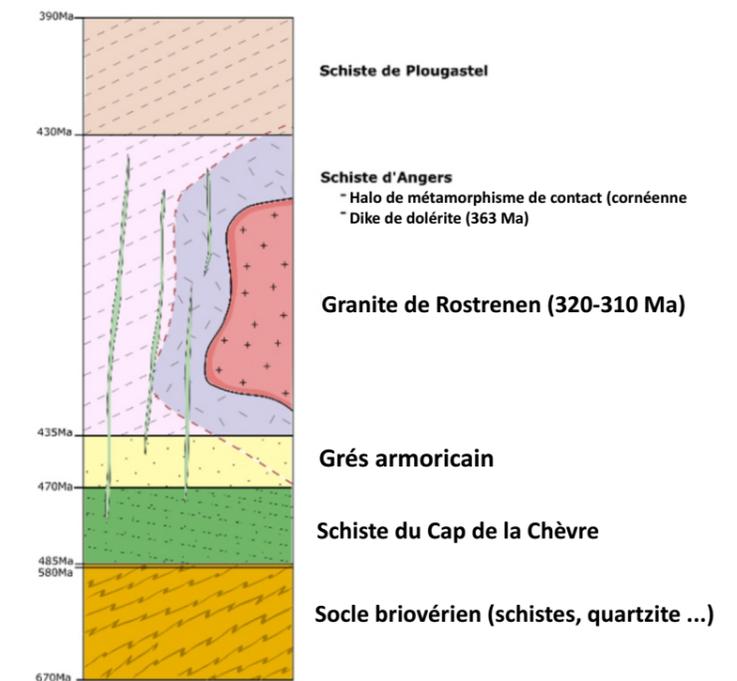
Carte géologique établie par E. MARCOUX (OSUC, Université d'Orléans) pour IRMG en 2018



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



Colonne stratigraphique (IRMG, 2018)



1.2.1.3 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. Figure 4 et Figure 5) 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 fosses d'extraction anciennes (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 5).

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 recoupent 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.

Les stériles d'extraction sont constitués par :

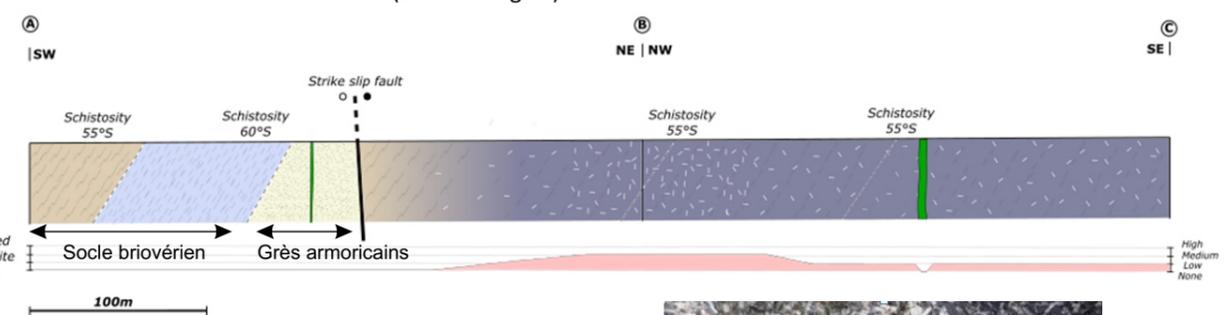
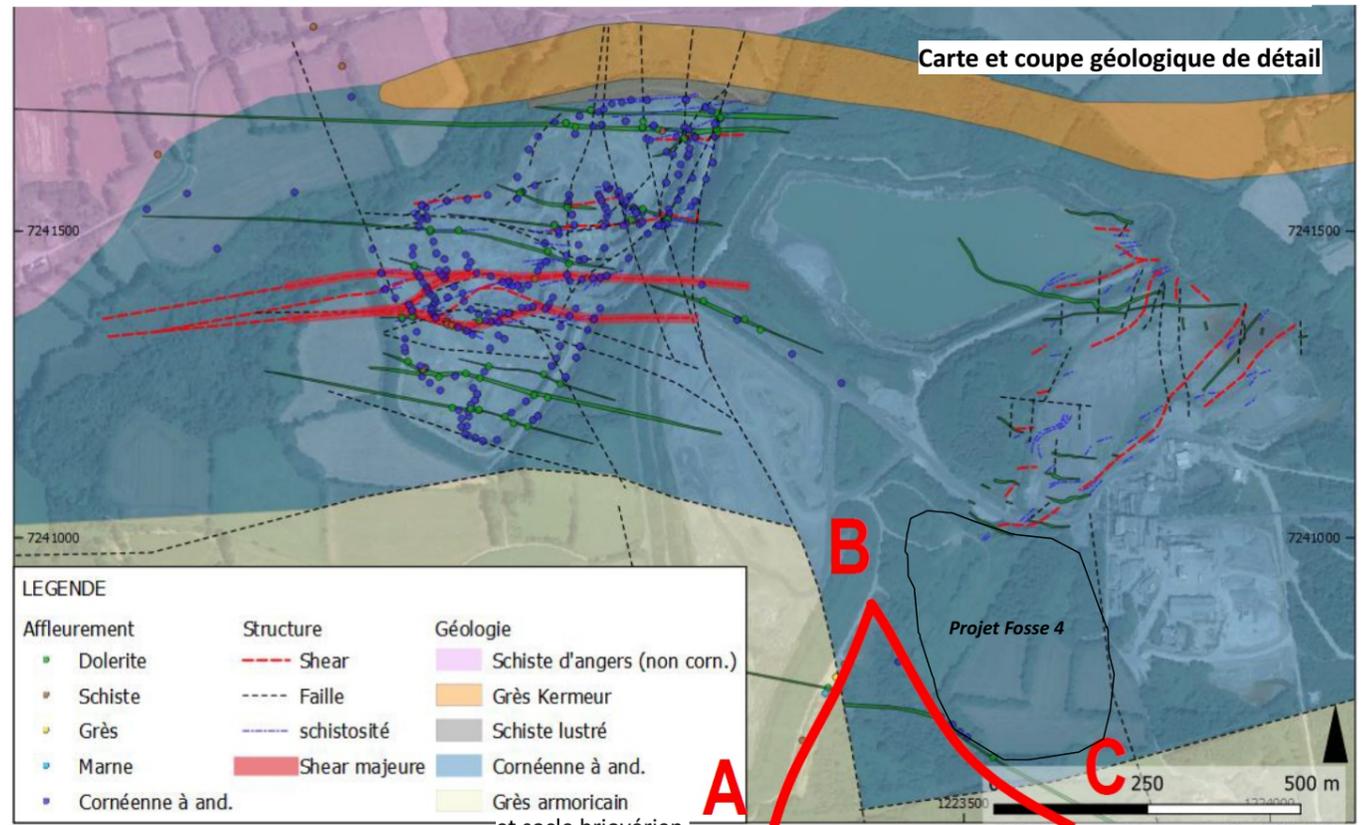
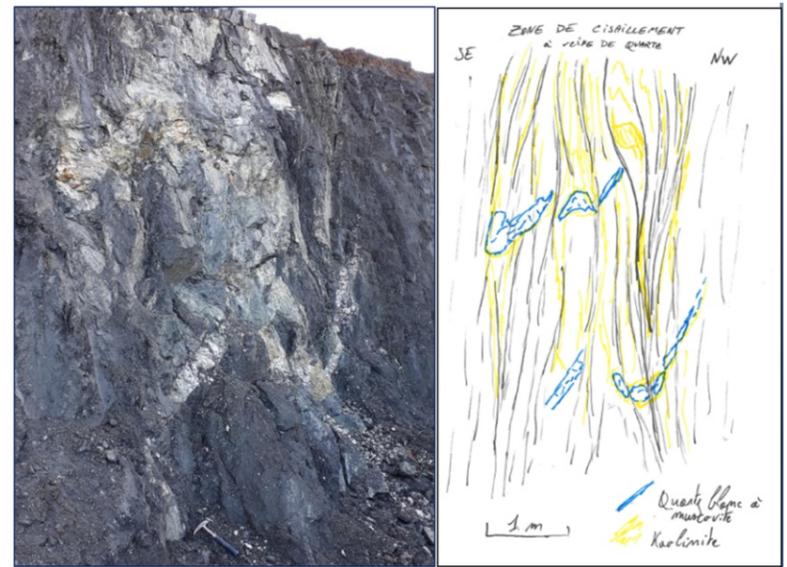
- Les filons de dolérite recoupant le gisement d'Est en Ouest ;
- Les zones de cisaillement à kaolinite et les veines de quartz ;
- Les halos d'altération de ces structures, appauvris en andalousite et plus riche en alcalins (sodium et potassium) ;
- Plus généralement, les schistes/cornéennes à andalousite présentant une teneur en andalousite inférieure à 15,5%.



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



- Dark schiste with white micas :** Very fine, with fine well marked schistosity, crenulation and kaolinite.
- Blue mudstone :** Blue mudstone unconsolidated, with patch of white kaolinite and metric greywacke layer.
- Greywacke :** Blue/yellow greywacke with white micas, very fine and homogeneous.
- Hornfels with andalousite :** Dark schiste with andalousite and white micas, light schistosity.
- Dolerite :** Dyke of massive (méta)dolerite massive, microgrenue



1.2.2 Caractéristiques minéralogiques

Les **schistes à andalousites** exploités sont pétrographiquement une cornéenne à andalousite. La paragenèse compte **neuf minéraux primaires** :

- Cinq majeurs : quartz (SiO_2), biotite ($\text{K}(\text{Mg,Fe})_3\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH,F})_2$), andalousite (AlSi_2O_5), feldspaths ($\text{Na,Ca,K}[\text{Al}(\text{Si,Al})\text{Si}]_2\text{O}_8$) ;
- Trois mineurs : muscovite ($\text{KAl}_2\text{Si}_3\text{AlO}_{10}(\text{OH,F})_2$), ilménite (FeTiO_3) et pyrite (FeS_2) ;
- Un rare, le grenat almandin, présent très localement.

A ces huit minéraux primaires s’ajoutent **cinq minéraux secondaires** issus de l’altération hydrothermale ou météorique :

- La margarite ($\text{CaAl}_2(\text{Al}_2\text{Si}_2)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$) et la muscovite (secondaire), composants de la « damourite » ;
- La chlorite remplaçant la biotite ($(\text{Mg,Fe})_3\text{Mg}[(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2](\text{OH})_6$) ;
- La kaolinite, apparemment peu fréquente ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) ;
- La goethite ($\text{FeO}(\text{OH})$), fréquente mais en vernis et minces lits issus de l’altération supergène de la biotite et donc quantitativement très annexe.

La biotite et la muscovite peuvent renfermer des traces de manganèse.

Enfin la tectonique apporte localement une forte silicification avec quartz blanc bien visible sur le passage des failles cisailantes ainsi que des traces de magnétite (Fe_3O_4), et l’hydrothermalisme apporte des sulfures, du quartz hydrothermal et de la sidérite (FeCO_3) au sein de filons qui empruntent les failles NS à NNW-SSE.

1.2.3 Ressources et réserves exploitables en minerai d’andalousite

En 2019, IRMG a réalisé une estimation de ressources du minerai d’andalousite (cornéenne à andalousite avec une teneur supérieure à 15,5% d’andalousite) de la Fosse 3 sur la base de :

- 90 sondages historiques sur lesquels 587 échantillons ont été prélevés et analysés ;
- 75 sondages réalisés en 2018 sur lesquels 255 échantillons ont été prélevés et analysés.

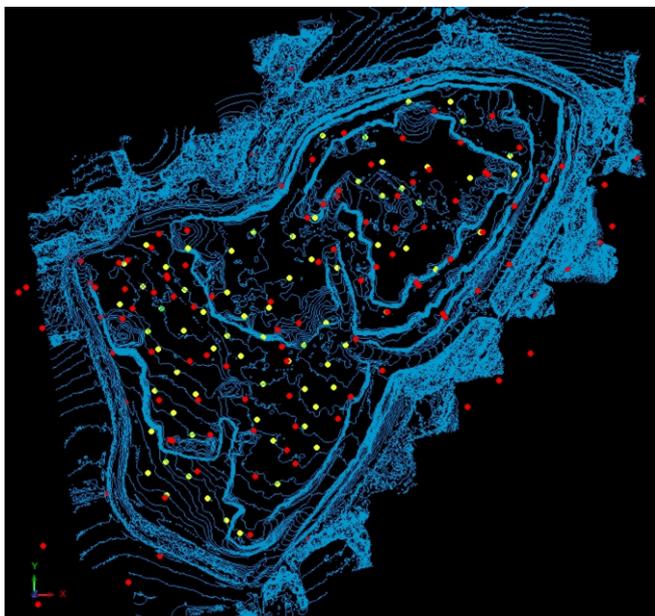
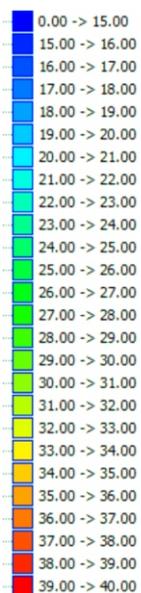
Les échantillons de carotte sont broyés et soumis à une séparation densimétrique par liqueur dense. La teneur en andalousite est assimilée au rendement de séparation densimétrique de la gamme de densité 3,07-3,20 (Alim_307_320).

Les ressources de la Fosse 3 ont été estimées par kriegeage grâce à un modèle de blocs (blocs de 20x20x10 m avec subdivision à 10x10x5 m).

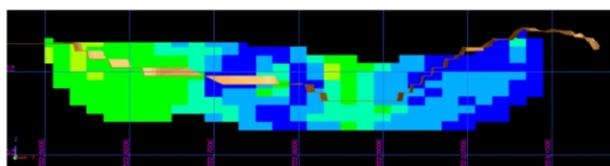
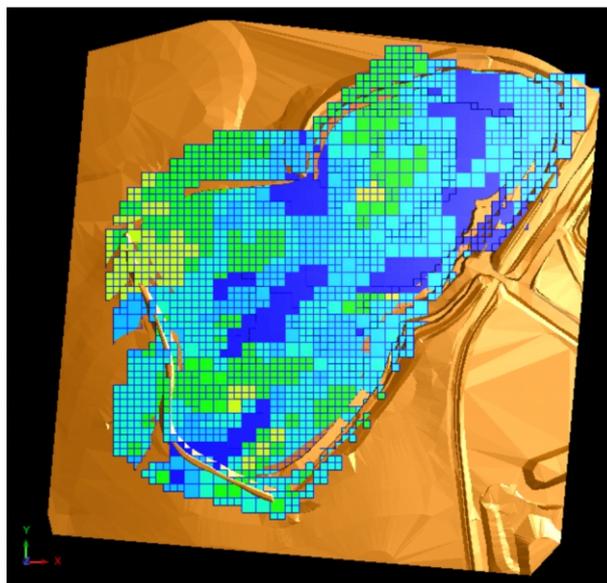
Ressources	Mesurées	Indiquées	Inférées
Tonnage estimé	6 157 000	6 900 000 t	991 000
Teneur moyenne en andalousite	20,94%	19,98%	20,49%

La Figure 6 illustre le modèle d’estimation de ressources établi pour la Fosse 3.

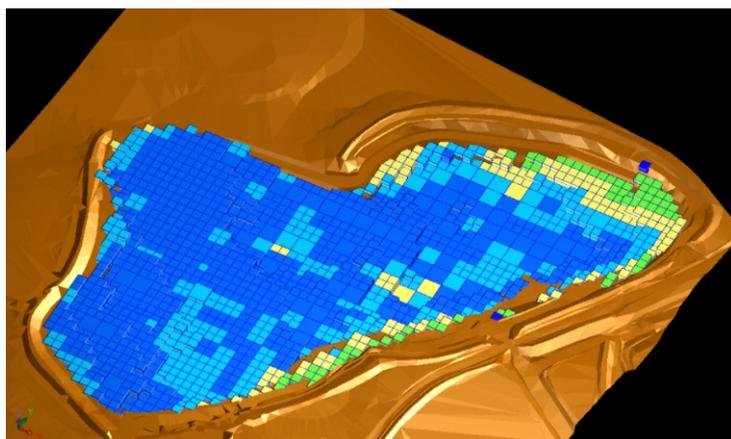
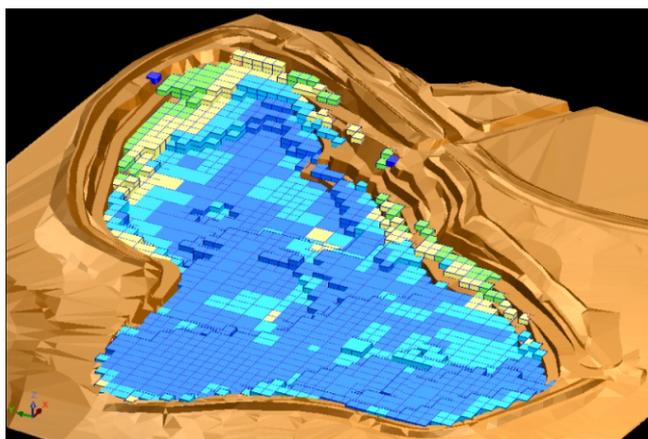
Teneur en andalousite (%)



Sondages disponibles sur la Fosse 3
 Points jaunes : sondages 2018
 Points rouges : sondages historiques

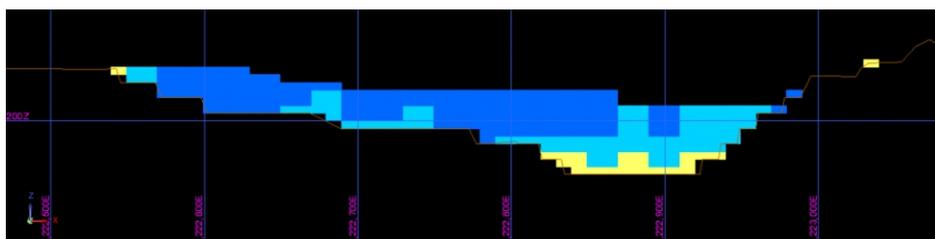
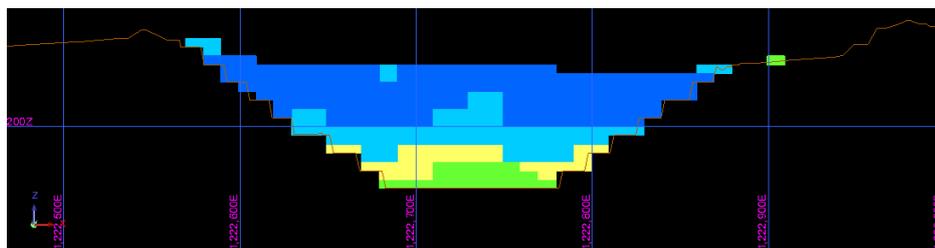


Modèle de bloc des teneurs en andalousite



Modèle de bloc des ressources

■ 1	MESURÉES
■ 2	INDIQUÉES
■ 3	
■ 4	INFÉRÉES



Des ressources totales (mesurées+indiquées+inférées) de **14 048 000 t de minerai à une teneur en andalousite d'environ 20% ont été estimées au premier trimestre 2019 pour la Fosse 3.**

Parmi ces ressources, IRMG considère des **réserves exploitables en Fosse 3 à fin 2019 de 6 870 000 t de minerai à une teneur moyenne de 20% d'andalousite.**

6 sondages carottés ont été réalisés en 2020 par IRMG pour évaluer les ressources du projet de Fosse 4. La mise à jour du bloc modèle est en cours lors de la rédaction du dossier.

Les réserves exploitables estimées par IRMG pour le projet de Fosse 4 sont de 6 475 000 t de minerai à une teneur moyenne de 20% d'andalousite.

1.3 L'EXPLOITATION ACTUELLE

1.3.1 Principe général des activités

L'exploitation des schistes à andalousite est réalisée à ciel ouvert et à sec et par abattage à l'explosif. Actuellement, la fosse en cours d'exploitation est la fosse dite "Fosse 3". Les matériaux extraits sont dans un premier temps abattus à l'explosif. Par la suite, leur devenir varie en fonction de leur teneur en andalousite et de leur dureté :

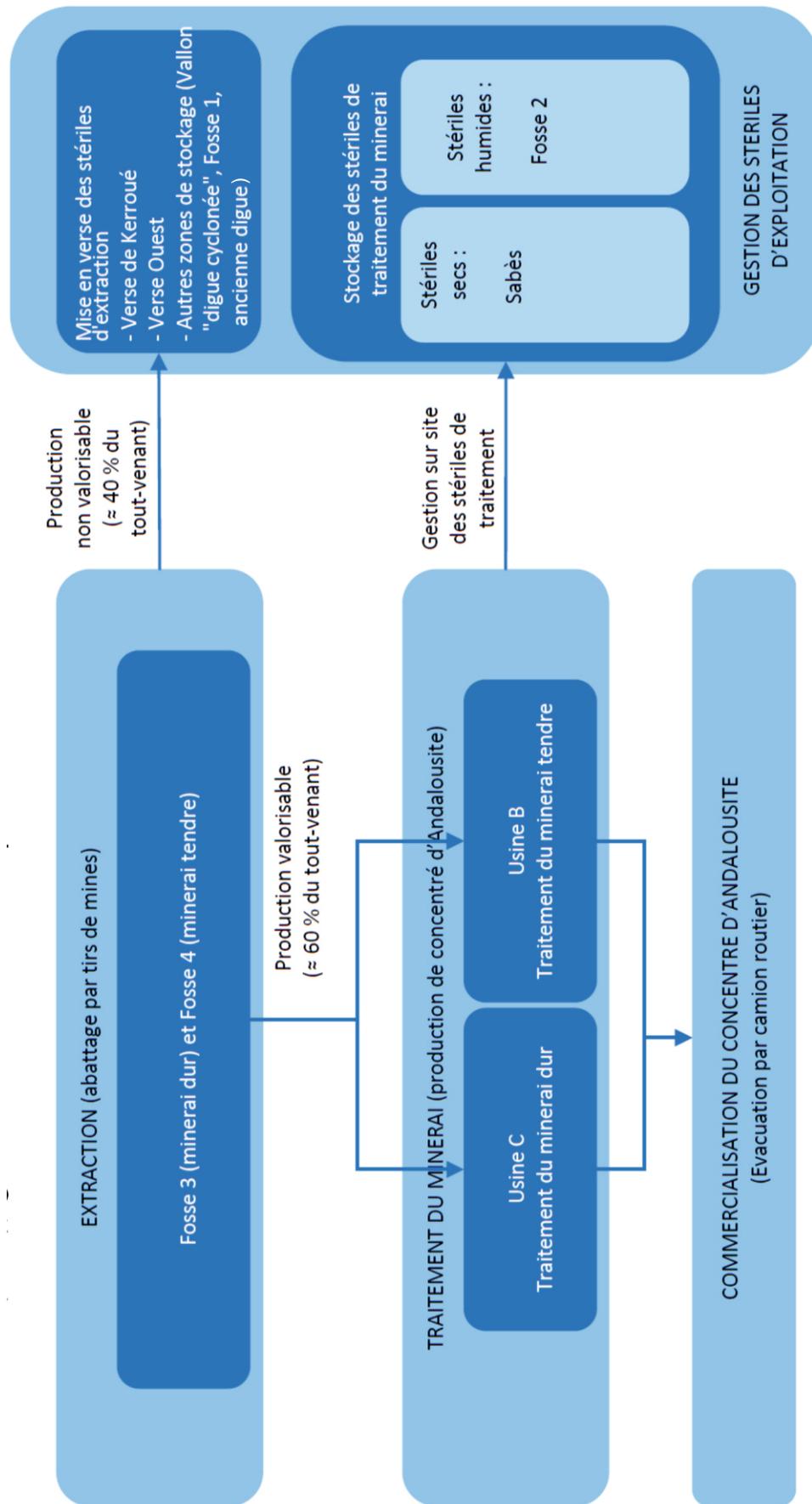
- Les **stériles d'extraction (625 000 t/an au maximum)**, pauvres en andalousite, sont directement stockés en verses (actuellement sur la "Verse de Kerroué" et à l'avenir, sur la "Verse Ouest").
- Le **minerai valorisable (875 000 t/an au maximum)** est acheminé en usine pour être traité :
 - A l'**usine B**, d'une capacité de **70 t/h**, qui traite, par voie humide, le **minerai tendre altéré** (60 % du tonnage entrant), extrait dans la partie superficielle du gisement ;
 - A l'**usine C**, d'une capacité de **40 t/h**, qui traite, par voie sèche, le **minerai dur, sain** (40 % du tonnage entrant), généralement extrait plus en profondeur.

Les traitements du minerai en usine génèrent 2 types de résidus :

- Des **résidus humides**, stockés auparavant sur l'ancienne digue (jusqu'en 2000), puis en Fosse 1 et actuellement (depuis mai 2014) en Fosse 2 ;
- Des **résidus secs** qui sont stockés sur une verse dénommée Sabès.

Les matériaux extraits sont traités sur l'usine du site pour produire un **concentré d'andalousite destiné à l'industrie**. L'andalousite est un **silicate d'alumine (Al_2SiO_5)** dont les caractéristiques physico-chimiques, principalement sa résistance à des températures supérieures à 1 400 °C et aux chocs thermiques, en font une **ressource stratégique nationale et européenne pour la fabrication de matériaux réfractaires** comme les briques des fours destinés aux industries du verre, de l'acier, de la céramique, et de la fonderie.

Le schéma ci-dessous illustre les activités régies par l'Arrêté Préfectoral d'autorisation d'exploiter du 3 août 2018.



1.3.2 Destination et usages des matériaux produits

1.3.2.1 *Produits finaux commercialisés*

Les produits finaux commercialisés (concentrés d'andalousite) se différencient selon plusieurs paramètres :

- La teneur du concentré en alumine Al_2O_3 ;
- La teneur en éléments polluants : fer (Fe_2O_3) et alcalins (sodium Na_2O et potassium K_2O) ;
- La granulométrie.

IRMG commercialise le concentré d'andalousite sous différentes appellations commerciales en fonction des ces paramètres (fiches produit fournies en Annexe 1).

Citons, entre autres :

- **La Kerphalite KF :**
 - Teneur en alumine Al_2O_3 : 60,8 %
 - Teneur en fer Fe_2O_3 : 0,45 %
 - Granulométrie : 15 à 50 % à +200 μm
- **La Kerphalite KA 0,3 – 1,6 mm :**
 - Teneur en alumine Al_2O_3 : 58,7 %
 - Teneur en fer Fe_2O_3 : 1,05 %
 - Granulométrie : 20 à 70 % à +1 mm

Le conditionnement du concentré d'andalousite existe sous différentes formes : benne, citerne, sacs sur palette ou conteneur souple, selon la granulométrie produite et les besoins des clients d'IRMG.

Le concentré d'andalousite produit et commercialisé sur l'exploitation de Guerphalès est principalement employé pour la fabrication de produits réfractaires, destinés à de nombreux secteurs industriels (sidérurgie, cimenteries, industrie du verre...). Il est exporté dans le monde entier.

1.3.2.2 *Sous-produits valorisés*

Bien que la majorité des stériles d'exploitation produits sur le site de Guerphalès présente des caractéristiques mécaniques médiocres ne permettant pas leur commercialisation, plusieurs sous-produits de la production d'andalousite sont valorisés par IRMG :

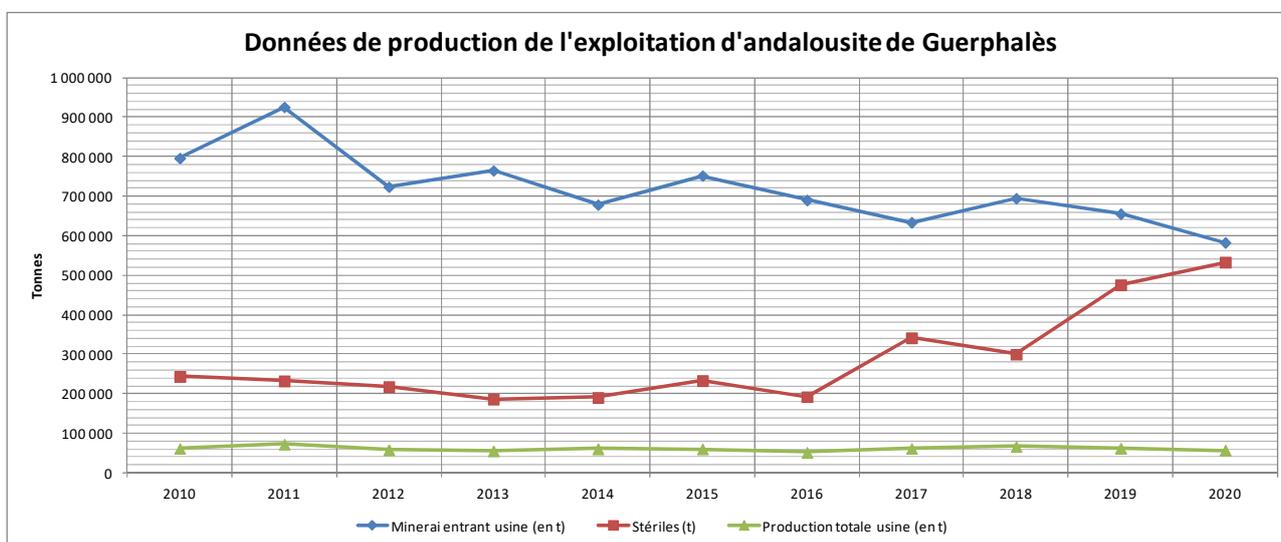
- Des sables (sables « déclassés »), valorisés comme sables drainants de tranchées ou intégrés dans certains enrobés ;
- Les **fines de dépoussiérage ou « PS » (0-300 μm)** du broyage et de la classification par voie sèche qui sont utilisées, dans des conditions particulières d'humidité et de compactage pour former des couches d'étanchéité au niveau des stockages de stériles.

1.3.3 Production actuelle

Le tableau ci-dessous présente la production des 11 dernières années :

Tableau 1 : Données de production des 10 dernières années sur l’exploitation d’andalousite de Guerphalès

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Minerai entrant usine (en t)	796 413	925 635	723 847	765 046	678 580	751 980	690 460	633 856	694 510	655 576	582 907
Stériles (t)	243 811	232 594	218 440	186 830	190 720	233 300	192 640	341 770	299 980	475 710	532 923
Ratio stériles/minerai	31%	25%	30%	24%	28%	31%	28%	54%	43%	73%	91%
Produit fini usine (en t)	61 815	72 383	58 047	55 505	60 713	60 444	51 747	61 805	66 782	62 015	57 570



A noter que depuis 2012, le tonnage de minerai extrait oscille autour d’une moyenne de 685 000 t, pour une production finale en usine relativement stable autour de 60 000 t/an de concentrés d’andalousite.

La quantité de stériles devant être extraite pour maintenir la production de minerai augmente depuis 2014 suite à l’arrêt de l’extraction en Fosse 2 et à un contexte géologique moins favorable en Fosse 3 (zone de cisaillement avec plus de stériles).

La production maximale actuellement autorisée est de 1 500 000 t/an, dont 875 000 t/an de minerai tout-venant et 625 000 t/an de stériles d’extraction.

Le projet d’ouverture de la Fosse 4 ne prévoit aucune augmentation de la production maximale autorisée.

1.3.4 Infrastructures actuelles

Le site de Guerphalès comprend actuellement **trois fosses d'extraction** dont une seule est encore active :

- L'ancienne **Fosse 1 (7,6 ha)**, comblée par des résidus de traitement miniers humides ;
- L'ancienne **Fosse 2 (15,6 ha)** dans laquelle l'extraction a cessé en mai 2014 et qui accueille depuis les résidus de traitement miniers humides produits dans les usines ;
- La **Fosse 3 (19,6 ha)** située à l'Ouest de la RD 85 qui est en cours d'extraction.

Les stériles d'extraction produits sur le site de Guerphalès sont actuellement stockés sur la **Verse de Kerroué (18,6 ha)** située au Sud de la Fosse 2, à l'Est de la RD 85.

Les **résidus de traitement du minerai** produits en usines sont actuellement stockés :

- Sur la **verse dite du Sabès** située à l'Est du site (**28,8 ha**), pour les résidus secs ;
- Dans la **Fosse 2** depuis mai 2014 pour les résidus humides et les boues d'hydroxydes produites par la station de traitement des eaux Neutralac 3.

Le site comprend également une ancienne zone de stockage des résidus humides, appelée **ancienne digue**, située au Sud de la verse du Sabès.

La **plateforme comprenant les usines de traitement du minerai et les installations annexes** (stockages de produits finis, bassins d'alimentation en eau, stockages de carburants, ateliers, aire de lavage des engins, Cf. Figure 8) couvre une surface de **8 ha**, au centre du site, au Sud de la Fosse 1 et à l'Ouest de la verse du Sabès.

L'Arrêté Préfectoral du 3 août 2018, modifié par l'Arrêté Préfectoral Complémentaire du 12 octobre 2020, définit les principales caractéristiques actuelles de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès :

Durées	Durée de l'autorisation dont :	18 ans (jusqu'en 2036)
	Phase d'extraction	15 ans
	Finalisation de la remise en état	3 ans
Surfaces	Surface totale autorisée dont :	264 ha 70 a 83 ca
	Extraction en Fosse 3	20,3 ha
	Fosses 1 et 2 et annexes (stockage des résidus humides de production)	53,9 ha
	Verse à stériles de Kerroué (stockage des stériles d'extraction)	19,8 ha de stockage
	Verses à stériles Ouest (stockage des stériles d'extraction)	17,5 ha dont 11,2 ha de stockage
	Verse du Sabès (stockage des résidus secs de production)	38,3 ha



Légende

<ul style="list-style-type: none"> — Périimètre ICPE — Sollicité à l'extension — Autorisé et sollicité au renouvellement — Bassins de gestion des eaux 	<ul style="list-style-type: none"> — Plan d'eau — Topographie de décembre 2019 — 10 m NGF — 1 m NGF
<ul style="list-style-type: none"> — Bassin versant (SAGE) — Cours d'eau — Permanent — Temporaire 	<ul style="list-style-type: none"> — Infrastructures — Existant — Projet

100 0 100 200 300 m



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - *Exploitation d'andalousite de Guerphalès (22)*
 Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*
Mémoire Technique

Localisation des principales infrastructures de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès

Sources : IGN, IRMG et GéoPlusEnvironnement (2019)

Figure 8

Cotes / Epaisseurs	Cote minimale de fond de fouille de la Fosse 3	160 m NGF
	Profondeur maximale d'extraction en Fosse 3	90 m
	Altitude maximale des verses à stériles d'extraction (verse Kerroué et Verse Ouest)	300 m NGF
	Altitude maximale de la verse du Sabès	249 m NGF
	Altitude maximale de remblaiement de la Fosse 2 par les résidus humides	210 m NGF
Tonnages / volumes	Tonnage maximal autorisé à l'extraction dont :	1 500 000 t/an
	Minerai tout venant	875 000 t/an
	Stériles d'extraction	625 000 t/an
	Production maximale de concentré d'andalousite	85 000 t/an
	Volume maximal de stériles d'extraction stocké	280 000 m ³ /an
Traitement du minerai	Nature du traitement	Concassage-broyage-criblage, séparation magnétique et gravimétrique, séparation électrostatique et flottation, séchage et calcination
	Puissance électrique installée	5,5 MW (5 500 kW)
	Puissance thermique des installations de combustion fonctionnant au gaz naturel (séchateurs et calcinateur)	16,41 MW (16 410 kW)

1.4 LE PROJET DE POURSUITE DE L'EXPLOITATION ACTUELLE ET D'OUVERTURE DE LA FOSSE 4

1.4.1 Objectifs du projet

Les réserves restant à exploiter en **Fosse 3** à fin 2019 sont de **6 870 000 t de minerai à une teneur moyenne de 20% d'andalousite**, dont :

- **2 060 000 t de minerai tendre** alimentant l'usine B, soit **environ 5 ans de réserves** au rythme moyen de production des 10 dernières années ;
- **4 810 000 t de minerai dur** alimentant l'usine C, soit **environ 18 ans de réserves** au rythme moyen de production des 10 dernières années.

Du fait de la capacité de traitement plus importante de l'usine B, le minerai tendre superficiel, moins abondant que le minerai dur, est consommé plus rapidement. Le minerai tendre est actuellement extrait sur la Fosse 3 et les réserves restant à exploiter sont de l'ordre de quelques années seulement.

Aujourd'hui, afin de pérenniser son activité sur le site et **sécuriser l'approvisionnement** en minerai de ses 2 usines, IRMG souhaite poursuivre ses activités extractives sur l'exploitation d'andalousite de Guerphalès en ouvrant **une nouvelle fosse d'extraction appelée Fosse 4**, d'une superficie d'environ **11 ha, en très grande partie (92%) sur des terrains aujourd'hui déjà autorisés**.

L'exploitation simultanée des Fosses 3 et 4 permettra de mieux gérer la qualité du minerai en offrant la possibilité de réaliser des mélanges.

Les réserves exploitables estimées par IRMG pour le projet de **Fosse 4** sont de **6 475 000 t de minerai à une teneur moyenne de 20% d'andalousite**, dont **2 590 000 t de minerai tendre** et **3 885 000 t de minerai dur**.

La **capacité de production de maximale** de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès restera la même qu'actuellement, soit **1 500 000 t/an**, dont **875 000 t/an de minerai tout-venant** et **625 000 t/an de stériles d'extraction**.

Le projet d'ouverture de la Fosse 4 ne prévoit aucune augmentation de la production maximale autorisée.

La **capacité de production** moyenne prise en compte dans le dimensionnement du projet d'exploitation est de **1 120 000 t/an**, dont **630 000 t/an de minerai tout-venant** et **440 000 t/an de stériles d'extraction**.

1.4.2 Infrastructures à venir

A l'avenir, dans le cadre du projet concerné par le présent dossier :

- L'extraction se poursuivra en Fosse 3 et s'étendra sur une **nouvelle fosse, la Fosse 4 (11 ha)**, située au Sud de la Fosse 1, à l'Ouest de la plateforme des usines et à l'Est de la Verse de Kerroué ;
- Les stériles d'extraction seront stockés :
 - Au niveau de la **Verse de Kerroué** ;
 - Au niveau du « **Vallon digue cyclonée** » entre la Fosse 1 et la verse du Sabès (1 ha), et sur l'emprise de la **Fosse 1 (7,6 ha)**, afin de constituer une plateforme stable destinée à accueillir un stockage de stériles du Sabès ;
 - Au niveau de l'**ancienne digue (13 ha)**, afin de constituer une autre plateforme stable destinée à accueillir un stockage de stériles du Sabès ;
 - Au niveau d'une nouvelle verse à stériles dite « **Verse Ouest** » (**12,8 ha dont 2 en extension**), située au Sud de la Fosse 3 et dont le périmètre sera étendu vers le Sud sur les parcelles cadastrales H463, H489 et H490 ;
 - En **auto-remblayage de la Fosse 3 (1,1 ha)**, dans la zone du périmètre de protection éloigné de la prise d'eau de Mézouët.
- Les **résidus humides** sont et seront **stockés** comme actuellement dans la **Fosse 2**.

- Les **résidus secs** seront quant à eux stockés, par ordre de priorité :
 - Au niveau de l'extension de la verse du Sabès actuellement autorisée vers l'Est ou « **extension Sabès** » (9,4 ha) ;
 - Sur les plateformes constituées par le remblaiement de stériles au niveau du « **Vallon digue cyclonée** » et de la **Fosse 1 (6 ha) : extension vers l'Ouest de la verse du Sabès** ;
 - Sur la plateforme constituée par le remblaiement de stériles au niveau de l'**ancienne digue (10,7 ha) : extension vers le Sud de la verse du Sabès**.

Les principales infrastructures existantes et à venir de l'exploitation d'andalousite de Guerphalès sont localisées sur la [Figure 8](#).

1.5 ORGANISATION DU SITE

1.5.1 Aménagements et infrastructures du site

L'ensemble des aménagements et infrastructures déjà présents au niveau du site actuel (Cf. [Figure 9](#)) seront conservés (à l'exception du parking P3 qui sera déplacé car situé sur l'emprise de la Fosse 4). Il s'agit notamment :

- D'un **portail** à l'entrée du site, au niveau de la piste d'accès menant à l'exploitation actuellement autorisée ;
- D'une **clôture** empêchant l'accès au site sur une grande partie du périmètre autorisé ;
- D'un panneau à l'**entrée du site** renseignant l'identification de l'installation, le numéro et la date de l'Arrêté Préfectoral d'autorisation, la raison sociale et l'adresse de l'exploitant, les mentions « chantier interdit au public / risque de noyade / port obligatoire des E.P.I et vêtements à haute visibilité » et « accès interdit aux véhicules et personnes non autorisés », le plan de circulation du site actuel ainsi que les zones en cours d'exploitation et réaménagées ;
- De **panneaux sur le pourtour du site** interdisant la baignade et l'accès au public ;
- De **panneaux limitant la vitesse à 20 km/h sur la zone « usine » et 30 km/h en carrière** ;
- De **3 parkings** dont le parking P3, situé en bordure de Fosse 4 et qui sera déplacé à proximité du magasin ;
- D'une **aire de ravitaillement** sur une plate-forme étanche formant rétention, équipée d'un point bas permettant de récupérer la totalité des eaux ou des liquides résiduels ;
- D'un **hangar de stockage pour les huiles et les graisses** ;
- D'un **magasin pour les pièces de rechange et l'outillage** ;
- D'un **atelier « électrique »** ;
- D'un **atelier « mécanique »** ;
- De **magasins de stockage** (produits finis) ;
- De **bureaux administratifs** ;



- D'un **laboratoire** ;
- De **vestiaires et réfectoires** ;
- D'un **pont-bascule**.

En plus, dès l'obtention de l'autorisation de renouvellement et d'extension, le site sera équipé :

- D'une **clôture** au niveau de l'extension ;
- D'un **nouveau parking** en remplacement du parking P3 ;
- D'un **nouveau plan de circulation** qui sera mis en place prenant en compte le secteur en extension et le nouveau parking P3 ;
- D'un **nouveau panneau à l'entrée du site** qui prendra en compte notamment la localisation du nouveau parking P3 ;
- Des **panneaux sur le pourtour du site** interdisant l'accès au public qui seront rajoutés au niveau des secteurs en extension ;
- Des **panneaux limitant la vitesse à 30 km/h** seront rajoutés au niveau de la Fosse 4 notamment.

1.5.2 Engins utilisés

Les engins présents sur le site sont notamment composés de chargeuses, tombereaux, boteur sur chenille, pelles excavatrices, foreuse, chariots élévateurs, ...

La liste complète du matériel des engins utilisés sur site, mise à jour au 21 octobre 2020, est présentée ci-dessous.

Tableau 2 : Parc matériel IRMG au 21/10/2020

Type d'engin	Genre	Marque	Modèle	Mise en service	Année de fabrication
Chargeuse sur pneus	> 3,5 T	VOLVO	L 350 F	04/02/2016	2015
Chargeuse sur pneus	> 3,5 T	KOMATSU	WA 200-8	14/04/2018	2018
Chargeuse sur pneus	> 3,5 T	KOMATSU	WA 470-8	15/05/2020	2020
Pelle à chenilles	> 3,5 T	VOLVO	EC750EL	03/05/2017	2017
Boteur	> 3,5 T	KOMATSU	D65 EX-15EO	13/05/2014	2007
Compacteur	> 3,5 T	HAMM	3520	24/01/2014	2005
Niveleuse	> 3,5 T	VOLVO	G 900	19/08/2019	2006
Tombereau rigide	> 3,5 T	KOMATSU	HD 605-8	16/02/2018	2018
Tombereau rigide	> 3,5 T	KOMATSU	HD 605-7EO	16/06/2016	2016
Tombereau rigide	> 3,5 T	KOMATSU	HD 605-8	13/11/2018	2018
Foreuse	> 3,5 T	EPIROC	T45-10SF	04/12/2019	2019
Compresseur sur roues	< 3,5 T	KAESER	M 43	26/03/2015	2005
Pulvérisateur	> 3,5 T	ARLAND	PT62 C226	25/02/2020	2020
Tonne à carburant	> 3,5 T	ARMOR	TE45	01/01/1997	1997
Tonne à eau	> 3,5 T	PICHON	TC1 12600	12/06/2018	2007
Chariot élévateur	> 3,5 T	MANITOU	MH 25-4T Buggie	16/06/2014	2014
Chariot élévateur	> 3,5 T	FENWICK	E25	30/11/2018	2018
Chariot élévateur	> 3,5 T	FENWICK	H30T	01/05/2019	2018
Chariot élévateur	> 3,5 T	MANITOU	M26-2T	22/12/2016	2011
Chariot élévateur	> 3,5 T	DOOSAN	D30S-7	06/10/2016	2016

Type d'engin	Genre	Marque	Modèle	Mise en service	Année de fabrication
Chariot télescopique	> 3,5 T	MANITOU	MT 932 EASY 75 D	01/03/2019	2018
Nacelle élévatrice	> 3,5 T	MANITOU	160 ATJ E3	01/01/2019	2017
Mini-chargeuse	< 3,5 T	IMER	AS 12	18/12/2017	2017
Mini-chargeuse	< 3,5 T	KOMATSU	SK714-5	02/03/2015	2015
Camion benne	> 3,5 T	MAN	TGS	21/08/2019	2019
Balayeuse	< 3,5 T	NILFISK	SR1601-D3	04/09/2012	2012
Véhicule 4X4	< 3,5 T	ISUZU	D-MAX CREW 2,5L	01/04/2011	2011
Véhicule 4X4	< 3,5 T	ISUZU	D-MAX	16/12/2015	2015
Véhicule 4X4	< 3,5 T	ISUZU	D-MAX	10/07/2019	2019
Véhicule 4X4	< 3,5 T	ISUZU	D-MAX	10/07/2019	2019
Véhicule 4X4	< 3,5 T	ISUZU	D-MAX	10/07/2019	2019
Véhicule 4X4	< 3,5 T	ISUZU	D-MAX	10/07/2019	2019
Tracteur 4 roues motrices	> 3,5 T	MF	MF6712S	28/11/2017	2017

Les engins miniers sont en leasing et régulièrement renouvelés pour pouvoir bénéficier des dernières évolutions en matière de consommation en carburant, émissions sonores et émissions de gaz et poussières de combustion.

1.5.3 Personnel

Une centaine de salariés travaillent sur le site (opérateurs, employés administratifs, encadrement, ...). Le projet présenté dans ce dossier n'apportera pas de modification sur le nombre de personnes employées sur site, mais **pérenisera les emplois jusqu'en 2047** (contre 2036 aujourd'hui).

1.5.4 Les horaires de fonctionnement du site

Les horaires d'activité sont et seront les suivants :

		Semaine				Week-end & Jours fériés (4 équipes)		Week-end & Jours fériés (5 équipes)	
		P1	P2	P3	J	Samedi	Dimanche	Samedi	Dimanche
Usine	Horaire	5h-13h	13h-21h	21h-5h	8h-16h30	5h-17h	17h-5h	5h-17h / 17h-5h	5h-17h / 17h-5h
	Activité	Production	Production	Production	Maintenance	Production	Production	Production	Production
Carrière	Horaire	5h-13h	13h-21h		7h-15h30	7h-15h		7h-15h	7h-15h
	Activité	Roulage	Roulage		Minage Stériles	Reprise concasseur et/ou roulage		Reprise concasseur et/ou roulage	Reprise concasseur

1.6 CHRONOLOGIE GENERALE DU PROJET

Phases quinquennales	Phase 0		Phase 1					Phase 2					Phase 3					Phase 4					Phase 5				
Années	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047
Dépôt et instruction du DAE Fosse 4																											
Seuil de rejet à 6 mg Mn/L																											
Obtention du nouvel AP autorisant la poursuite de l'exploitation et l'ouverture de la Fosse 4																											
Mise en service de la nouvelle unité de traitement des eaux et seuil de rejet à 2 mg Mn/L																											
Extraction en Fosse 3																											
Extraction en Fosse 4																											
Travaux de décapage et d'étanchéification de la base de la Verse Ouest																											
Stockage des stériles sur la Verse de Kerroué																											
Stockage des stériles sur la Verse Ouest																											
Stockage des stériles en Fosse 3																											
Extension du Sabès vers l'Est																											
Extension du Sabès vers l'Ouest (Fosse 1)																											
Extension du Sabès vers le Sud (ancienne digue)																											
Finalisation des travaux de remise en état																											

1.7 RECAPITULATIF DES DONNEES CHIFFREES DU PROJET

1.7.1 Données générales

		Autorisation actuelle (Arrêté Préfectoral du 3 août 2018)	Autorisation sollicitée
Durées	Durée de l'autorisation dont :	18 ans (2018-2036)	25 ans (2023 – 2047)
	Phase d'extraction	15 ans	20 ans
	Finalisation de la remise en état	3 ans	5 ans
Surfaces	Surface totale autorisée	264 ha 70 a 83 ca	267 ha 64 a 38 ca Renouvellement sur 264 ha 45 a 97 ca Extension sur 3 ha 18 a 41 ca
Tonnages / volumes totaux	Réserves en minerai d'andalousite	6 870 000 t en fosse 3 (à fin 2019)	11 455 000 t dont 4 980 000 t en Fosse 3 6 475 000 t en Fosse 4
	Stériles d'extraction Ratio stérile/minerai Fosse 3 = 0,79 Ratio stérile/minerai Fosse 4 = 0,6	5 395 000 t en fosse 3 (à fin 2019)	8 730 000 t dont 3 910 000 t en Fosse 3 4 820 000 t en Fosse 4
	Tonnage total à extraire	12 265 000 t en fosse 3 (à fin 2019)	20 185 000 t dont 8 890 000 t en Fosse 3 11 295 000 t en Fosse 4
	Volume total à extraire Densité en place = 2,7 (minerai et stériles)	4 545 000 m ³ en fosse 3 (à fin 2019)	7 475 000 m³ dont 3 290 000 m ³ en Fosse 3 4 185 000 m ³ en Fosse 4
	Volume total de stériles à stocker Densité des stériles foisonnés = 2,2	2 450 000 m ³	3 970 000 m³
	Volume total de résidus secs (Sabès) à stocker Densité = 1,6 48% du minerai	2 550 000 m ³	3 440 000 m³
	Volume total de résidus humides (PGP) à stocker Densité = 1,7 37% du minerai	1 950 000 m ³	2 495 000 m³
Tonnages / volumes totaux annuels	Tonnage maximal autorisé à l'extraction dont :	1 500 000 t/an max 1 000 000 t/an moy	1 500 000 t/an max 1 120 000 t/an moy
	Minerai tout venant	875 000 t/an max 600 000 t/an moy	875 000 t/an max 630 000 t/an moy
	Stériles d'extraction	625 000 t/an max 400 000 t/an moy	625 000 t/an max 490 000 t/an moy
	Production maximale de concentré d'andalousite	85 000 t/an max 60 000 t/an moy	85 000 t/an max 65 000 t/an moy
	Volume maximal de stériles d'extraction stocké Densité des stériles foisonnés = 2,2	280 000 m ³ /an max	280 000 m ³ /an max 220 000 m ³ /an moy

1.7.2 Extraction du minerai

		Autorisation actuelle (Arrêté Préfectoral du 3 août 2018)	Autorisation sollicitée
Zones d'extraction et surfaces		Fosse 3 : 20,3 ha	Fosse 3 : 20,3 ha Fosse 4 : 11 ha
Géométrie des Fosses d'extraction	Cote minimale de fond de fouille	160 m NGF en Fosse 3	Inchangée
	Dénivelé maximal des fosses	90 m en Fosse 3	90 m en Fosse 3 100 m en Fosse 4
	Hauteur maximale et pente des gradins	10 m / 85°	Inchangé
	Largeur minimale des banquettes	10 m en exploitation 5 m après remise en état	Inchangé
Tirs de mines	Nombre de tirs	5 maximums /semaine (80 tirs /an en moyenne)	Inchangé
	Charge unitaire	100 kg maximum	Inchangé
	Vitesse particulière	5 mm/s au niveau des constructions avoisinantes	Inchangé
	Distance minimale aux habitations les plus proches	200 m	Inchangé
Pompage d'exhaure		266 000 m ³ /an (30 m ³ /h) en Fosse 3 (moyenne 2018-2020)	195 000 à 310 000 m ³ /an (22 à 35 m ³ /h) en Fosse 3 65 000 à 130 000 m³/an (7 à 15 m³/h) en Fosse 4

1.7.3 Gestion des stériles d'extraction

		Autorisation actuelle (Arrêté Préfectoral du 3 août 2018)	Autorisation sollicitée	
Zones de stockage des stériles et surfaces de stockage	Verse de Kerroué	19,8 ha	Verse de Kerroué	Inchangé
			Verse Ouest	12,8
			Vallon 1435	1 ha
	Verse Ouest	11,2 ha	Fosse 1	7,6 ha
			Ancienne digue	13 ha
			Fosse 3	2,3 ha
Géométries	Verse de Kerroué	Pente intégratrice de 2/1 (27°) Banquette de 4 m de large tous les 10 m Cote maximale de 300 m NGF 53 m de hauteur maximum	Verse de Kerroué	Inchangé
			Verse Ouest	Inchangé
			Vallon 1435	Remblaiement d'un thalweg jusqu'à la cote 231 m NGF
	Verse Ouest	Pente intégratrice de 2/1 (27°) Banquette de 4 m de large tous les 10 m Cote maximale de 300 m NGF 37 m de hauteur maximum	Fosse 1	Régalage d'une couche de stériles jusqu'à la cote 239 m NGF 1 à 3 m d'épaisseur
			Ancienne digue	Régalage d'une couche de stériles jusqu'à la cote 223 m NGF 4 m d'épaisseur
			Fosse 3	Remblaiement partiel de la Fosse 3 jusqu'à la cote 231 m NGF

		Autorisation actuelle (Arrêté Préfectoral du 3 août 2018)		Autorisation sollicitée	
Capacité de stockage	Verse de Kerroué	4 400 000 m ³	Verse de Kerroué	1 080 000 m ³	
			Verse Ouest	2 022 000 m ³	
			Vallon 1435	50 000 m ³	
	Verse Ouest	1 500 000 m ³	Fosse 1	100 000 m ³	
			Ancienne digue	360 000 m ³	
			Fosse 3	1 175 000 m ³	
	Total	5 900 000 m ³	Total	4 787 000 m ³	

1.7.4 Traitement du minerai

		Autorisation actuelle (Arrêté Préfectoral du 3 août 2018)		Autorisation sollicitée	
Traitement du minerai	Nature du traitement	Concassage-broyage-criblage, séparation gravimétrique, magnétique et densimétrique, séparation électrostatique et flottation, séchage et calcination		<i>Identique</i>	
	Stockage de ferro-silicium (medium de séparation densimétrique)	Dépôt de 25 t maximum Surface de 200 m ²		<i>Identique</i>	
	Besoins en eau (moyenne 2015-2019)	1 730 000 m ³ /an dont 1 005 000 m ³ /an recyclés (58% de recyclage) 725 000 m ³ /an prélevés sur le site (eaux d'exhaure et ruissellement)			
	Puissance électrique installée	5,5 MW (5 500 kW)		<i>Identique</i>	
	Puissance thermique des installations de combustion fonctionnant au gaz naturel (sécheurs et calcinateur)	Sécheur usine B : 5,1 MW Sécheur usine C : 7 MW Calcinateur : 2,25 MW Sécheur affinage : 1,75 MW Total : 16,41 MW (16 410 KW)		<i>Identique</i>	

1.7.5 Gestion des résidus de traitement du minerai

		Autorisation actuelle (Arrêté Préfectoral du 3 août 2018)		Autorisation sollicitée	
Zones de stockage des résidus et surfaces de stockage	Verse du Sabès et extension Est	38,3 ha	Extension Est de la verse du Sabès	9,1 ha	
			Extension Ouest de la verse du Sabès (plateforme Vallon 1435 et Fosse 1)	5,7 ha	
			Extension Sud de la verse du Sabès (plateforme Ancienne digue)	8,2 ha	
	Fosse 2 (stockage des résidus humides)	13,9 ha	Fosse 2 (stockage des résidus humides)	15,6 ha	

		Autorisation actuelle (Arrêté Préfectoral du 3 août 2018)		Autorisation sollicitée	
Géométries	Verse du Sabès et extension Est	Pente intégratrice : 30° Cote maximale : 246 m NGF (26 m de hauteur maximum)	Extension Est de la verse du Sabès	Pente intégratrice : 30° Cote maximale : 249 m NGF (29 m de hauteur maximum)	
			Extension Ouest de la verse du Sabès (plateforme Vallon 1435 et Fosse 1)	Pente intégratrice : 30° Cote maximale : 249 m NGF (10 m de hauteur maximum)	
			Extension Sud de la verse du Sabès (plateforme Ancienne digue)	Pente intégratrice : 30° Cote maximale : 245 m NGF (18 m de hauteur maximum)	
	Fosse 2 (stockage des résidus humides)	Remblayage d'une ancienne fosse en dent creuse jusqu'à la cote 210 m NGF	Fosse 2 (stockage des résidus humides)	Remblayage d'une ancienne fosse en dent creuse jusqu'à la cote 233 m NGF	
Capacité de stockage	Verse du Sabès et extension Est	2 550 000 m ³	Extension Est de la verse du Sabès	1 125 000 m ³	
			Extension Ouest de la verse du Sabès (plateforme Vallon 1435 et Fosse 1)	615 000 m ³	
			Extension Sud de la verse du Sabès (plateforme Ancienne digue)	1 700 000 m ³	
			Total	3 440 000 m ³	
	Fosse 2 (stockage des résidus humides)	1 950 000 m ³	Fosse 2 (stockage des résidus humides)	2 495 000 m ³	

1.7.6 Consommations, émissions et déchets

Consommation énergétique (moyenne annuelle 2010-2019)	Gazole	511 m ³ /an
	Gaz	45 609 MWh/an
	Electricité	14 646 MWh/an
Consommation et rejet d'eau (moyennes annuelles)	Eau de ville (moyenne 2010-2019)	5 255 m ³ /an
	Besoin en eau de l'usine (moyenne 2015-2019)	1 730 000 m ³ /an
	Taux de recyclage effectif des eaux de l'usine	58%
	Appoint au circuit fermé (eaux pluviales collectées par la fosse 2)	725 000 m ³ /an
	Rejet d'eau au milieu naturel	1 205 000 m ³ /an
Production et gestion des déchets (moyenne 2010-2019)	DIS (Déchets Industriels Spéciaux) non recyclés	6,5 t/an
	DIS recyclés	13,8 t/an
	DIB (Déchets Industriels Banaux) non recyclés	149,5 t/an
	DIB recyclés	173,1 t/an

2 EXTRACTION DU MINERAI D'ANDALOUSITE ET PLAN GESTION DES STERILES D'EXTRACTION

2.1 LE CHANTIER DE DECAPAGE DE LA DECOUVERTE

Les opérations de décapage de la découverte sont terminées sur la Fosse 3.

Les terrains d'emprise de la Fosse 4 sont en grande partie des terrains en cultures, laissés à l'usage temporaire de l'exploitant agricole historique, bien que contenus dans le périmètre ICPE. **Un déboisement de 1,09 ha**, dans un massif boisé de moins de 2,5 ha situé au Nord de la Fosse 4, près du parking P3, sera nécessaire avant le **décapage de la découverte du gisement de la Fosse 4**. Quelques haies devront faire l'objet d'un arasement préalable. La parcelle concernée par l'extension du périmètre ICPE au niveau de la Fosse 4 est aujourd'hui occupée par une prairie.

La couverture du gisement d'andalousite se compose de 30 cm de terre végétale et d'environ 3 m de stériles de découverte (horizons superficiels altérés) (Cf. [Figure 10](#)).

Le décapage consistera à enlever la terre végétale et ces stériles de découverte à l'aide d'une pelle hydraulique à chenilles. La terre végétale et les stériles de découverte seront décapés sélectivement pour être **réintégrés successivement lors de la remise en état**, selon le principe du **réaménagement coordonné**. Le décapage des terres de découverte sera réalisé au fur et à mesure de l'avancée de l'exploitation et par plusieurs campagnes annuelles.

Une partie des stériles de découverte sera également utilisée pour constituer **deux merlons (levées de terre) à vocation sécuritaire et paysagère** en bordures Sud-Est et Sud-Ouest de la Fosse 4.

Un tombereau permettra le transfert de ces terres de découverte vers les zones réservées à la mise en place de merlons ou vers les zones de mise en remblai.

Au total, les volumes suivants seront à décapier avant d'atteindre le gisement sur la **Fosse 4** à exploiter :

- Superficie totale à décapier : environ **11 ha** ;
- Volume total de **matériaux décapés** (terre végétale + stériles de découverte) :
 - **30 000 m³ de terres végétales** ;
 - **320 000 m³ de stériles de découverte**.

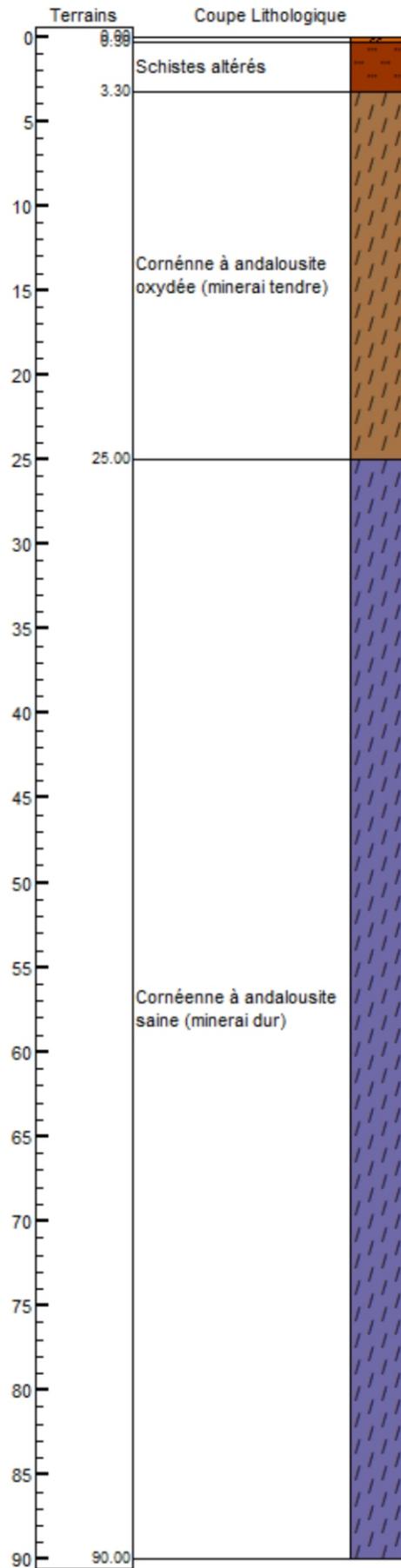
Au niveau de la **Fosse 3**, la découverte est terminée.

2.2 L'EXTRACTION DU GISEMENT

2.2.1 Les sondages de pré-exploitation

Des sondages de pré-exploitation à la maille 5 x 5 m sur les zones destinées à être exploitées sont réalisés avant la phase d'extraction. Ces échantillons sont ensuite broyés puis analysés afin de connaître de manière plus précise le gisement.

TN : Entre 230 et 260 m NGF



Cote minimale de fond de fouille à 160 m NGF

2.2.2 L'extraction

Après décapage de la découverte, l'extraction est réalisée à sec et à ciel ouvert par abattage des matériaux par tirs de mines.

IRMG réalise avant chaque tir de mine un « Scan 3D » du front de taille du gisement qui sera abattu afin d'adapter au mieux les modalités du tir aux conditions réelles rencontrées. Ainsi, la position et l'inclinaison des mines sont adaptées pour limiter le risque de projections et optimiser la quantité d'explosif employée afin de minimiser les niveaux de vibrations produits.

❖ Plan de tir type

La fréquence des tirs de mine est d'environ **2 à 3 tirs de mines par semaine**.

Le plan de tir défini pour le **gisement tendre** est prévu entre les niveaux 230 m et 260 m NGF, mais pourrait être utilisé aux fronts inférieurs en fonction de l'état du massif rocheux. Il est constitué d'une série de **trous forés avec un angle moyen de 15° en diamètre 115 mm**, disposés sur **trois rangées**.

Le plan de tir pour le **gisement dur**, plus résistant est réalisé avec des paramètres modifiés et des explosifs plus énergétiques. Il présente une série de trous forés avec un **angle moyen de 10° disposés sur trois rangées**.

Le chargement théorique étudié pour les tirs des niveaux supérieurs (gisement tendre) sur un front de 10 m est réalisé en diamètre 115 mm avec une maille 3 m x 3 m. Les énergies explosives mises en œuvre sont proches de 2 MJ/m³ :

- 1 cartouche d'émulsion Emulstar 6000UG (90/3125) ;
- 52 kg de nitrate fioul Anfotite 1+ ;
- 1 cartouche d'émulsion Emulstar 6000UG (90/3125) ;
- Un bourrage terminal de 3 m environ en gravillons 10/14 mm.

Le chargement théorique étudié pour les tirs des niveaux inférieurs (gisement dur, un exemple est fourni en [Figure 11](#)) sur un front de 10 m est également réalisé en diamètre 115 mm avec une maille de 2,5 m x 3 m. Les énergies explosives mises en œuvre sont proches de 3,7 MJ/m³ :

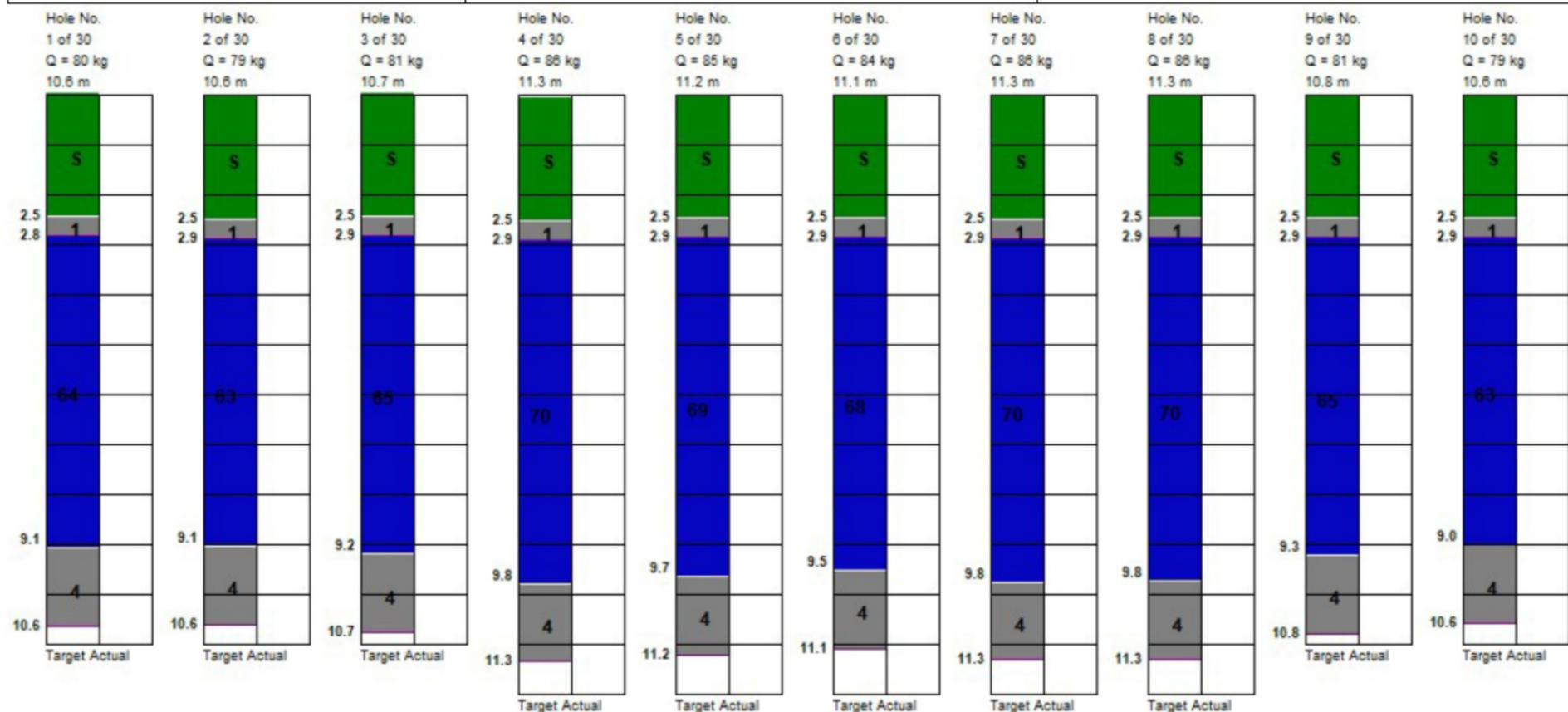
- 4 cartouches d'émulsion Emulstar 8000UG (90/3125)
- 60 kg de nitrate fioul Anfotite 3+ ;
- 1 cartouche d'émulsion Emulstar 8000UG (90/3125) ;
- Un bourrage terminal de 2,5 m environ en gravillons 10/14 mm.

Dans chaque cas une cartouche de sécurité (amorcée en n+1) est placée sous le bourrage pour prévenir les éventuelles altérations du système d'amorçage en fond de trou.

Le plan d'amorçage est établi selon les règles de bonne pratique de la profession (un exemple est fourni en [Figure 11](#)).

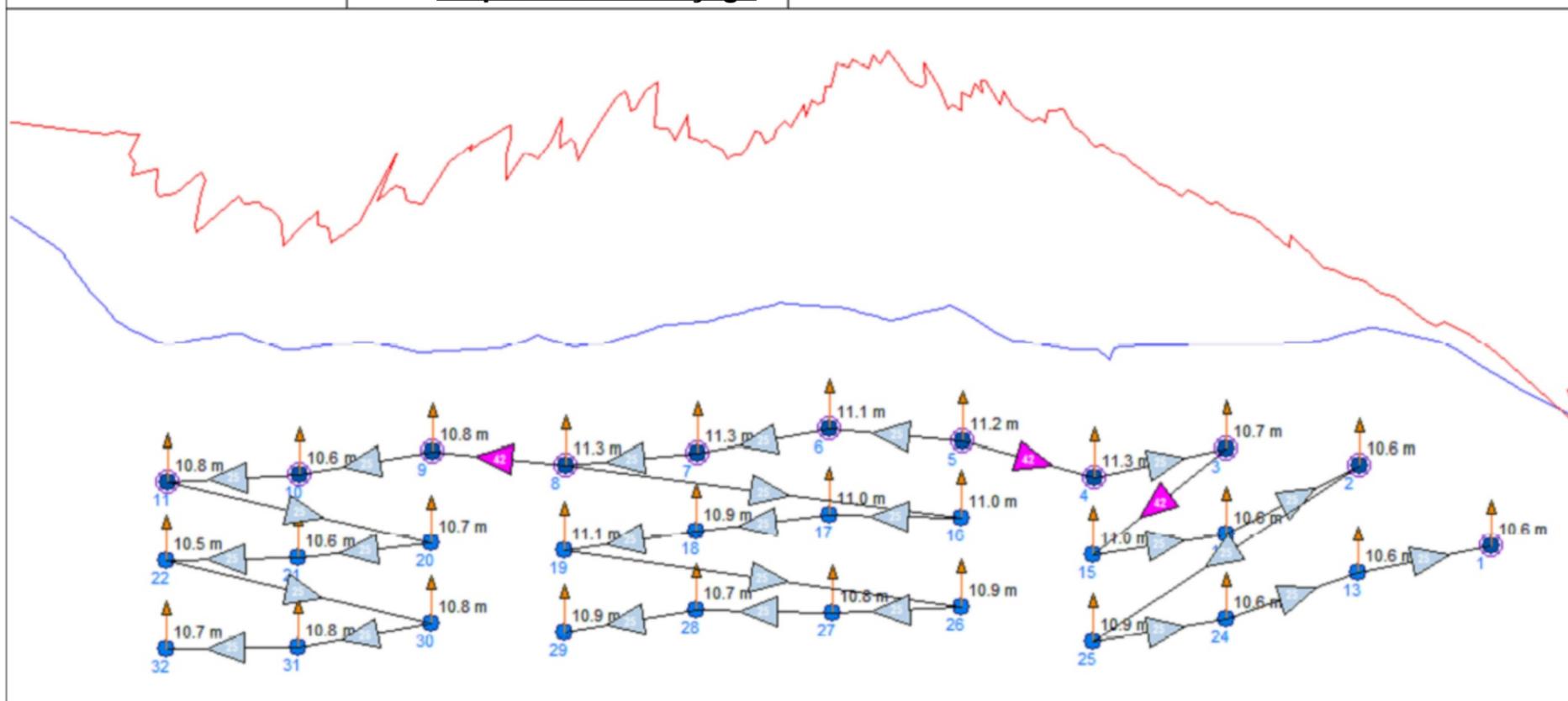
Plan de chargement

Quarry	Loading Diagrams	Blast Ref. 19512_chargement.ext
	Sheet 1 of 3	Location in Quarry



<ul style="list-style-type: none"> ■ DETONATOR ■ S: Stemming ■ P: BOOSTER + Nr Dets ■ A/D: Air Deck ■ EMBUG : Emulstar 8000 UG 90/3125 ■ ANF3 : Anfotite 3+ 	<p>Comments or Loading Problems requiring attention</p> <p>Daveyquick-18 = 30 ; Daveyquick-09 = 30 ; Raccord non électrique 0 ms = 1 ; Raccord non électrique 42 ms = 3 ; Raccord non électrique 25 ms = 26</p>	<p>MIC - kg</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">85.63</p>	<p>Blast Total - kg</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">2439.75</p>
	<p>Nominal Burden : 2.5 m Critical Burden : 2.2 m Nominal Spacing : 3.0 m Diameter : 115 mm Loading rate : 9.3 kg/m</p>		

Séquence d'amorçage



IMERYS REFRACTORY MINERALS GLOMEL - *Exploitation d'andalouosite de Guerphalès (22)*
Demande d'Autorisation Environnementale d'exploitation de carrière - *Projet d'ouverture de la Fosse 4*
Mémoire Technique

Plan de tir type dans le gisement dur

Source : IRMG

Figure 11

A fin 2019, l'extraction en **Fosse 3** a atteint la cote 200 m NGF et l'altitude maximale du terrain naturel est de 254 m NGF à l'extrême Ouest de la fosse. L'extraction se fait et se fera à ciel ouvert et à sec jusqu'à la **cote minimale de 160 m NGF**. L'épaisseur de gisement restant à exploiter va donc de **40 à 77 m**. L'extraction se fait et se fera avec des fronts à 85° de 10 m de hauteur, alternant avec des banquettes de 10 m de largeur.

La cote des terrains naturels visés par la Fosse 4 est comprise entre 230 m NGF environ au Sud-Est et 260 m NGF environ au Nord-Ouest. L'extraction se fera à ciel ouvert et à sec jusqu'à la **cote minimale de 160 m NGF**, selon la même géométrie qu'en Fosse 3. L'épaisseur de gisement sera de l'ordre de **90 m au centre de la fosse** (Cf. Figure 10).

Les matériaux abattus seront repris en pied de front par une pelle ou une chargeuse et acheminés par dumpers (3 dumpers de 60 tonnes de chargement chacun) jusqu'aux usines ou aux zones de stockage de stériles d'extraction selon leur nature lithologique et leur teneur en andalousite (reconnue d'après les sondages de pré-exploitation) :

- Cornéennes d'une **teneur inférieure à 15,5% d'andalousite** et **filons de dolérites** vers les zones de **stockage de stériles** ;
- Cornéennes d'une teneur **supérieure à 15,5% d'andalousite** vers les usines pour y être valorisées. L'alimentation du concasseur primaire se fait presque exclusivement en direct (petit stock pile devant le concasseur en cas d'activité des usines le week-end). Une pelle (en location) équipée d'un brise roche hydraulique (BRH) pourra être utilisée pour casser des blocs, comme c'est aujourd'hui le cas en Fosse 3.

Le tableau suivant récapitule les **volumes et tonnages restant à extraire sur le site (Fosse 3 et Fosse 4) à fin 2019, d'après les données fournies par IRMG en octobre 2020** :

	Fosse 3	Fosse 4	Total
Surface d'extraction	19,6 ha	11 ha	30,6 ha
Tonnage de minerai (>15,5% d'andalousite) à extraire à fin 2019	6,870 Mt	6,475 Mt	13,345 Mt
Volume de minerai (>15,5% d'andalousite) à extraire à fin 2019 (densité = 2,7)	2,545 Mm ³	2,400 Mm ³	4,945 Mm ³
Ratio minerai dur/minerai tendre	30% de minerai tendre 70% de minerai dur	40% de minerai tendre 60% de minerai dur	35% de minerai tendre 65% de minerai dur
Tonnage de stériles d'extraction (<15,5% d'andalousite et filons de dolérite) à extraire à fin 2019	5,395 Mt	3,880 Mt	9,275 Mt
Ratio stérile/minerai	0,79	0,6	0,7
Volume de stériles d'extraction à stocker à fin 2019 (densité foisonnée = 2,2)	2,455 Mm ³	1,765 Mm ³	4,220 Mm ³

La **capacité d'extraction de l'ensemble Fosse 3 + Fosse 4** restera la même que celle actuellement autorisée pour la seule Fosse 3 :

- **1 500 000 t/an au maximum**, soit **875 000 t/an de minerai + 625 000 t/an de stériles d'extraction** ;
- **1 120 000 t/an en moyenne**, soit **630 000 t/an de minerai + 490 000 t/an de stériles d'extraction**.

La Fosse 3 et la Fosse 4 ainsi que leur design sont représentés sur la Figure 12.