

DEMANDE DE
PERMIS EXCLUSIF DE RECHERCHES DE MINE
(PERM)
POUR OR ET SUBSTANCES CONNEXES,
DIT DE "LOPEREC 2"

Au titre du Code Minier

DOSSIER COMPLET
TOME II
MEMOIRE TECHNIQUE
&
PROGRAMME DES TRAVAUX

COMMUNES DE LOPEREC ET DE PLEYBEN (29)

Août 2014

SUDMINE SAS

SAS au capital de 227 000 euros - RCS Orléans 790 856 850 - Code APE 0990Z
2, Chemin du Château 45 530 SEICHEBRIERES FRANCE
Tél : (00 33) (0)6 88 16 76 78 Fax : (00 33) (0)2 38 24 85 66
Site Internet : www.sudmine.org e-mail : sudmine@sudmine.com

PREAMBULE

Le présent dossier de **SUDMINE** constitue une **Demande** de Permis Exclusif de Recherche de Mine (**PERM**) dit de "**Lopérec 2**", dans le Finistère (29), **pour or** et substances connexes, **pour une durée de 3 ans**.

L'objectif de SUDMINE, sur ce site de Lopérec, est de mener à bien une **étude de pré-faisabilité** préalable à l'éventuelle mise en exploitation du **gisement aurifère reconnu par le BRGM** entre les années 1980 et 2000.

Pendant ces 3 ans du PERM, SUDMINE mènera toutes les actions nécessaires à la mise en œuvre de l'étude de pré-faisabilité, qui constituera donc la conclusion de cette période de 3 ans :

Dans une première Phase de 2 ans :

- **Compilation et réinterprétation** de l'ensemble des données existantes (BRGM, etc...),
- **Etude minéralogique fine,**
- **Etude minéralurgique,**
- **Tests comparatifs de traitement du minerai** (gravitaire Vs physico-chimique),
- **Modélisation comparative d'extraction à ciel ouvert et en souterrain,**
- **Etude économique** de chaque étape de l'exploitation et de chaque scénario,
- **Etude d'impact sur l'environnement,**
- **Concertation locale** (dont mise en place d'un **projet participatif**),

Et, dans une deuxième Phase d'1 an :

- **Eventuelle phase d'exploration complémentaire** (géologie, géochimie, sondages),
- **Conclusion sur la pré-faisabilité** de la mise en exploitation de tout ou partie de ce gisement.

Ce Tome constitue le Mémoire Technique de cette demande.

Le Mémoire Technique présente essentiellement le bilan des connaissances de SUDMINE sur ce sujet, puis les raisons qui en découlent pour justifier cette demande de PERM.

Ce Tome présente également le Programme des Travaux.

Ce Programme des Travaux englobe essentiellement toutes les actions nécessaires pour que SUDMINE puisse mener à bien l'étude de pré-faisabilité de ce projet minier de Lopérec.

SOMMAIRE

PREAMBULE	2
1 CONTEXTE GEOLOGIQUE DU PERM DE LOPEREC 2.....	6
1.1 Géologie régionale : le Massif Armoricaïn	6
1.2 Contexte géologique local : le Bassin de Châteaulin	7
1.3 Contexte structural	8
2 HISTORIQUE DES TRAVAUX EFFECTUES SUR LE PROSPECT DE LOPEREC	11
2.1 Chronologie des travaux	11
2.1.1 Inventaire Minier du Territoire Métropolitain (1985-1986).....	11
2.1.2 Travaux Complémentaires du BRGM (1988).....	15
2.1.3 Travaux du BRGM dans le cadre du PER de «Lopérec» (1989-1991)	15
2.1.4 Travaux du BRGM dans le cadre du PER de « Lopérec » (1991-1993).....	20
2.2 Etude d'orientation économique (BRGM, 1990).....	24
2.2.1 Cadre et objectif	24
2.2.2 Estimation des ressources.....	24
2.2.3 Estimation des réserves et la projection de la MCO correspondante.....	25
2.3 Etude minéralogique (Marcoux, 1992).....	26
2.3.1 Cadre et Objectif	26
2.3.2 Echantillons étudiés	26
2.3.3 Etude granulométrique.....	30
2.3.4 Composition des plages d'or.....	30
2.4 Etude minéralurgique (BRGM, 1992)	30
2.4.1 Cadre et Objectif	30
2.4.2 Echantillons	31
2.4.3 Essais de traitement	33
2.4.4 Résultats de l'étude minéralurgique	34
2.5 Travaux d'approche menés par SUDMINE (2013/14).....	35
3 CONTEXTE GITOLOGIQUE	36
3.1 Minéralisations aurifères	36
3.2 Morphologie du Gisement.....	36
3.3 Cas particulier de l'arsenic	37

4	CONTEXTE METALLOGENIQUE	38
4.1	Les phénomènes minéralisateurs	38
4.2	La place de l'or	38
5	JUSTIFICATION DU PERM SOLLICITE PAR SUDMINE	40
5.1	Pourquoi SUDMINE demande un PERM sur ce projet de Lopérec ?.....	40
5.2	Pourquoi ce périmètre ?	43
5.3	Pourquoi cette durée ?	44
6	SURFACE DEMANDEE, LOCALISATION ET ACCES	45
7	PROGRAMME GENERAL DES TRAVAUX PROJETES.....	47
7.1	Phase 1 (ferme) : Etudes préalables (2 ans)	48
7.1.1	Compilation et réinterprétation de l'ensemble des données existantes	49
7.1.2	Etude minéralogique fine	51
7.1.3	Etude minéralurgique.....	52
7.1.4	Modélisation 3D de la méthode d'extraction du minerai et du stockage des stériles et des résidus	54
7.1.5	Etude économique	55
7.1.6	Etat initial de la future Etude d'impact sur l'environnement	55
7.1.7	Concertation locale (dont mise en place d'un projet participatif)	57
7.2	Phase 2 (conditionnelle) : campagne de sondages complémentaires et étude de pré- faisabilité (1 an)	58
7.2.1	Campagne de sondages complémentaires (optionnelle).....	58
7.2.2	Etude de pré-faisabilité	61
7.2.3	Etude d'impact sur l'environnement	62
7.3	Calendrier-Programme synthétique des travaux.....	64
8	CONCLUSION.....	68

FIGURES

Figure 1 :	Contexte géologique régional et localisation du PERM de Lopérec 2	9
Figure 2 :	Contexte géologique local et localisation du PERM de Lopérec 2.....	10
Figure 3 :	Carte de localisation de l'ancien PER du BRGM et du nouveau PERM visé par SUDMINE	14
Figure 4 :	Carte des réserves géologiques établies à l'issue des sondages	18
Figure 5 :	Bloc diagramme des réserves géologiques établies après sondages	22
Figure 6 :	Projection frontale et coupe du projet de MCO	23
Figure 7 :	Photographies des échantillons de roches (à gauche, filon de quartz à lamines de schistes noirs. A droite, niveau de chert présentant des disséminations de sulfures).	26
Figure 8 :	Photographies en LPNA de paragenèse de sulfures et or dans le filon à lamines de schistes noirs et dans le chert (Source : Y. GALES et E. MARCOUX).....	29
Figure 9 :	Carte de localisation du PERM de Lopérec 2	46

TABLEAUX

Tableau 1 :	Coordonnées de l'ancien PER du BRGM.....	15
Tableau 2 :	Coordonnées de l'entrée de la galerie d'exploration du BRGM	20
Tableau 3 :	Ressources minérales mesurées.....	24
Tableau 4 :	Réserves considérées pour le projet de carrière	25
Tableau 5 :	Tableau paragenétique du processus minéralisateur du gisement de Lopérec (Marcoux)	39
Tableau 6 :	Coordonnées du périmètre du PERM visé par SUDMINE	45
Tableau 7 :	Références identifiées par SUDMINE (notamment à partir de la BDD Infoterre).	49
Tableau 8 :	Programme d'exploration prévu sur le PERM de Lopérec 2.....	65
Tableau 9 :	Budget, salaires et sous-traitance	66

ANNEXES

Annexe 1 :	Mission de consultation de la documentation publique du BRGM par SUDMINE
Annexe 2 :	Lopérec : Etude d'orientation économique (BRGM, 1990)
Annexe 3 :	Fiche Lopérec de l'Inventaire minier de la France (BRGM)
Annexe 4 :	Extrait d'une étude de Yann ITARD (associé SUDMINE et ancien BRGM) sur Lopérec
Annexe 5 :	Eléments du contexte socio-culturel régional favorables au projet minier de Lopérec

1 CONTEXTE GEOLOGIQUE DU PERM DE LOPEREC 2

1.1 Géologie régionale : le Massif Armoricaïn

La zone étudiée, couverte par la carte géologique au 1/50 000 de « Le Faou » (n°275, Editions du BRGM), fait partie du **Domaine Centre-Armoricaïn Occidental**. Celui-ci est séparé des Domaines Nord et Sud-Armoricaïns par les accidents tectoniques majeurs que sont les Cisaillements Nord et Sud-Armoricaïns (BABIN *et al.*, 1982).

Le Domaine Centre-Armoricaïn Occidental est une zone relativement complexe, composée d'un éventail assez large de formations géologiques. Il est formé d'un socle principalement d'origine sédimentaire, daté du Précambrien (Briovérien de Bretagne), sur lequel reposent en discordance deux grandes séries volcano-sédimentaires, à savoir : les séries anté-Carbonifère (Ordovicien à Dévonien) et les séries post-Carbonifère (Carbonifère à Permien). L'ensemble de ces séries est recoupé par de nombreuses formations intrusives acides (granites, granodiorites) et basiques (dolérites, diorites).

Trois cycles orogéniques ont façonné l'histoire du Domaine Centre-Armoricaïn Occidental. Deux sont datés du Précambrien, mais l'histoire orogénique principale du Domaine Centre-Armoricaïn Occidental s'inscrit durant le cycle hercynien, d'âge Dévono-Carbonifère :

- Le premier cycle correspond à l'orogénèse pentévrienne, qui s'est produite durant le Protérozoïque. Ses limites temporelles ne sont toutefois pas nettement définies. Cette orogénèse a été mise en évidence grâce à des roches gneissiques datées de l'Icartien (environ -2 Ga), retrouvées de manière éparsée en Bretagne (Lannion, Perros-Guirec, Guernesey) et qui forment le soubassement des formations briovériennes ;
- Le second cycle correspond à l'orogénèse cadomienne, qui s'est déroulée à la fin du Précambrien (entre -600 Ma et -530 Ma). Elle résulte de la subduction du plancher océanique de l'Océan Celtique sous la marge du supercontinent Gondwana. Ce phénomène de subduction entraîne la formation successive d'arcs insulaires de type «cordillère» dont les reliques sont aujourd'hui toujours visibles, comme la nappe granodioritique de Trégor ou encore les migmatites de Saint-Brieuc. Cela provoque également le chevauchement de nombreuses écaïlles de plancher océanique (phénomène d'obduction), dont les évidences sont les nombreux gabbros et pillow-lavas retrouvés au sein du Massif Armoricaïn ;
- Le troisième cycle correspond à l'**orogénèse hercynienne**, d'âge Dévono-Carbonifère (entre -380 Ma et -250 Ma). Elle résulte de la fermeture de l'Océan Massif Central au Sud et de la subduction de l'Océan Rhéique au Nord. Une importante phase de collision, comparable à celle observable de nos jours entre l'Inde et l'Asie, se produit et forme les importants reliefs de la chaîne hercynienne. Au niveau du Domaine Centre-Armoricaïn Occidental, le cycle hercynien peut être divisé en deux phases différentes de

déformation : la phase « bretonne » et la phase « erzgebirge ». D'abord frontale, la collision entre les différentes masses continentales évolue vers un mouvement oblique le long de grands accidents tectoniques que sont les Cisaillements Nord et Sud-Armoricains. L'épaississement crustal lié à la formation de la chaîne hercynienne est à l'origine de la mise en place de nombreux plutons granitiques du Massif Armoricain. La fin de l'orogénèse est caractérisée par un relâchement tectonique à l'origine de la formation de nombreux bassins, dans lesquels s'accumulent les produits de démantèlement de la chaîne hercynienne.

1.2 Contexte géologique local : le Bassin de Châteaulin

Le PERM de Lopérec 2 se trouve dans l'environnement du horst granitique de Huelgoat, sur la **bordure Nord-Ouest du bassin de Châteaulin** (Cf. Figure 1), constitué de quatre formations carbonifères qui reposent en discordance sur des terrains ordoviciens et dévoniens inférieurs (grès caradocien de Kermeur, grès dévonien inférieur de Landévenec). Les formations carbonifères montrent, de la plus ancienne à la plus récente, la succession suivante (CASTAING *et al.*, 1988) :

- **Formation de Kermerrien** (Stunien, Tournaisien inférieur) d'une puissance à 1 000 m : shales noirs, olistolithes siluro-dévonien à schistes et quartzites.
- **Formation de Kertanguy** (Tournaisien supérieur - Viséen inférieur) : puissante série de laves acides (quartz-kératophyes) et de tufs, se terminant par un niveau de schistes et de chert (Viséen). Cette formation repose en discordance sur la formation de Kermerrien.
- **Formation de Kerroch** (Viséen indifférencié) constituée d'une forte décharge conglomératique, puis d'une série volcano-sédimentaire (laves tholéïtiques).
- **Formation du Pont de Buis** (Viséen supérieur - Namurien inférieur) d'une puissance supérieure à 1 500 m : schistes noirs, wackes feldspathiques sans rythmicité au Nord, et au Sud, wackes, lamines de shales noirs et schistes noirs avec rythmicité. La sédimentation est de type pro-delta avec apports périodiques de turbidites.

Les formations paléozoïques sont affectées par une **tectonique hercynienne polyphasée**. La première phase, souple, tangentielle, paraît antérieure aux dépôts du Carbonifère inférieur (Tournaisien et Viséen), alors que l'ensemble du Paléozoïque a subi l'action de plissements puis des phases cassantes ultérieures, et est affecté de cisaillements tangentiels.

Les granites hercyniens de Huelgoat et Commana (au Nord du bassin de Châteaulin) sont **intrusifs** dans les formations paléozoïques et surimposent leur activité structurante aux effets

de la tectonique régionale. De nombreux corps filoniens injectent les terrains encaissants, particulièrement ceux du Dévonien.

Les minéralisations aurifères de Lopérec se trouvent sur la **bordure Nord-Ouest du bassin de Châteaulin**, bordure affectée par une **tectonique cassante directionnelle** et des fracturations transverses susceptibles de correspondre à des accidents cisailants de type **shear-zone**.

Ces minéralisations :

- sont associées à des **formations volcano-sédimentaires silicifiées et bréchifiées** de la base du Carbonifère ;
- se trouvent **au contact Carbonifère-Dévonien**, entre une série volcanique acide (Formation de Kertanguy) et une série détritique à pélites et schistes noirs, plus ou moins carbonatée, contenant des épisodes volcaniques discrets (Formation de Kermerrien) ;
- sont toujours proches d'un **niveau de chert pyriteux du Viséen**.

1.3 Contexte structural

Deux principales phases de raccourcissement ont affecté la zone du gisement de Lopérec (V. Bouchot *et al.*, 1997). Elles sont liées aux contraintes de compression produites par l'orogénèse hercynienne.

- Un raccourcissement NNW-SSE, qui a permis le développement synchrone d'une schistosité S1 d'orientation N10° 30°E et de pendage 70°-80° E en plan axial de plis P1 et une zone de cisaillement d'orientation N10° 50°E et de pendage 70-80° E ou W.
- Un raccourcissement ENE-WSW, qui a développé des décrochements dextres NE-SW synchrones de veines de quartz aurifère à lamines noires d'encaissant orientées E-W.

Des décrochements mineurs N170 30°E et pentés 70-85° E ou W, à jeu senestre et composante verticale, sont également intervenus par la suite.

Enfin, il semble que des décrochements ENE-WSW senestres tardifs ont affecté les terrains de Lopérec.

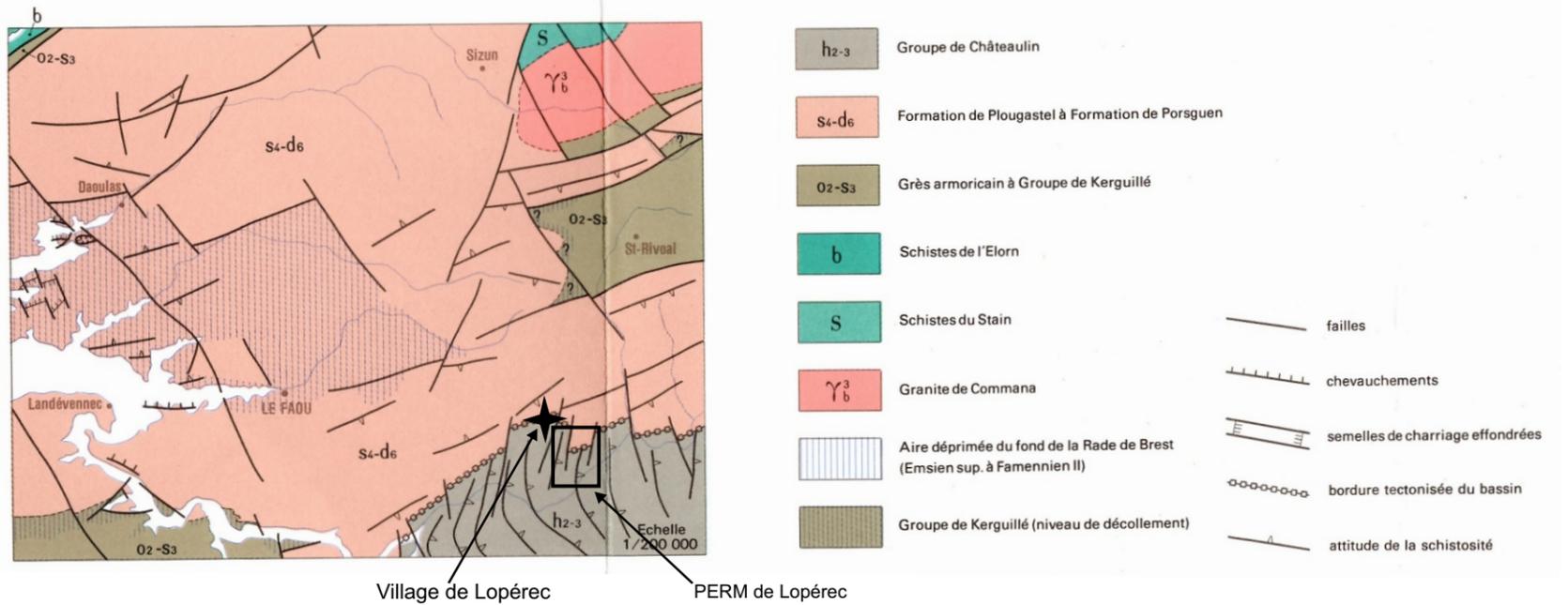
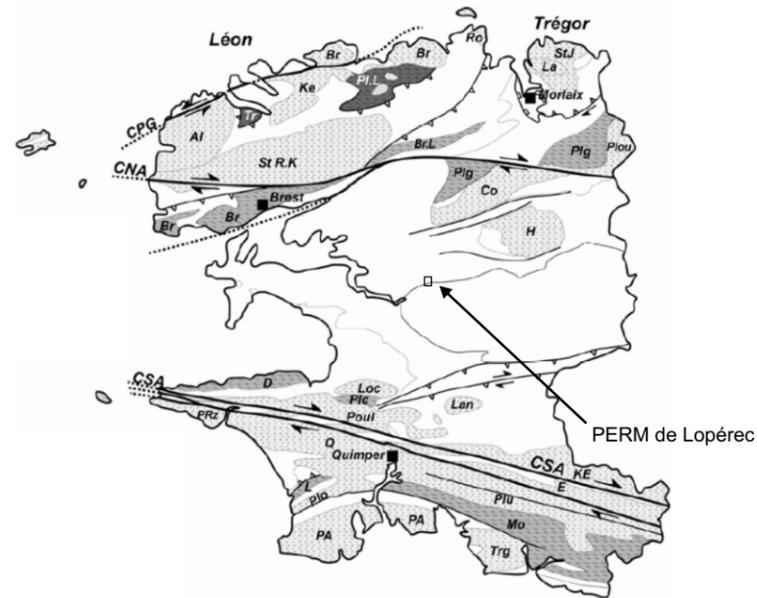
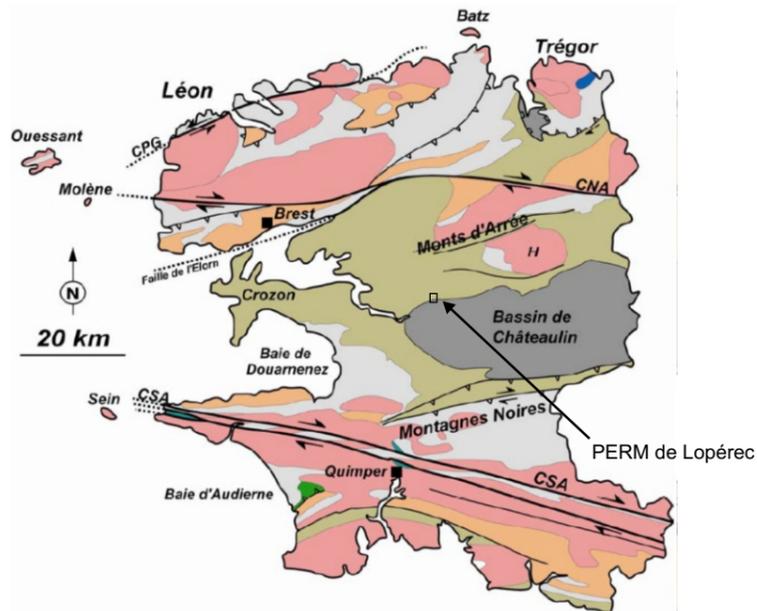
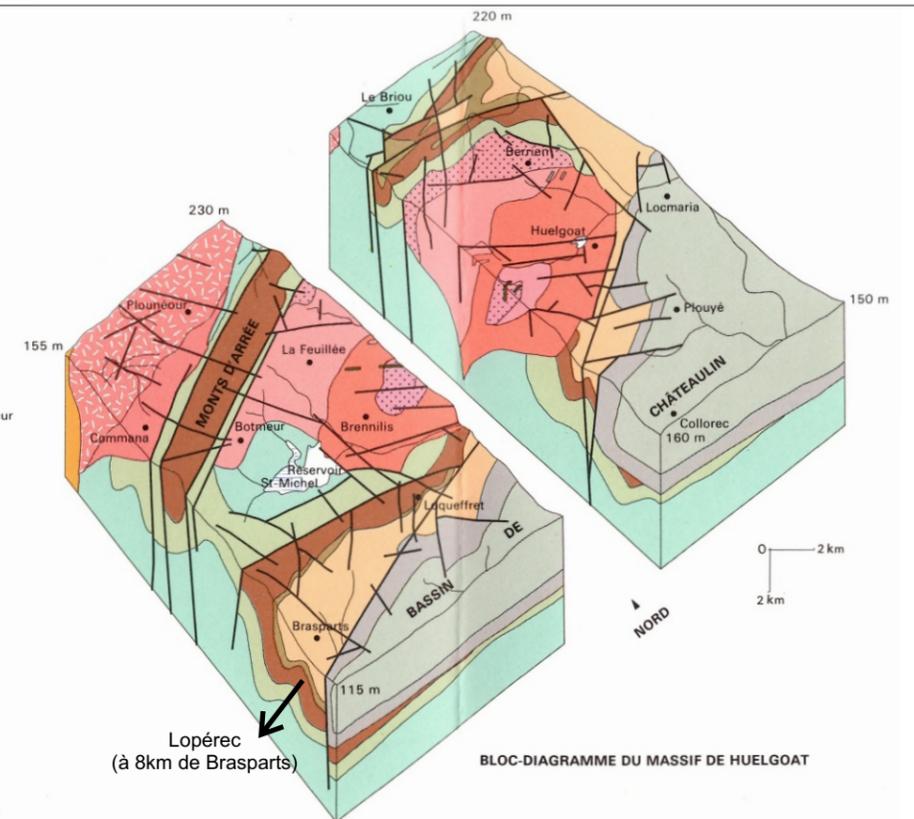
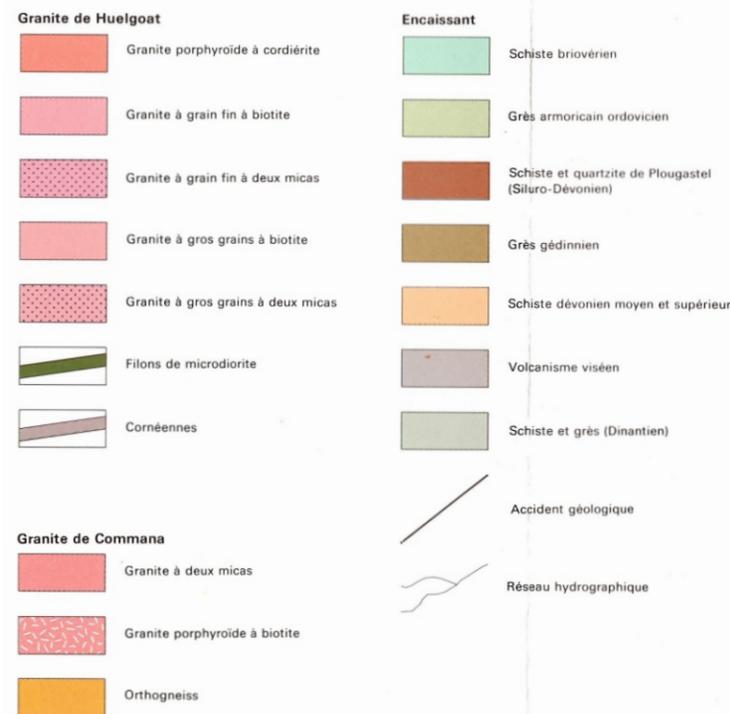


Schéma structural de la zone au Nord-Ouest du Bassin de Châteaulin localisant l'ancien PER du BRGM et le bourg de Lopérec
Extrait de la carte géologique de la France au 1 / 50 000, feuille "Le Fauu"



Bloc diagramme du massif granitique de Huelgoat, situé au Nord-Est de Lopérec, présentant les structures régionales en profondeur.
Extrait de la carte géologique de la France au 1 / 50 000, feuille de Huelgoat

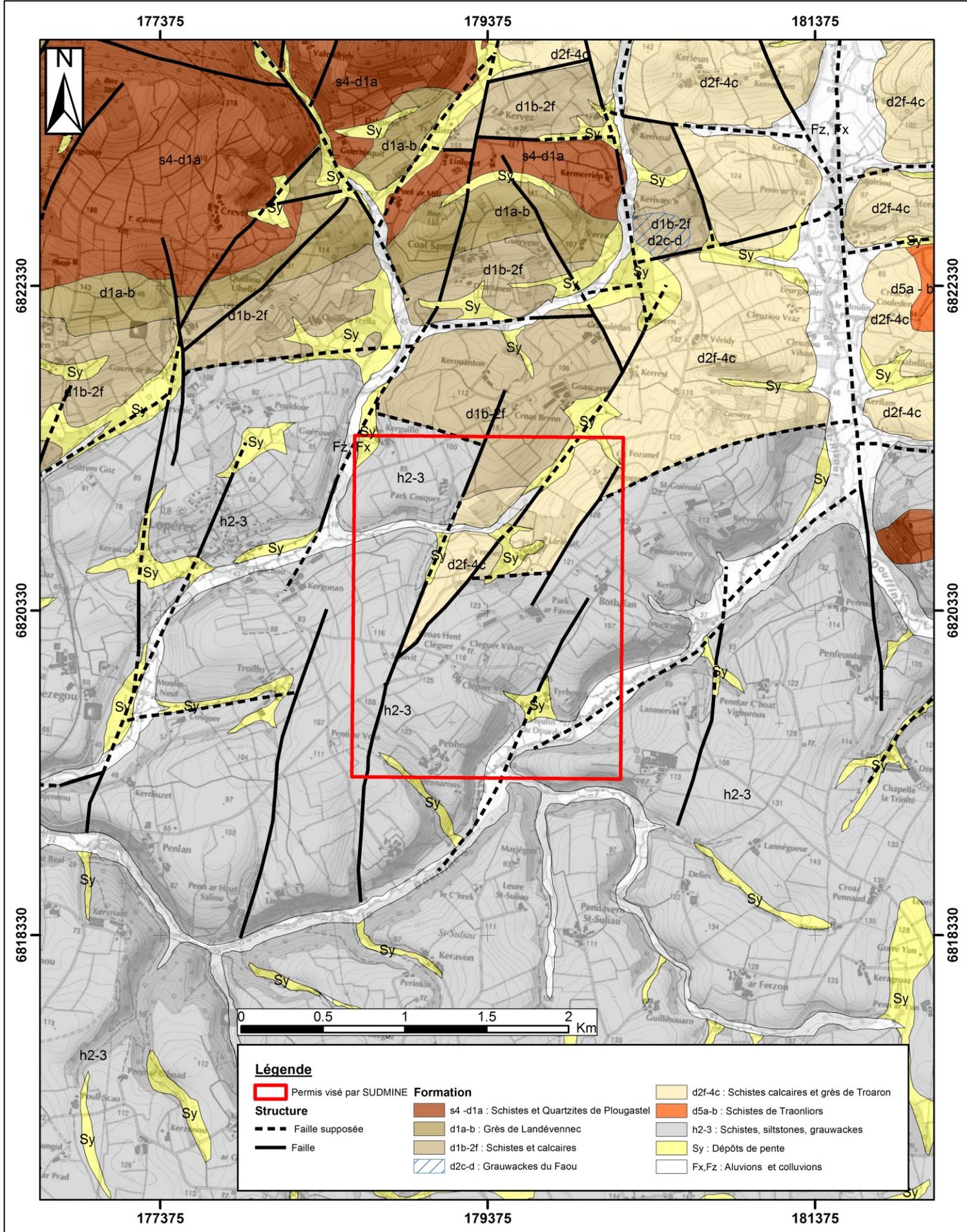
Cartes schématiques du département du Finistère illustrant les différentes entités géologiques, les principales structures et la localisation de l'ancien PER du BRGM dans son contexte géologique.
Source : Carte géologique harmonisée du département du Finistère, notice géologique, BRGM (2008)



Demande de PERM, dit de "Lopérec"
Mémoire Technique & Programme des Travaux

Contexte géologique local et localisation du PERM de Lopérec
Sources : BRGM, SUDMINE

Figure 1



2 HISTORIQUE DES TRAVAUX EFFECTUES SUR LE PROSPECT DE LOPEREC

SUDMINE a établi en 2013/14 une première analyse bibliographique de ce sujet, notamment grâce à la mise à disposition par le BRGM de documents publics et d'un certain nombre de documents internes (cf Annexe 1).

2.1 Chronologie des travaux

2.1.1 Inventaire Minier du Territoire Métropolitain (1985-1986)

2.1.1.1 Présentation des travaux

Les premiers travaux de reconnaissance effectués de 1985 à 1986 dans le cadre de l'**Inventaire Minier du Territoire Métropolitain** ont été axés sur la prospection alluvionnaire du district aurifère de Lopérec-Huelgoat, un vaste district situé sur la bordure Nord du Bassin de Châteaulin et s'étendant depuis Le-Faou à l'Ouest jusqu'à Huelgoat à l'Est, sur près de **30 kilomètres d'extension**. Ils ont contribué à définir les axes aurifères et les premiers métallotectes, ainsi qu'à cerner les principaux indices ou secteurs anomaux en or (BRGM, 1993).

L'étude de ce district a débuté en 1985. Les éléments favorables ayant déterminé le choix de ce secteur étaient les suivants (DLAM Nantes, 1986) :

- La mise en évidence d'**anomalies aurifères** à la faveur d'une campagne de prospection alluvionnaire stratégique à maille kilométrique réalisée dans les années soixante ;
- La présence d'**anomalies géochimiques** Pb, Zn, Cu et d'indices de Pb, Zn, Au, Ag, soulignant des alignements avec des anomalies aurifères alluvionnaires ;
- L'existence d'une tectonique cassante directionnelle en bordure du Bassin de Châteaulin et de fracturations transverses susceptibles de correspondre à des accidents cisailants de type « **shear-zone** aurifère » ;
- La présence d'une séquence **volcano-sédimentaire** renfermant des niveaux jaspeux et des grès à pyrite et se situant à l'interface Dévonien-Carbonifère.

De 1985 à 1986, les travaux de l'**Inventaire Minier du Territoire Métropolitain** ont été axés sur la recherche des premiers points d'accrochage et la délimitation des principales structures ou zones anomaux sélectionnées et ont comporté les opérations suivantes (DLAM Nantes, 1986) :

- Un premier stade, **stratégique** comprenant un resserrement alluvionnaire et une campagne de reconnaissance géologique et de prospection au marteau sur les secteurs de Saint-Eloy, Lopérec, Pleyben, Lannedern, Le-Moennec, Collorec, Saint-Michel, Loqueffret, Plouye et Huelgoat ;
- Un second stade, **tactique**, comportant géochimie (Au et multi-éléments) et géophysique (VLF et résistivité), principalement ciblé sur les prospects de Lopérec et de Loqueffret ;
- Un troisième stade, de **sondages**, focalisé sur l'indice aurifère de Lopérec et comportant 2630 mètres de sondages percutants (wagon-drill) et 228 mètres de sondages carottés courts.

2.1.1.2 Principaux Résultats Obtenus

Les travaux réalisés ont abouti à la découverte de plusieurs indices et anomalies alluvionnaires en or ainsi qu'à la mise en évidence de deux structures aurifères jalonnées d'indices et d'anomalies or (DLAM Nantes, 1986) :

- La **structure de Lopérec** (contenue dans le périmètre de la présente demande), localisée le long de l'interface Dévonien-Carbonifère, associée à un niveau de jaspes pyriteux du Viséen et qui comprend les indices de Cléguer et de Le-Vennec ;
- La **structure de Loqueffret** qui jalonne un accident cisailant du type « shear-zone aurifère » soulignant le contact Ordovicien-Dévonien.

2.1.1.2.1 La structure de Lopérec

Les travaux de l'Inventaire Minier du Territoire Métropolitain ont fait ressortir à Lopérec une structure aurifère pluri-hectométrique, qui longe le contact Dévonien-Carbonifère intensément fracturé, et qui s'incurve vers le Nord à la faveur d'une fermeture périclinale faillée. La structure de Lopérec peut être divisée en deux secteurs qui ont été reconnus par sondages :

- Le **secteur de Cléguer**, qui correspond à une anomalie géochimique Au bien structurée E-W sur environ 800 mètres de long, dont les extrémités (encore ouvertes) s'incurvent vers le Nord. Ce secteur est souligné par une anomalie géochimique Au de bonne facture, avec des teneurs sols supérieures à 100 ppb Au (avec un maximum à 1,2 ppm Au), mais également par des anomalies VLF, des volantes de quartz aurifère, ainsi que par des roches silicifiées. L'anomalie de Cléguer a été reconnue par **7 profils de sondages percutants** et **4 sondages carottés courts**, montrant des traversées plurimétriques avec des teneurs allant de 1,5 ppm à 20,8 ppm.
- Le **secteur de Le Vennec**, qui correspond à une anomalie géochimique Au-As-Sb perpendiculaire par rapport à la précédente, et qui marque un contact faillé entre le Dévonien et le Carbonifère. L'anomalie de Le Vennec a été reconnue par **2 profils de sondages percutants** dont les cuttings ont révélé la présence d'or.

2.1.1.2.2 La structure de Loqueffret

Cette structure est située au contact Ordovicien-Dévonien. Un accident cisailant du type «shear-zone aurifère» souligne bien ce contact le long duquel s'alignent des bonnes réponses or de la prospection alluvionnaire, ainsi que les anomalies Pb et Zn de Saint-Rivoal, Saint-Michel, Saint-Herbot, sur plus de 20 kilomètres de long.

De bonnes réponses d'or libre en resserrement alluvionnaire et la prospection au marteau ont permis de localiser rapidement à Loqueffret quelques volantes de quartz aurifère soulignées par un axe résistant en VLF. Cet indice a fait l'objet d'une prospection **tactique éluvionnaire à la tarière**, qui a fait apparaître une anomalie positive en or libre, confirmant l'intérêt de cette structure dont l'étude n'a été qu'abordée à un stade encore très amont de la recherche.

2.1.1.2.3 Etat des Connaissances

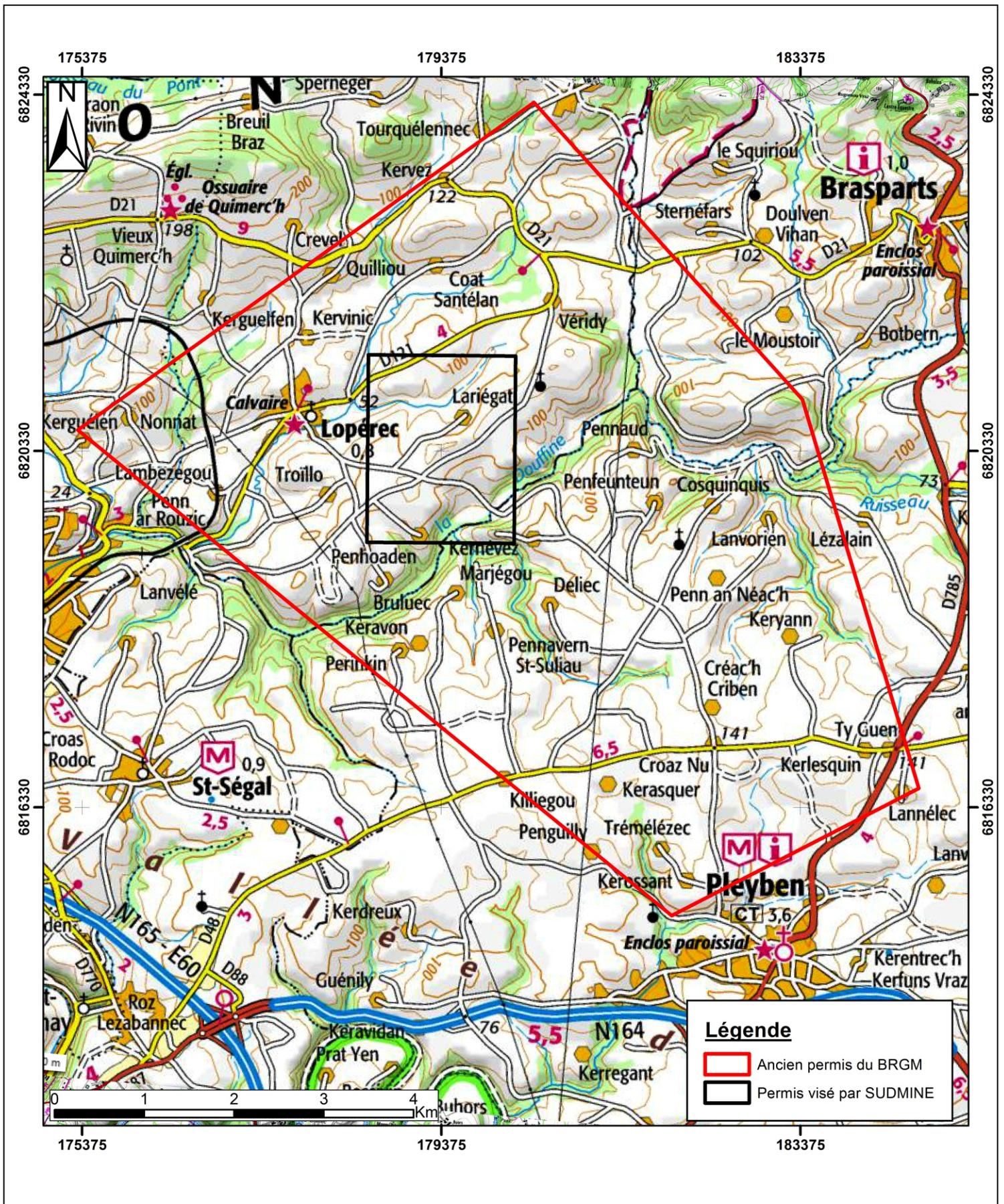
A l'issue des travaux de l'Inventaire Minier du Territoire Métropolitain réalisés au sein du district de Lopérec-Huelgoat, 3 types de minéralisations aurifères associées à une séquence volcano-sédimentaire ont été identifiées :

- Une **minéralisation aurifère** discrète et erratique **associée à des schistes noirs pyriteux** ;
- Une **minéralisation aurifère** à teneurs moyennes (3 à 8 ppm Au) et continues, **associée à des niveaux de cherts** bréchiques puissants de 1 à 10 mètres ;
- Une **minéralisation aurifère** à fortes teneurs (8 à 20 ppm Au), **liée à des filons de quartz** puissants de 1 à 2 mètres et grossièrement parallèles aux séries.

A ce stade de la recherche, le modèle métallogénique n'a pas été clairement défini. Toutefois, le contexte lithologique (volcanites acides, sédiments, niveau siliceux), l'extension de la minéralisation parallèlement à la stratification, la présence abondante de pyrite, ainsi que des évidences de bréchification ont conduit les auteurs de cette étude à envisager une **minéralisation stratiforme, d'origine exhalative, dans un contexte volcano-sédimentaire à forte participation volcanoclastique** (DLAM Nantes, 1986).

Le sujet, présenté à la profession minière en 1986, a fait l'objet de recherches complémentaires en 1988 dans le cadre des « travaux propres » du BRGM. Un **PER de 44,02 km² a été attribué au BRGM le 28 juillet 1989**, pour une durée de trois ans (Cf. Figure 3) (BRGM, 1993).

NB : ce PER n'existe plus à ce jour (mi-2014).



Demande de PERM, dit de "Lopérec"
Mémoire Technique & Programme des Travaux

**Carte de localisation de l'ancien PER du BRGM
 et du nouveau PERM visé par SUDMINE**

Sources : IGN, BRGM



Figure 3

2.1.2 Travaux Complémentaires du BRGM (1988)

Les travaux réalisés lors de l'année 1988 dans le cadre des « travaux propres » du BRGM ont permis de faire avancer le sujet de façon significative, grâce notamment à **1 068 mètres de tranchées** et **572 mètres de sondages carottés**.

Les résultats obtenus ont été les suivants (DOMMANGET et al., 1988) :

- Les sondages carottés et les tranchées ont permis de confirmer l'existence de **trois types de minéralisations** (schistes noirs, cherts et filons de quartz) ainsi que de préciser l'existence de plusieurs corps minéralisés ;
- Des **aurières**, dont l'âge n'a pu être déterminé précisément, ont également été mises en évidence à partir des tranchées d'exploration ;
- Des corrélations entre les différents niveaux minéralisés rencontrés dans les différents sondages ont été établies.

Dans le cadre de ses « travaux propres » réalisés en 1988, le BRGM a également procédé à de nombreuses analyses géochimiques. *Toutefois, à ce jour, SUDMINE n'a pas pu se faire communiquer les résultats de cette géochimie.*

L'intérêt du sujet et, d'une manière plus générale, celui de l'ensemble du district, se trouvent donc confirmés, justifiant ainsi en 1989, l'octroi au BRGM du PER de Lopérec.

2.1.3 Travaux du BRGM dans le cadre du PER de «Lopérec» (1989-1991)

L'ensemble des travaux réalisés et des résultats obtenus décrits ci-dessous s'inscrit dans le cadre du PER de « Lopérec » (Cf. Figure 3), accordé au BRGM le 28 juillet 1989 pour une durée de trois ans, dont les coordonnées sont les suivantes (BRGM, 1993) :

Tableau 1 : Coordonnées de l'ancien PER du BRGM

	Sommet	X (RGF93)	Y (RGF93)
Ancien PER "Lopérec" du BRGM	A	175 336.296	6 820 539.658
	B	184 692.485	6 816 556.668
	C	181 929.125	6 815 123.815
	D	175 344.825	6 820 573.774
	E	180 402.455	6 824 228.402

2.1.3.1 Présentation des Travaux

2.1.3.1.1 Approche Régionale

Les études précédentes du prospect de Lopérec avaient mis en lumière deux présentations des minéralisations (DOMMANGET et al., 1990) :

- La première est indiscutablement de type « liée aux strates » (chert et accessoirement dans les schistes noirs) ;
- La seconde (filons de quartz), bien que tardive et liée à des phénomènes tectoniques, se situe toujours à proximité de la première (chert) ou dans les schistes noirs pyriteux.

Dans cette optique, une grande campagne de cartographie géologique détaillée au 1/25 000 a été réalisée le long de l'interface Dévonien-Carbonifère, sur l'ensemble du district de Lopérec-Huelgoat. Cette campagne de **cartographie géologique** a été couplée à une prospection stratégique de **géochimie sol**. Un peu plus de 4 000 échantillons de sol ont été prélevés tous les 40 mètres sur des profils N-S espacés de 200 mètres, sur une étendue totale de l'ordre de 26 kilomètres. Les échantillons ont été analysés pour l'or (limite à 5 ppb Au) et multi-éléments (ICP). Cette prospection de géochimie sol a permis de mettre en évidence plusieurs anomalies d'importance inégale : Kerventurus, Lannedern, Kernevez, Languyan, Per-Ar-Vern, Guernabadic, Cleurziou et Huelgoat.

Dans le cadre de l'approche régionale, quatre anomalies situées à l'Ouest du prospect de Lopérec et identifiées dans des travaux antérieurs (Le Vennec, Pennalen, Pennod, La Madeleine) ont été testées par des **lignes de sondages percutants totalisant 10 280 mètres** et quelques **sondages carottés hydrofores totalisant 508 mètres** (DOMMANGET *et al.*, 1990).

A ce jour, SUDMINE n'a pas pu se faire communiquer les résultats de ces sondages.

2.1.3.1.2 Reconnaissance du gîte de Lopérec

Les travaux de reconnaissance du gîte de Lopérec, réalisés entre 1989 et 1991, avaient pour objectif principal de définir les ressources et les réserves du gisement. Ils constituent la part la plus importante des travaux réalisés par le BRGM dans le cadre de son PER de « Lopérec » et comprennent (DOMMANGET et al., 1990) :

- Une campagne de prospection **tactique géochimique** et **géophysique** plus précise que celles réalisées lors des travaux antérieurs ;
- La réalisation de **24 tranchées d'exploration (2 024 mètres)** et de **54 sondages carottés** (21 profils de A à U) totalisant **7 479 mètres** afin de définir clairement la morphologie du gisement ;

- Des **études géologiques, minéralogiques et structurales fines** afin de comprendre dans le détail la genèse du gîte de Lopérec ;
- Les premiers **tests minéralurgiques** incluant des essais de cyanuration « en bouteille » afin de quantifier le taux de récupération de l'or au sein des différents faciès minéralisés ;
- La réalisation d'une **étude d'orientation économique** présentant les ressources et les réserves du gîte de Lopérec, diverses simulations d'exploitation avec leurs projections économiques associées (Cf [Annexe 2](#)).

2.1.3.2 Principaux Résultats Obtenus

2.1.3.2.1 Travaux d'Exploration du Gîte de Lopérec

La compilation des données obtenues à partir de 27 tranchées et de 54 sondages carottés a permis d'identifier clairement les différents corps minéralisés du gîte de Lopérec, au nombre de 5, à savoir : le « **Chert Ouest** », le « **Chert Est** », le « **Filon Nord** », le « **Filon Sud** » et le « **Filon satellite de Tirbour** » (Cf [Figure 4](#)).

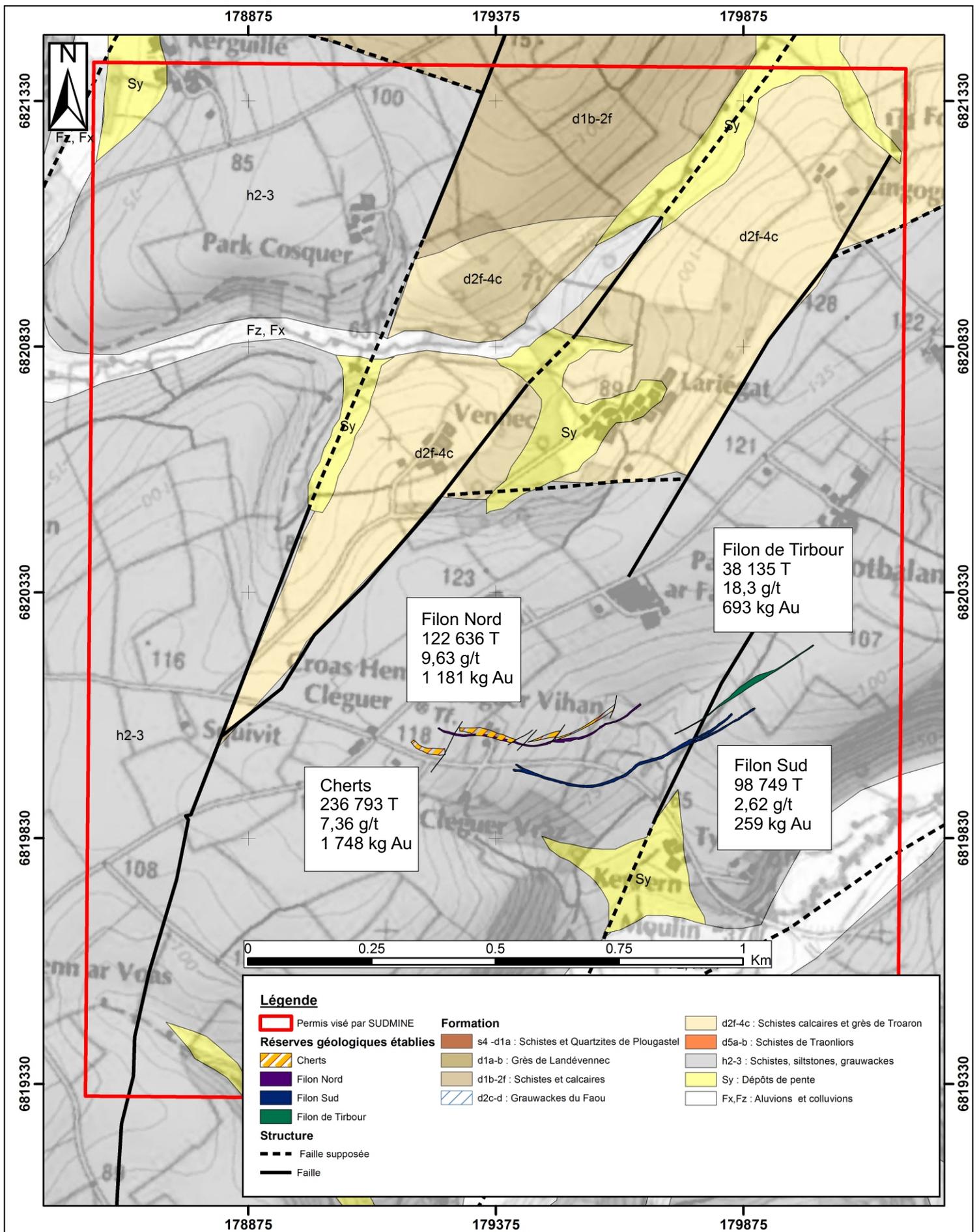
Sur le plan purement minier, les corrélations réalisées entre les 21 profils de sondages carottés (de A à U) ont également permis de définir clairement la géométrie (extension, pendage, puissance) des corps minéralisés. Ces travaux d'exploration ont également contribué à une meilleure caractérisation des lithologies formant le toit et le mur des faciès minéralisés. Il font apparaître une variabilité latérale des faciès assez nette avec des séries volcano-sédimentaires pélagiques au niveau de Cléguer et qui deviennent de plus en plus carbonatées vers le Nord-Est (DOMMANGET et al., 1990).

Les travaux d'exploration (tranchées, sondages carottés) ont également servi de base à une **première estimation des ressources** du gisement de Lopérec, dans le cadre de l'étude d'orientation économique (cf [Annexe 2](#)). Les résultats de cette étude seront détaillés par la suite.

2.1.3.2.2 Tests Minéralurgiques

Des tests minéralurgiques ont été réalisés à partir de **huit échantillons** prélevés sur des carottes de sondages. Ils correspondent aux **deux principaux faciès minéralisés** à savoir, le « chert » et les « filons de quartz ».

Ces huit échantillons de faible volume ont subi une **simple cyanuration « en bouteille »** sans apport d'additif. Les premiers résultats obtenus en 1989 ont montré des **taux de récupération satisfaisants, compris entre 80 et 90%**, tant dans les cherts et le quartz, dans six cas sur huit. Deux échantillons provenant du chert ont montré des taux de récupération anormalement bas. Après une analyse pétrographique et minéralogique détaillée, il s'est révélé que ces deux échantillons étaient particulièrement riches en sulfures et en matière carbonée (DOMMANGET et al., 1990).



En 1990, le BRGM a donc décidé de procéder à de nouveaux essais afin de lever l'incertitude pour ces quelques résultats anormalement bas. Pour cela, **quinze nouveaux échantillons** (huit provenant des cherts et sept provenant des filons de quartz) ont été testés. Afin de vérifier les effets de la matière organique, une partie des échantillons a reçu une « cyanuration bouteille » classique, alors que l'autre partie des tests a été conduit avec un apport de charbon actif (**cyanuration CIL**). Les résultats obtenus sont les suivants (DOMMANGET et al., 1990) :

- Comme lors des premiers essais réalisés en 1989, les taux de récupération observés sur la méthode de « cyanuration bouteille » classique ont été très satisfaisants pour la plupart des échantillons de chert et de quartz (**entre 75 et 94%**) ;
- Les essais de « cyanuration CIL », c'est à dire avec un apport de charbon actif, ont montré d'excellent taux de récupération de l'or, compris **entre 90 et 97%**, tant sur les cherts que dans le quartz ;
- Certains échantillons provenant des cherts et très riches en matière organique et en sulfures ont à nouveau montré des taux de récupération très faibles, compris entre 18 et 43%. Ils mettent en lumière une **certaine difficulté à traiter le minerai riche en matière carbonée**.

Toutefois, il faut garder à l'esprit que ces tests ont été réalisés à partir d'échantillons prélevés sur des carottes de sondages, c'est à dire à un endroit ponctuel du minerai considéré. C'est pourquoi le BRGM est resté prudent quant à ces résultats, dans l'attente de nouveaux essais, réalisés avec une plus grande quantité de matériel.

2.1.3.2.3 Etude d'Orientation Economique (1990)

Cette étude (Cf Annexe 2), réalisée en 1990, avait pour but principal de proposer une première estimation des réserves du gisement de Lopérec à partir de l'ensemble des informations disponibles à l'époque.

L'estimation des réserves est accompagnée par plusieurs projections économiques et financières relatives à différents types d'exploitation (notamment des mines à ciel-ouvert (**MCO**) de différentes profondeurs).

On y trouve également la toute première ébauche de modélisation d'une fosse de 50 mètres de profondeur maximum.

Cette étude est décrite en détail dans le chapitre 2.2.

2.1.4 Travaux du BRGM dans le cadre du PER de « Lopérec » (1991-1993)

2.1.4.1 Rappel des Travaux

Les conclusions de l'Etude d'Orientation Economique (BRGM, 1990) ont amené le BRGM à poursuivre les travaux de recherche à travers un double objectif, à savoir la certification des teneurs sur le gisement de Lopérec et l'augmentation des ressources par la découverte de nouvelles cibles sur les secteurs de Lopérec-Huelgoat et Loqueffret.

Les principaux travaux réalisés ont consisté en (DOMMANGET, 1994) :

- La réalisation d'une **synthèse cartographique** à l'échelle du 1/5 000 de toutes les données disponibles afin de regrouper les documents qui ont été bien souvent fractionnés en plusieurs rapports différents ;
- La réalisation d'une campagne de **cartographie détaillée**, incluant des contrôles de terrain sur l'ensemble de la zone de Lopérec-Huelgoat, mais également une recherche précise des « volantes » sur les secteurs de Huelgoat et de Pont-de-Buis ;
- La mise en oeuvre d'une campagne d'exploration **géophysique** (VLF, résistivité) sur des zones repérées lors de travaux antérieurs et dont l'interprétation structurale demeurait toujours délicate, notamment au Nord-Est du gîte de Lopérec ;
- La mise en oeuvre d'une campagne de **géochimie sol** sur trois secteurs identifiés comme potentiellement favorables lors de travaux antérieurs, à savoir : Pont-de-Buis, Lannedern et Pennaud. Un total de **750 échantillons** a été collecté ;
- La conduite d'une nouvelle campagne de **sondages carottés** hydrofores comprenant une vingtaine de sondages et ayant principalement deux objectifs : l'accroissement des réserves du gisement de Lopérec vers le Nord-Est et le contrôle de l'enracinement des anomalies de la bordure Nord du bassin de Châteaulin (PER de Loqueffret) ;
- L'ouverture de travaux miniers sur le gisement de Lopérec et notamment la création d'une **descenderie** afin d'aller reconnaître en profondeur les principaux faciès minéralisés et de réaliser un échantillonnage plus poussé dans l'optique de nouveaux essais minéralurgiques. La localisation de cette descenderie est présentée dans le tableau ci-après :

Tableau 2 : Coordonnées de l'entrée de la galerie d'exploration du BRGM

Galerie PERM "Lopérec"	Nom du Point	X (Lambert Zone II métrique)	Y (Lambert Zone II métrique)	Altitude (m)
Du BRGM	Entrée de la descenderie	128490	1083432	72

2.1.4.2 Principaux Résultats Obtenus

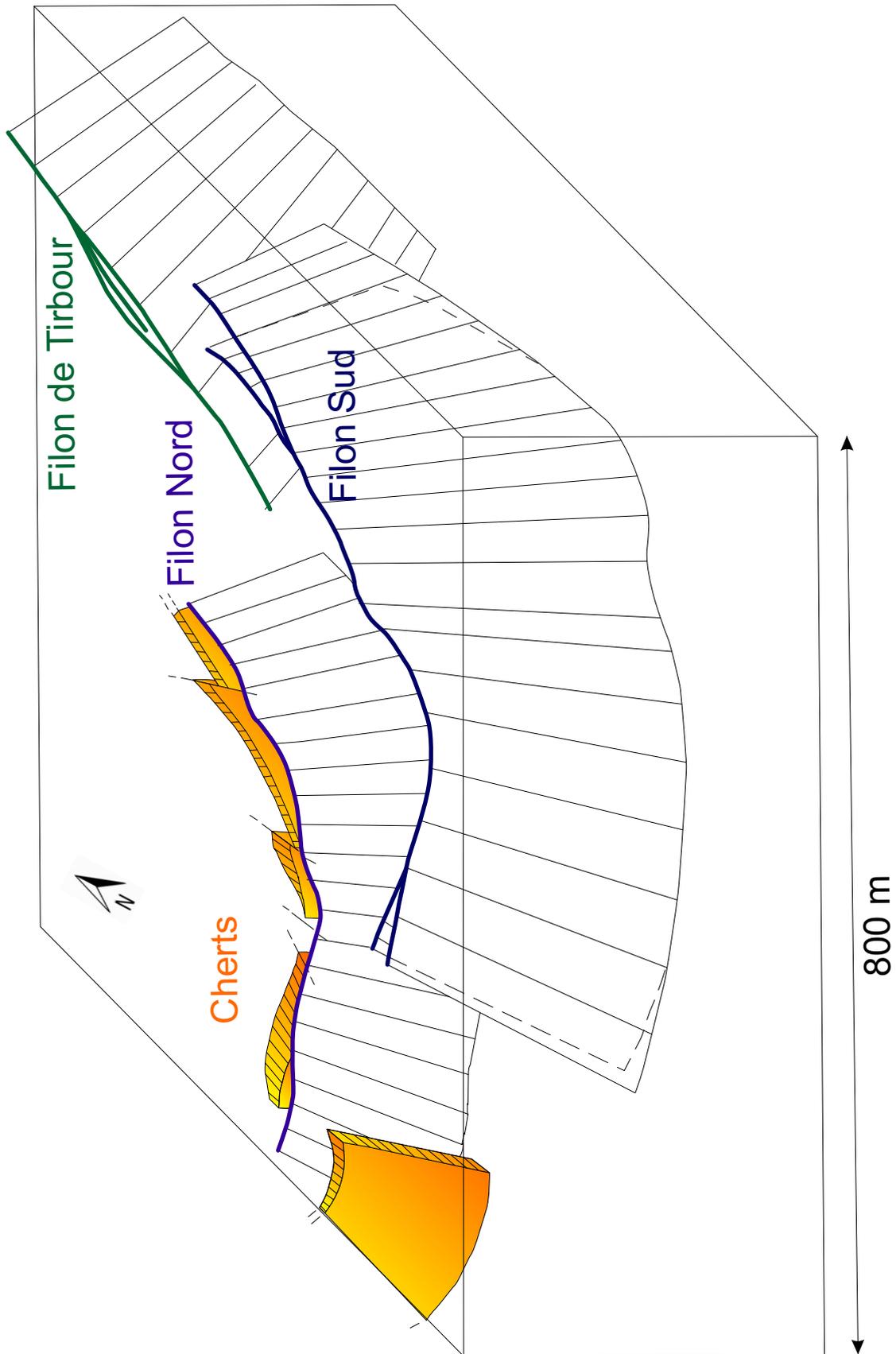
Les travaux réalisés par le BRGM entre 1991 et 1993, dans le cadre des PER de Lopérec et de Loqueffret, ont livré les résultats suivants (DOMMANGET, 1994) :

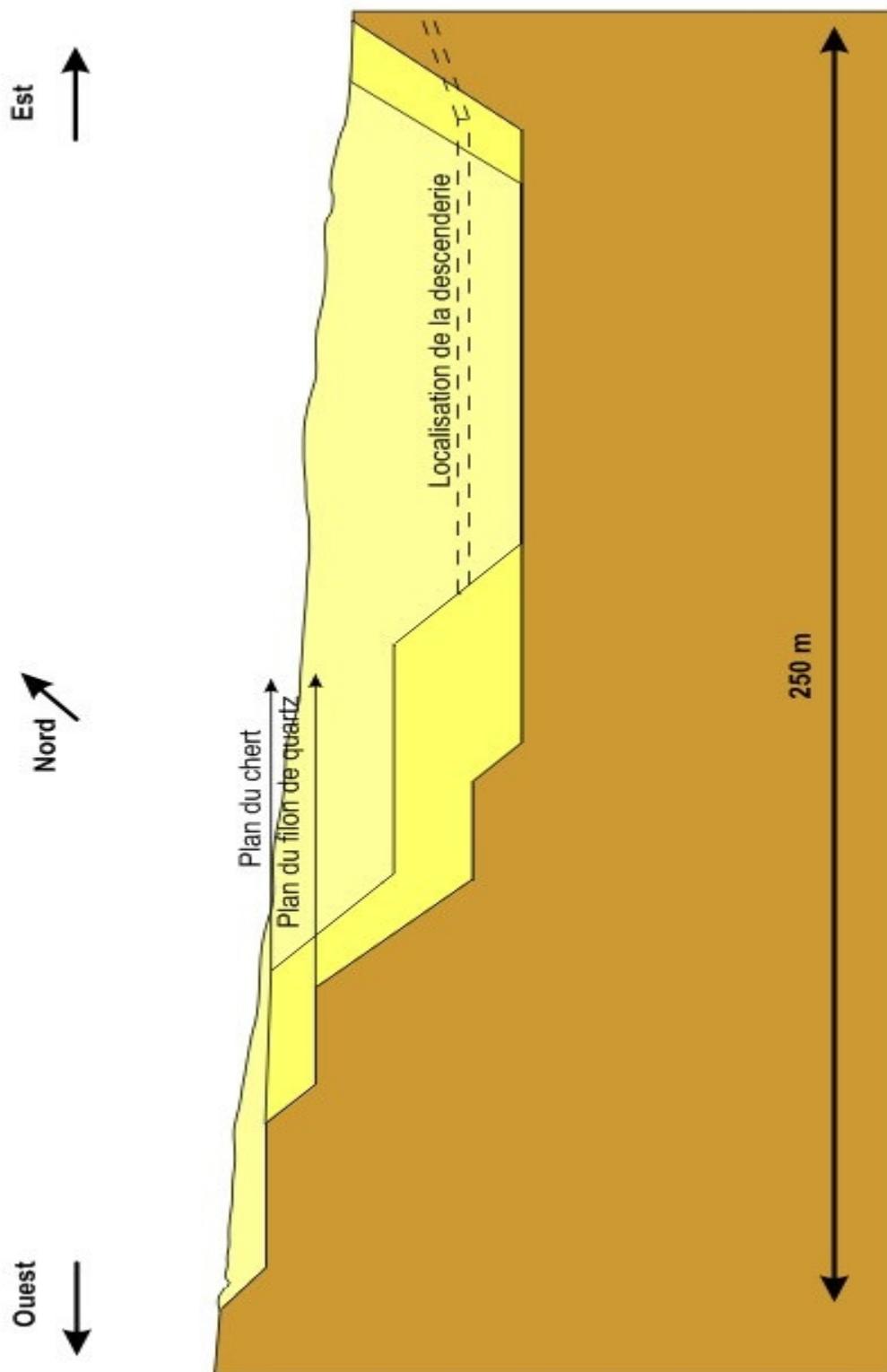
- La synthèse cartographique au 1/5 000 a fait ressortir, au niveau du gisement de Lopérec, des **variations de faciès très marquées** entre l'Ouest et l'Est du gisement. On peut notamment prendre pour exemple les volcanites acides qui sont bien présentes à l'Est du gisement, mais qui tendent à disparaître en direction de l'Ouest ;
- Les travaux de synthèse ont également permis de mettre en évidence une évolution de la position stratigraphique des minéralisations aurifères et de l'hydrothermalisme, qui descend d'Est en Ouest sur l'ensemble du secteur (successivement au-dessus, dans, puis en-dessous des volcanites acides) ;
- La campagne de géochimie sol a permis de mettre au jour une **nouvelle anomalie aurifère à Pont-de-Buis**. Celle-ci est bien structurée, orientée N60°, et longue d'environ 1500 mètres. Elle est souvent associée sur le terrain à quelques filons de quartz à lamines noires ;
- En ce qui concerne les secteurs de Lannedern et de Pennaud, la campagne de géochimie sol a livré des résultats négatifs ;
- Les sondages carottés réalisés au Nord-Est du gisement de Lopérec n'ont pas directement permis d'en accroître les réserves. En effet, ceux-ci n'ont que peu recoupé des faciès minéralisés (principalement des filons de quartz de faible puissance), témoignant ainsi en faveur de variations latérales de faciès ;
- Toutefois, la campagne de sondages carottés a permis de mettre en évidence **une structure** jusqu'alors inconnue, au niveau du lieu-dit de **Bod-Balan**. Là, un sondage carotté a recoupé des volcanites acides accompagnées d'un chert dont l'épaisseur est supérieure à ceux observés à Lopérec.

A ce jour, SUDMINE n'a pas pu se faire communiquer les résultats d'analyses réalisées sur le chert de Bod-Balan.

- Au cours des travaux miniers, 442,50 mètres ont été foncés, dont 135 mètres de descenderie. Ils ont permis de tracer le Filon Nord sur environ 100 mètres et le Chert Ouest sur environ 200 mètres. De plus, 3 750 tonnes de minerai (1 400 tonnes de quartz et 2 350 tonnes de chert) ont été prélevés et stockés afin de réaliser de nouveaux essais minéralurgiques à grande échelle

(Cf. Figures 5 & 6).





Demande de PERM, dit de "Lopérec"
Mémoire Technique & Programme des Travaux

Coupe du projet de Mine à Ciel-Ouvert (MCO)
Sources : BRGM, SUDMINE



Figure 6

On notera que la galerie d'exploration creusée par le BRGM dans le cadre de son PERM entre 1991 et 1993 n'a pas encore fait l'objet d'une procédure complète d'arrêt définitif de travaux miniers. En effet, un arrêté de premier donné acte a bien été prononcé mais l'arrêté de second donné reste conditionné au remplacement l'installation pilote actuelle de traitement des eaux par une installation hydraulique de sécurité pérenne.

SUDMINE se rapprochera donc du BRGM afin d'établir un relevé de décisions qui établira éventuellement des "prescriptions" nécessaires pour la préservation de l'installation hydraulique de sécurité lors de la mise en oeuvre des travaux prévus par cette demande de PERM.

2.2 Etude d'orientation économique (BRGM, 1990)

Cf. Annexe 2 (document confidentiel, fourni sous pli séparé).

2.2.1 Cadre et objectif

La reconnaissance systématique par sondages dans le cadre des travaux propres du BRGM a pu mettre en évidence des ressources présumées de l'ordre de 500 000 tonnes avec une teneur moyenne de 7,8 g/t, soit environ 3,9 tonnes d'or métal..

Suite à ces premiers résultats, une étude d'orientation économique a été réalisée en 1990 (BRGM, 1993).

Son objectif est de déterminer les ressources et réserves du gisement, et de présenter un projet d'exploitation adapté à celui-ci.

2.2.2 Estimation des ressources

Le tonnage de minerai, la teneur et la masse d'or correspondante ont été calculés et sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Ressources minérales mesurées

	Minerai (t)	Teneur (g/t)	Au (kg)
Filon Nord	122 636	9,63	1 181
Chert	236 793	7,36	1 748
Filon Sud	98 749	2,62	259
Filon de Tirbour	38 135	18,3	699
TOTAL	496 313	7,83	3 887

Cf. Figure 4.

2.2.3 Estimation des réserves et la projection de la MCO correspondante

Sur la base des ressources mesurées, soit un total d'environ 4 tonnes d'or, une première approche économique considère l'enveloppe d'une fosse d'une cinquantaine de mètres de profondeur et de 250 m de long, comprenant une partie du Chert et le Filon Nord.

Les réserves, comprises dans cette enveloppe, sont synthétisées dans le tableau suivant (BRGM, 1993) :

Tableau 4 : Réserves considérées pour le projet de carrière

	Minerai (t)	Teneur (g/t)	Au (kg)
Chert	181 725	6,71	1 220
Quartz (Filon Nord)	38 024	6,32	240
TOTAL	219 748	6,64	1 460

La fosse envisagée par le BRGM a les caractéristiques suivantes (Cf. [Figure 6](#)) :

- Une **profondeur maximum de 50 m** (Partie Est), 20 m dans la partie centrale et 10 m dans la Partie Ouest ;
- Des angles de pentes de **talus de 45 °** sur les vingt premiers mètres, **puis de 55 °** ;
- Un vide de fouille total de **800 000 m³**, dont environ **80 000 m³ de minerai**.

A l'est, le filon de Tirbour est susceptible d'apporter des réserves additionnelles. La prolongation des cherts à l'Est est également susceptible d'apporter des réserves additionnelles, ces cherts ayant d'abord été considérés comme stériles, et n'ayant pas été pris en compte dans le dessin de la fosse projetée (BRGM, 1990).

Cette étude d'orientation économique estime que, quelle que soit la capacité de l'unité de traitement (gravimétrie, flottation...), les fosses seront exploitées à la cadence de **50 000 t/an** de minerai, soit une **durée de vie de 5 ans** maximum pour la MCO, sans compter les éventuelles extensions.

Dans tous les cas, du moins favorable au plus favorable, l'hypothèse d'une exploitation de ce gisement permet d'envisager la couverture du montant de l'investissement requis confirmant l'intérêt économique de cette cible (BRGM, 1990).

L'[Annexe 3](#) présente la Fiche du Gîte aurifère mésothermal de Lopérec, extraite de la dernière version de l'Inventaire Minier de la France (BRGM), et qui récapitule les principales caractéristiques de ce gisement connues en 2004.

2.3 Etude minéralogique (Marcoux, 1992)

2.3.1 Cadre et Objectif

Cette étude, mandatée par le BRGM dans le cadre de son PER de « Lopérec », a été réalisée à l'Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre (OSUC - MARCOUX, 1992). Largement à vocation scientifique, elle avait pour but, à l'aide d'analyses pétrographiques, minéralogiques et granulométriques précises, de caractériser les principaux faciès minéralisés du gîte de Lopérec afin de comprendre le contexte métallogénique de sa formation.

2.3.2 Echantillons étudiés

Les échantillons analysés au cours de cette étude ont été collectés par le BRGM entre 1991 et 1992 dans le cadre des travaux miniers de reconnaissance. Ils correspondent aux deux principaux faciès minéralisés caractéristiques du gisement de Lopérec, à savoir les **cherts** et les filons de **quartz**.

Des échantillons de l'encaissant (**schistes noirs**) ont également été étudiés. Bien qu'ils ne représentent pas un réel intérêt économique, ils peuvent se révéler cruciaux pour la compréhension géologique du gisement (MARCOUX, 1992).



Figure 7 : Photographies des échantillons de roches (à gauche, filon de quartz à lamines de schistes noirs. A droite, niveau de chert présentant des disséminations de sulfures).

2.3.2.1 Les cherts

Ces échantillons sont caractérisés par une gangue sombre, composée de **quartz** fins et de carbonates (**sidérite**), dans laquelle il est possible de distinguer deux assemblages minéraux distincts, à savoir :

- Une paragenèse grossière et précoce à sulfures abondants, constituée essentiellement de **pyrrhotite** (presque totalement transformée en pyrite et en marcassite), d'**arsénopyrite** automorphe grossière (jusqu'à 5 millimètres de diamètre) et plus rarement de petits cristaux de pyrite automorphe disséminée ;
- Une paragenèse discrète et tardive, polymétallique à **galène**, **sphalérite**, **chalcopyrite**. Il est fréquent de retrouver la galène au niveau de fissures dans l'arsénopyrite, ce qui confirme ainsi le caractère tardif de cet assemblage minéral.

Ces échantillons sont recoupés par des veinules beiges à quartz-carbonate, souvent spatialement liées à des plages sombres riches en matière carbonée. De plus, l'ensemble de ces échantillons est fréquemment recoupé par des veines de quartz blanc macrocristallin stérile.

Il a été possible d'identifier, au sein de ces échantillons, plusieurs plages d'or (entre 2 µm et 53 µm) libre ou en association avec l'arsénopyrite.

2.3.2.2 Les filons quartzeux

Ces échantillons sont caractérisés par des **lentilles fines de l'encaissant schisteux**, écaillées dans le corps quartzeux blanc et macrocristallin du filon, selon des plans sub-parallèles. Les auteurs s'accordent à dire que ces enclaves lenticulaires de schistes noires correspondent à des bandes de cisaillement exprimées lors de la mise en place des différents filons. Au sein de cette **gangue quartzeuse**, il est possible de distinguer deux assemblages minéraux distincts, à savoir :

- Une paragenèse précoce, peu dépendante de la texture de la gangue et principalement composée d'**arsénopyrite** et de **pyrite** (primaire ou issue de la transformation de la pyrrhotite). Cet assemblage est souvent retrouvé dans ou au contact des lamines noires de l'encaissant schisteux. Cette paragenèse précoce est également souvent en relation avec de petits amas de matière organique sombre ;

- Une paragenèse tardive, interstitielle entre les plages de quartz de la gangue et recoupant les sulfures précoces. Elle est principalement composée de **galène**, **sphalérite**, **chalcopyrite** et **cuivre gris**. Là encore, de la galène cimentant des cristaux d'arsénopyrite a été identifiée, témoignant en faveur du caractère tardif de cet assemblage minéral.

L'or est fréquent, presque toujours libre, et se trouve souvent localisé dans les amandes de schistes noirs ou à leur contact avec le quartz, à proximité des cristaux de pyrite et d'arsénopyrite. On retrouve également **l'or en association avec l'arsénopyrite** à la faveur de petites fractures. Quelques rares plages d'or libre dans la gangue de quartz ou associées avec la galène ont également été identifiées.

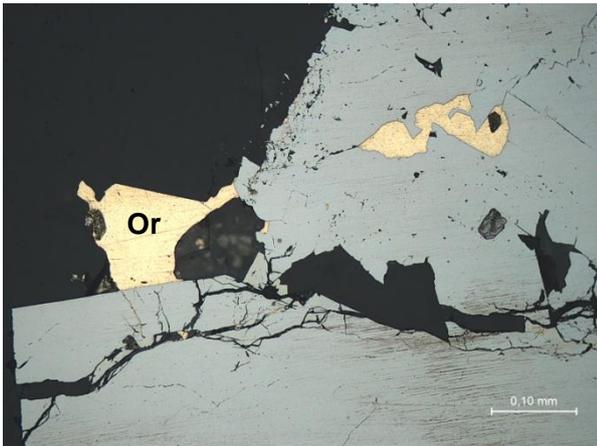
2.3.2.3 Les schistes noirs

Constamment en relation avec les cherts ou les filons quartzeux, les schistes noirs constituent la lithologie majeure encaissant les minéralisations aurifères du gisement de Lopérec. Bien qu'eux-mêmes souvent minéralisés en or, ils ne présentent toutefois pas des teneurs suffisantes permettant de les rendre économiques. Toutefois, ils s'avèrent cruciaux pour la compréhension du gisement de Lopérec, car l'ensemble du processus métallogénique responsable des minéralisations y est exprimé.

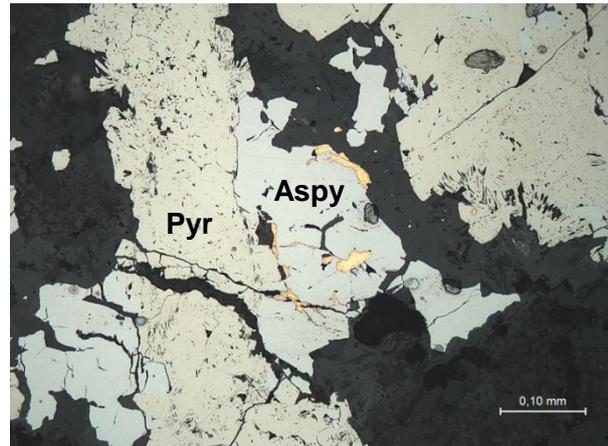
Il s'agit de schistes noirs pélitiques fins à quartz, feldspaths potassiques, micas et rutile. La roche, schistosée, contient des lentilles de sulfures anté-schistosité. Ces lentilles, peu déformées sont à pyrite dominante (anciennes pyrrhotite déstabilisée) et ne présente que quelques très rares plages d'or.

La roche, ainsi que les lentilles de sulfures, sont recoupés par des veinules sombres à quartz-carbonates associées à une paragenèse sulfurée grossière composée d'arsénopyrite et de pyrite automorphes. Cette paragenèse est la plus abondante et semble avoir totalement imprégné les schistes noirs. La majorité des plages d'or y est associée.

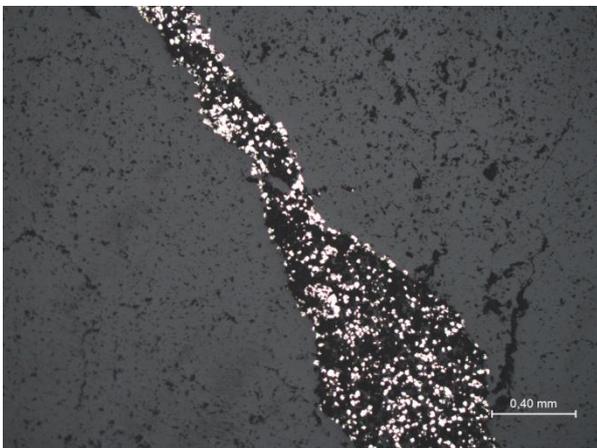
L'ensemble est recoupé par un réseau de fines veinules de quartz blanc, macrocristallin, dans lequel on retrouve de la galène, de la sphalérite et quelques rares occurrences de cuivre gris. Quelques rares plages d'or y ont également été identifiées.



Plages d'arsénopyrite et d'or dans le filon
(lumière réfléchie, LNPA, *200)



Arsénopyrite recoupée par des fissures à or et englobée
par de grands cristaux de pyrite dans le filon (lumière
réfléchie, LNPA, *200)



Imprégnations d'arsénopyrite dans lamine de schiste
noir (lumière réfléchie, LNPA, *50)



Or libre dans le chert
(lumière réfléchie, LNPA, *500)

Figure 8 : Photographies en LPNA de paragenèse de sulfures et or dans le filon à lamines de schistes noirs et dans le chert (Source : Y. GALES et E. MARCOUX).

2.3.3 Etude granulométrique

Une étude statistique de la taille des plages d'or a été réalisée sur les concentrés minéraux réalisés à partir des échantillons précédents (MARCOUX, 1992).

Les observations sur échantillons corroborent les résultats obtenus sur les concentrés. E. Marcoux a identifié 145 plages d'or dans le faciès « filon de quartz » et 106 plages d'or dans le faciès « chert ».

Dans l'ensemble, l'or est grossier, avec une fréquence maximale aux alentours de 50 μm et une taille maximale de 365 μm . L'or associé aux cherts est cependant significativement plus fin que celui associé aux filons.

Dans les cherts, la distribution est unimodale, avec un mode à 50 μm , et 80% des plages observées se situent en-dessous de 70 μm . Un nombre appréciable (8,2%) de plages fines, inférieures à 10 μm , a été également observé.

Dans le filon, la distribution est plus étalée, avec des modes aux alentours de 50 μm , 110 μm et 160 μm . Environ 80% des plages d'or se situent en-dessous de 80 μm et le nombre de plages fines (< 10 μm) est plus restreint.

2.3.4 Composition des plages d'or

Dix huit point d'analyses à la microsonde (17 plages analysées) ont montré que les compositions de l'or étaient légèrement mais significativement différentes dans les deux types de minerai (MARCOUX, 1992).

L'or des cherts est très pur (10% Ag et 90% Au), tandis que celui des filons est légèrement plus argenté (13-15% Ag et 87-85% Au). Au sein de chaque type de minerai, la composition est très constante.

2.4 Etude minéralurgique (BRGM, 1992)

2.4.1 Cadre et Objectif

Cette étude a été réalisée par le BRGM (LIBAUDE, 1992) dans le cadre des travaux de reconnaissance du gisement de Lopérec. Les travaux miniers ont permis l'accessibilité directe au minerai. Des échantillons représentatifs des différents faciès identifiés ont pu être prélevés à la faveur de ces travaux pour subir une série d'essais minéralurgiques.

Entre 1989 et 1990, des tests minéralurgiques avaient déjà été réalisés sur des échantillons de tranchées et de carottes de sondages. Cependant, comme l'ont montré les travaux miniers, les carottes de sondage, sur ce type de minéralisation ne donnaient pas une bonne représentativité du minerai. D'autre part, ces essais avaient uniquement porté sur le traitement par cyanuration. Néanmoins, ils avaient montré que la récupération de l'or par cyanuration était très variable suivant les échantillons, de moins de 50% à plus de 95%. La présence de matières carbonées, observées dans les échantillons et les carottes, était vraisemblablement responsable des la variabilité de ces résultats.

Cette nouvelle étude avait donc pour objectif de conduire des tests sur des échantillons représentatifs des deux faciès minéralisés (chert et filon de quartz), portant sur les différentes méthodes de traitement envisageables, afin de mettre en évidence les voies possibles et les difficultés associées à chacune d'elle.

2.4.2 Echantillons

2.4.2.1 Composition des échantillons

Afin de répondre à l'ensemble des objectifs de cette étude minéralurgique exploratoire du minerai de Lopérec, plusieurs types d'échantillons ont été prélevés. Ils incluent (LIBAUDE, 1992) :

- Deux échantillons composites de 25 kilogrammes représentant chacun un des faciès minéralisés, à savoir le chert et le filon de quartz. Ils ont été fabriqués par mélange d'un certain nombre d'échantillons prélevés par rainurage sur les fronts de taille successifs de la galerie de reconnaissance ;
- Dix échantillons de 1 à 2 kilogrammes prélevés par rainurage lors des travaux miniers. Cinq d'entre eux correspondent au faciès « chert » et les cinq autres au faciès « filon de quartz ». Ils ont servi à examiner la réponse du minerai à la cyanuration ;
- Trois échantillons représentatifs de la matière carbonée repérée dans la zone minéralisée ou à son voisinage, parmi lesquels on retrouve un schiste noir, des lamines de matières charbonneuses encaissées dans un filon de quartz et un amas d'antracite encaissé dans le chert. Ils ont été prélevés pour étudier l'influence du carbone sur les procédés de récupération de l'or.

2.4.2.2 Préparation des échantillons

Le composite quartz a été concassé et réduit pour obtenir une taille de l'ordre du millimètre. Après prélèvement d'un échantillon de tout-venant pour un « essai bouteille » et une analyse chimique, le reste du lot a été séparé en deux fractions par criblage, dans le but de réaliser un essai de tablage et d'amalgamation. Les résidus d'amalgamation et les rejets de tablage ont été ensuite regroupés pour des essais de cyanuration et de flottation (LIBAUDE, 1992).

Le composite chert a subi la même préparation, à l'exception du criblage puisque les essais de tablage et d'amalgamation n'ont pas été conduits sur ce faciès.

Enfin, les échantillons « carbonés » et les dix échantillons de rainurages ont été simplement concassés pour obtenir une taille de l'ordre du millimètre. Des lots de 500 grammes ont été prélevés afin de réaliser des essais de cyanuration en bouteille (LIBAUDE, 1992).

2.4.2.3 Caractérisation des échantillons

2.4.2.3.1 Analyse Chimique

Chaque composite a été soumis à une analyse chimique des éléments majeurs et des principaux mineurs par ICP. L'or et le soufre ont aussi été déterminés.

Les principaux résultats sont les suivants (LIBAUDE, 1992) :

- L'élément le plus abondant dans le filon de quartz est, bien entendu, la **silice**, présente à plus de 90%. L'**alumine** est présente à 3%. Les autres éléments majeurs sont présents en quantité minime, le soufre en particulier ne titre que 0,85% ;
- La silice est également dominante dans le chert, de l'ordre de 70%. L'**oxyde de fer** y atteint près de 15% et l'alumine 3%. Le **soufre** a une teneur très élevée, égale à 5,3%, ce qui est conforme avec les observations visuelles des échantillons de chert, dans lesquels on aperçoit de nombreux sulfures, comme la pyrite et l'arsénopyrite ;
- Parmi les éléments mineurs, l'**arsenic** est le plus abondant. Sa teneur atteint 1,3% dans le faciès « chert » et 0.45% dans le « filon de quartz », ce qui est également conforme aux observations minéralogiques ;
- Les teneurs en **or** sont de 15,5 g/t dans le filon de quartz et de l'ordre de 7,8 g/t dans le chert. Les lamines charbonneuses présentes au sein du filon de quartz montrent des teneurs en or très fortes, de l'ordre de 79 g/t.

2.4.2.3.2 Minéralogie

Les observations minéralogiques montrent que les principaux minéraux de la gangue sont le **quartz** et la **sidérite**. Les sulfures prédominants sont l'**arsénopyrite** et la **pyrite**. Pour le faciès « filon de quartz », les sulfures représentent environ 2% du poids, également répartis entre arsénopyrite et pyrite. Pour le faciès « chert », en revanche, les sulfures totalisent presque 12% du poids, la pyrite représentant à elle seule 75% (LIBAUDE, 1992).

L'**or** observé se présente soit sous forme native, soit sous forme d'un **alliage or-argent** appelé électrum. Il est libre, associé aux minéraux de la gangue (quartz, sidérite) ou le plus souvent à l'arsénopyrite. Dans l'arsénopyrite, l'or se présente en remplissage de micro-fissures ou aux joints des grains. Les observations indiquent qu'il n'y a pas d'or au niveau du réseau cristallin de ce minéral, ce qui confirme les observations de Marcoux (1992). L'association de l'or et de la pyrite semble exceptionnelle.

La granulométrie des grains observés est assez grossière.

Dans le chert, la moyenne des particules est de 50 µm, avec près de 10% des grains inférieurs à 10 µm et 20% supérieurs à 70 µm.

Dans le filon de quartz, la granulométrie est plus étalée. Des grains jusqu'à 365 µm ont été observés. Seulement 3% des particules sont inférieures à 10 µm, tandis que 20% des particules sont supérieures à 80 µm.

2.4.3 Essais de traitement

Dans le cadre de cette étude minéralurgique exploratoire du minerai de Lopérec, trois procédés de traitement ont été envisagés, à savoir (LIBAUDE, 1992) :

- La gravimétrie, pour le faciès « filon de quartz » seulement ;
- La flottation ;
- La cyanuration.

Cet ensemble de tests avait comme principal objectif d'évaluer les performances de chaque méthode, mais également de mettre en exergue les difficultés potentielles de façon à pouvoir élaborer par la suite des schémas de traitement optimisés sur le plan économique.

2.4.4 Résultats de l'étude minéralurgique

Les principaux résultats de l'étude minéralurgique exploratoire du minerai de Lopérec sont les suivants (LIBAUDE, 1992) :

- Les essais de gravimétrie montrent que **50% de l'or du faciès « filon de quartz » peut être récupéré via des procédés mécaniques avec une maille de l'ordre du millimètre** ;
- La **flottation conduit à de bonnes performances pour le quartz**. La teneur en or des stériles est très basse, de l'ordre de 0,2 g/t d'or. Le taux de récupération est de 95% avec un concentré titrant aux alentours de 100 g/t ;
- **Pour le faciès « chert », la flottation conduit également à de bons résultats**. La teneur en or des stériles est basse, de l'ordre de 0,3 g/t et le taux de récupération est lui aussi de l'ordre de 95%. Néanmoins, la forte proportion de sulfures (12%) ne permet pas l'obtention d'une teneur élevée dans le concentré. Elle est de l'ordre de 30 g/t d'or.
- Les tests de cyanuration sur les échantillons de matières carbonées montrent que celles-ci sont très actives et adsorbent une part importante de l'or dissous. Cependant, la matière carbonée associée au quartz présente une activité modérée, tandis que celle associée au chert est très active ;
- **Les essais de cyanuration** sur le composite et les 5 échantillons isolés du filon de quartz **confirment l'effet nocif du carbone**. Le taux de récupération sur le composite est de l'ordre de 70% et de l'ordre de 65% sur les rejets de la gravimétrie. Toutefois, l'ajout de charbon actif (**cyanuration de type CIL**) à la pulpe permet de faire remonter l'extraction à 97% ;
- Les tests de cyanuration sur les échantillons du faciès « chert » montrent des résultats similaires. Toutefois, l'effet des matières carbonées se manifeste de manière plus intense. L'ajout de charbon actif à la pulpe permet de récupérer environ 87% de l'or, en laissant une teneur en or de l'ordre de 1 g/t dans les stériles ;
- **En l'absence de matières carbonées, la cyanuration aboutit à un taux de récupération très satisfaisant de l'ordre de 95%**.

2.5 Travaux d'approche menés par SUDMINE (2013/14)

SUDMINE a procédé, en 2013 et 2014, aux travaux d'approche suivants :

- Etablissement d'une première **liste bibliographique** sur la Bretagne, sa géologie et le gîte de Lopérec.
- **Recueil** d'une partie des documents identifiés sur le sujet, notamment en commandant au BRGM une prestation de mise à disposition de documentation (Cf Annexe 1).
- **Analyse de cette sélection de documents** (Cf « Références bibliographiques » en fin de ce Tome et du Tome « Notice d'Impact »).
- **Deux missions de terrain** d'une semaine à plusieurs géologues associés et stagiaires :
 - Réalisation de **batées** sur la totalité du réseau hydrographique de Lopérec et Huelgoat, avec comptage des points d'or,
 - Observation à la loupe binoculaire des **fonds de batées** et identification des minéraux lourds,
 - Recherche des **affleurements de filons de quartz**,
 - **Observation des anciens travaux miniers** de reconnaissance du BRGM,
 - **Echantillonnage de blocs** dans les anciens travaux de creusement de galerie du BRGM,
 - **Observation du dispositif de traitement passif** actuel (du BRGM) des rejets aqueux de l'ancienne galerie,
 - Première approche des **contraintes, servitudes et sensibilités** du secteur de Lopérec (Cf Chapitre 5 et Tome « Notice d'Impact »).
- **Entretiens avec quelques habitants** (Cf Chapitre 5).
- **Rencontre avec le Maire** de Lopérec, M. CRENN (Cf Chapitre 5).
- Première approche du **parcellaire cadastral**, avec identification de 2 parcelles appartenant au BRGM (pour une surface totale d'environ 1,4 ha).
- Première approche du **contexte socio-culturel et socio-économique** local et régional (Cf Chapitre 5).
- Rédaction de la présente demande de PERM.

3 CONTEXTE GITOLOGIQUE

3.1 Minéralisations aurifères

Le gisement de Lopérec se situe au Nord-Ouest du Bassin de Châteaulin, à l'interface Dévonien-Carbonifère. Cette tranche stratigraphique est caractérisée par une série volcano-sédimentaire composée principalement de sédiments détritiques fins et de volcanites acides et basiques associées à des phénomènes hydrothermaux (cherts, minéralisations polysulfurées ailleurs dans le bassin).

On retrouve à Lopérec, trois différents types de minéralisations (BRGM, 1993) :

- Une **minéralisation discrète, erratique, à faible teneur**, ne présentant pas d'intérêt économique, mais très importante pour la compréhension de la genèse du gisement, se situant **dans des niveaux de schistes noirs**, géométriquement proches de cherts. Cette minéralisation est assez riche en pyrite mais dépourvue de tout réseau filonien quartzeux. L'or est associé à des cristaux de pyrite et de pyrrhotite intensément déformés ;
- Une **minéralisation à teneur moyenne (3 à 8 ppm Au) portée par un niveau de chert** bréchique de bonne puissance. L'or y est associé à un assemblage minéralogique sulfuré, parfois très abondant, et se composant de pyrite, arsénopyrite, galène, sphalérite et pyrrhotite. L'or, toujours fin (50 µm en moyenne), se trouve en inclusions, dans des fissures ou en bordure des sulfures ;
- Une **minéralisation à forte teneur (8 à 30 ppm Au) portée par un faisceau de filons de quartz**. Ces derniers présentent un faciès très particulier, rubané, constitué de bandes centimétriques à décimétriques de quartz blanc séparées par des lamines noires argileuses et riches en matière organique. La phase sulfurée, abondante essentiellement le long de ces lamines, montre surtout de l'arsénopyrite, de la pyrite, ainsi qu'un peu de galène et de sphalérite. L'or est grossier (150 µm), libre, et fréquemment situé au voisinage des lamines noires argileuses.

3.2 Morphologie du Gisement

Grâce aux travaux réalisés par le BRGM entre 1989 et 1993, et comprenant notamment un grand nombre de tranchées et de sondages, il a été possible de définir dans le détail la morphologie précise du gisement de Lopérec.

On distingue sur l'ensemble du gisement cinq corps minéralisés (Cf. Figures 4 et 5) :

- Le **Chert Ouest**, situé comme son nom l'indique à l'Ouest du gisement. Il est connu en sondages sur une extension de 200 mètres et jusqu'à une profondeur de 100 mètres. Il est globalement orienté N90° et présente un pendage moyen de 70° vers le Sud. D'une puissance moyenne de l'ordre de 5 mètres, il peut toutefois atteindre 20 mètres d'épaisseur ;
- Le **Chert Est**, qui fait suite au Chert Ouest, mais présentant avec ce dernier des différences de faciès qui ont permis de le différencier. D'abord orienté N80°, il prend progressivement une direction N50° à la faveur d'une torsion des structures s'inscrivant dans un méga-pli régional. Son pendage est en moyenne de 70° vers le Sud et sa puissance moyenne est de l'ordre de 6 mètres ;
- Le **Filon Nord**, qui se situe au voisinage des cherts, à une distance qui oscille entre 0 et 10 mètres par rapports à ces derniers. Il a été reconnu en sondages sur une extension de 340 mètres, mais ne présente un intérêt économique que sur 120 mètres car, au-delà, sa puissance devient infra-métrique. Il est reconnu minéralisé jusqu'à environ 200 mètres de profondeur. Son orientation est globalement parallèle aux cherts, en pendage et en direction, et sa puissance moyenne est de l'ordre de 1,35 mètres ;
- Le **Filon Sud**, qui est parallèle aux ensembles précédents, mais situé à une centaine de mètres plus au Sud. Il est par conséquent encaissé par des formations situées plus haut dans la série stratigraphique. Sa puissance moyenne est de l'ordre de 1,4 mètres ;
- Le **Filon de Tirbour**, qui est situé à l'Est du gisement de Lopérec et s'étirant sur environ 170 mètres de long. Orienté N45°, il présente un pendage variable de 50 à 60° vers le Sud-Est. Alors qu'à ses extrémités il présente un faciès banal de quartz blanc stérile, il se charge dans sa partie centrale en lamines noires, identiques à celles des autres filons quartzeux du gisement. Cette partie minéralisée représente une colonne d'une extension horizontale de 50 mètres et d'une puissance de l'ordre de 2 mètres ;

3.3 Cas particulier de l'arsenic

L'or étant en partie lié à de l'arsénopyrite, ce minerai est donc arsénié.

Ceci représente donc une contrainte spécifique à prendre en compte dans le futur développement du projet minier.

D'ailleurs, actuellement, un rejet aqueux permanent a lieu depuis les anciens travaux miniers du BRGM vers le milieu naturel, et ce **rejet aqueux montre des teneurs relativement élevées en As et Fe**.

Ce fait a justifié la mise en place, par le BRGM, avant abandon de son titre minier, d'un **dispositif de traitement passif de ces eaux avant rejet dans le milieu naturel**, avec une intervention régulière d'un agent du BRGM pour surveillance et contrôle de l'efficacité.

Yann ITARD, ancien géologue du BRGM et associé de SUDMINE a travaillé en 2004 sur le dimensionnement de ce dispositif (Cf Annexe 4).

4 CONTEXTE METALLOGENIQUE

4.1 Les phénomènes minéralisateurs

L'examen par SUDMINE de l'ensemble des données collectées a permis de préciser les principales caractéristiques de la minéralisation. La succession paragenétique observée à Lopérec exprime un processus minéralisateur unique et évoluant dans le temps. On peut globalement le diviser en trois étapes distinctes (BRGM, 1993) :

- Une étape d'**imprégnation précoce à pyrrhotite dominante, arsénopyrite et chalcopyrite**. La pyrrhotite est rapidement déstabilisée en pyrite et marcassite. Un peu d'or, en fines particules lui est associé. Les sulfures sont déformés, ce qui atteste du caractère précoce de cette étape ;
- Une **étape de silicification-sulfuration** qui correspond aux cherts et dominée par une paragenèse à pyrrhotite, pyrite et arsénopyrite. Cette étape est tardive par rapport à la phase de déformation qui affecte la première étape. Elle correspond à la phase majeure d'arrivée de l'or du gisement de Lopérec ;
- Une **étape siliceuse et polymétallique associée à une distension locale qui est à l'origine des filons quartzeux**. Le quartz, largement cristallisé, est associé à une paragenèse fissurale discrète à galène, sphalérite, chalcopyrite, cuivre gris et bournonite.

D'un point de vue géochimique, le processus minéralisateur responsable du gisement de Lopérec peut se résumer ainsi :

- Fe (As, Au, Cu) ;
- Fe-As-Au (Cu) ;
- Pb-Zn-Cu-Sb (Au).

Cette minéralisation possède tous les attributs minéralogiques et géochimiques des « **shear-zones aurifères** ». Toutefois, il n'y a pas de réel consensus aujourd'hui quant à la formation du gisement de Lopérec. Certains auteurs, notamment en raison de la faible profondeur du gisement et de la nature des formations encaissantes, favorisent toujours l'hypothèse d'un **gisement exhalatif en contexte volcano-sédimentaire**.

4.2 La place de l'or

L'or est abondant, en association très nette avec l'arsénopyrite et plus rarement avec la pyrite. **La totalité de l'or est libre**. L'habitus des arsénopyrites et des pyrites, l'absence d'or exprimé

dans les auréoles de déstabilisation ou d'altération de ces sulfures, signifient que ceux-ci n'ont pas d'or en substitution au sein de leur réseau cristallin (Marcoux, 1992). Cet or se présente sous forme d'électrum, c'est à dire un alliage or-argent de formule Au-Ag. Sa granulométrie assez grossière (50 µm en moyenne dans les cherts et 100 µm en moyenne dans les filons quartzeux) est un élément favorable à sa récupération (BRGM, 1993).

Le processus de dépôt de l'or débute dès les premières imprégnations à pyrrhotite, avant la phase de déformation, mais **l'essentiel du dépôt s'associe à la phase de silicification-sulfuration responsable de la formation des cherts**. Ceux-ci semblent en effet avoir absorbé l'essentiel des fluides riches en or. Ils constituent le meilleur réservoir pour l'or du gisement de Lopérec.

La formation des filons quartzeux s'opère tardivement par rapport aux processus précédents. **La minéralisation aurifère des filons quartzeux semble exister essentiellement par l'assimilation de fragments chertoux ou d'encaissant**. En effet, dans les échantillons des filons de quartz (Marcoux, 1992), l'or est associé à la paragenèse précoce (arsénopyrite, pyrite, fragments d'encaissant). Toutefois, une minéralisation aurifère propre aux filons quartzeux peut s'exprimer dans les premières phases de formation de ceux-ci, tant que dure la phase à arsenic, mais s'interrompt avec l'apparition de la galène. Le tableau paragénetique suivant récapitule l'ensemble du processus minéralisateur du gisement de Lopérec :

Tableau 5 : Tableau paragénetique du processus minéralisateur du gisement de Lopérec (Marcoux)

	Stade I <i>Imprégnation</i>	Stade II <i>Silicification-Sulfuration</i>	Stade III <i>Polymétallique</i>
Arsénopyrite (<i>FeAsS</i>)		—————	—————
Bourmonite (<i>PbCuSbS₃</i>)			—————
Chalcopyrite (<i>CuFeS₂</i>)	—————
Galène (<i>PbS</i>)			
Marcassite (<i>FeS₂</i>)	—————		
Pyrite (<i>FeS₂</i>)	—————	—————	
Pyrrhotite (<i>FeS</i>)	—————		
Sphalérite (<i>ZnS</i>)			—————
Electrum (<i>Au-Ag</i>)
Quartz (<i>SiO₂</i>)		—————
Sidérite (<i>FeCO₃</i>)		—————	

Les minéralisations aurifères de Lopérec se rencontrent sous la forme d'un **filon de quartz** d'une part, ayant incorporé de multiples **lamines de l'encaissant de schistes noirs** à la faveur de fines bandes de cisaillement, et d'un **niveau de chert** présentant de fines disséminations de sulfures d'autre part.

Les caractéristiques de l'or de Lopérec sont :

- **Or libre**, associé à **arsénopyrite** ou galène, ou **en plages isolées** dans le quartz ;
- pratiquement **pur**, légèrement plus riche en argent dans le filon (13-15% Ag) par rapport à l'or du chert (10% Ag) ;
- potentiellement récupérable en grande partie par des **procédés mécaniques**.

5 JUSTIFICATION DU PERM SOLLICITE PAR SUDMINE

5.1 Pourquoi SUDMINE demande un PERM sur ce projet de Lopérec ?

1°) Existence déjà prouvée d'un gisement d'or

Les minéralisations aurifères de Lopérec se trouvent sur la bordure Nord-Ouest du bassin de Châteaulin, bordure affectée par une tectonique cassante directionnelle et des fracturations transverses susceptibles de correspondre à des accidents cisailants de type *shear-zone* aurifère.

Ces minéralisations :

- sont associées à des formations volcano-sédimentaires silicifiées et bréchifiées de la base du Carbonifère ;
- se trouvent au contact Carbonifère-Dévonien, entre une série volcanique acide (Formation de Kertanguy) et une série détritique à pélites et schistes noirs, plus ou moins carbonatée, contenant des épisodes volcaniques discrets (Formation de Kermerrien) ;
- sont toujours proches d'un niveau de chert pyriteux du Viséen.

Les études menées par le BRGM entre 1985 et 1993 ont permis de montrer que la ressource aurifère visée par cette demande de PERM prend la forme de filons de quartz, ayant incorporé de multiples lamines de l'encaissant de schistes noirs à la faveur de fines bandes de cisaillement d'une part, et de niveaux de chert présentant de fines disséminations de sulfures d'autre part.

Dans ces minéralisations, l'or est :

- **Libre, associé à arsénopyrite ou galène, ou en plages isolées dans le quartz ;**
- **pratiquement pur**, légèrement plus riche en argent dans le filon (13-15% Ag) par rapport à l'or du chert (10% Ag) ;
- **potentiellement récupérable en grande partie par des procédés mécaniques.**

2°) Possibilité de bénéficier d'importants travaux pré-existants

De très nombreux rapports, études, notes techniques, rendus **publics** suite à l'abandon par le BRGM de son titre minier en 2000, sont disponibles au BRGM.

De plus, des carottes de sondages, voire des échantillons en masse issus des travaux miniers de reconnaissance, seront probablement aussi disponibles auprès du BRGM pour pratiquer des analyses et tests complémentaires, tout en limitant les impacts potentiels sur le terrain.

3°) Secteur libre de tout titre minier

A mi-août 2014, ce secteur de Lopérec est libre de tout titre minier.

Et, au printemps 2014, aucune demande de titre minier n'est officiellement connue sur ce secteur.

4°) Associés de SUDMINE ayant déjà travaillé sur le sujet

Certains associés de SUDMINE (notamment **Yann ITARD**, ancien géologue du BRGM) ont déjà participé aux travaux de reconnaissance de ce gisement ou aux travaux de réduction des impacts dus aux rejets aqueux dans le milieu naturel, chargés en arsenic et fer, et qui perdurent encore à présent.

Cf « Références bibliographiques » en fin de ce tome et Annexe 4.

5°) Conditions économiques (cours de l'or) plus favorables

Le cours de l'or semble durablement et très nettement plus élevé depuis plusieurs années qu'à la fin des années 90 et qu'au début des années 2000.

Ceci va permettre de ré-examiner ce projet avec des hypothèses beaucoup plus favorables, tant en termes de **rentabilité économique**, qu'en termes de réserves (grâce à une **teneur de coupure probablement plus basse**).

6°) MTD (Meilleures Techniques Disponibles) plus favorables, notamment pour le traitement

De nouvelles méthodes d'exploitation (extraction, transport, traitement) peuvent aujourd'hui être examinées.

Notamment en matière de traitement de minerai aurifère, il existe aujourd'hui des possibilités de **lixiviation au thiosulfate**, des unités mobiles éprouvées de cyanuration en toute sécurité (ex : l'**UMTMA** ou « **UMCO** » du fournisseur canadien **SSMGold**), de nouveaux organes améliorant le traitement gravitaire (ex : **Knelson**), etc...

De plus, SUDMINE bénéficie, **parmi ses associés, des compétences de plusieurs exploitants de carrières** (MINIER Holding, Emmanuel GAUTIER, Hugues BERBEY, Christian VALLIER), qui vont mettre à disposition de ce projet leurs compétences en maîtrise des techniques et des coûts d'extraction à ciel ouvert et de transport du tout-venant, afin d'améliorer la rentabilité de ce projet.

Enfin, en matière de Maîtrise des pollutions, de nouveaux dispositifs de traitement des cyanures existent (GéoPlusEnvironnement, bureau d'études spécialisé en environnement minier et associé de SUDMINE, travaille actuellement, pour des compagnies minières guyanaises, nord-américaines et russes, sur ces process de traitement des cyanures aqueux et gazeux sur plusieurs projets miniers en Guyane) ? De même, de nouveaux process seront probablement disponibles afin d'éliminer définitivement le problème des actuels rejets aqueux riches en arsenic et fer.

7°) Opportunité de développement rapide d'un projet minier

L'état de connaissance déjà avancé de ce gisement de Lopérec permet à SUDMINE d'envisager de développer assez rapidement un projet minier sur le territoire métropolitain à l'échelle semi-industrielle, voire industrielle.

Ceci correspond parfaitement aux ambitions de SUDMINE.

8°) Projet de courte durée

Les connaissances déjà existantes sur ce gisement permettent d'envisager un projet minier de relativement courte durée :

- pour l'étude de faisabilité (3 à 5 ans maximum)
- pour une MCO (5 ans selon les conclusions du BRGM, à ré-étudier).

Cette relative **modestie dans la taille du projet est en parfaite adéquation avec la jeunesse de la structure SUDMINE**, créée en 2013, combinée avec sa forte ambition nationale et internationale.

9°) Possibilités d'extensions pour l'avenir

Malgré cette relative modestie dans la taille connue du projet, plusieurs possibilités d'extension à ce projet initial existent.

- Notamment, une minéralisation supplémentaire, discrète et à faible teneur a été mise en évidence dans des niveaux de cinérites noires, géométriquement proches des cherts, assez riches en pyrite, et dépourvues de tout réseau filonien quartzeux. L'or y est associé à la pyrite et à la pyrrhotite. Cette minéralisation a été classée comme ne présentant pas d'intérêt économique à l'époque (1993). Avec les critères économiques actuels, elle pourrait être reconsidérée comme d'intérêt.
- D'autres structures minéralisées et d'autres anomalies géochimiques ont été identifiées aux alentours proches du gisement de Lopérec (Cf Chapitres 2, 3 et de ce Tome).

10°) Contexte naturel et humain sans contraintes rédhibitoires

Une première approche des contraintes, servitudes et sensibilités, menée par GéoPlusEnvironnement, bureau d'études spécialisé en environnement minier, associé de SUDMINE, a permis de confirmer l'absence de contraintes rédhibitoires au développement de ce projet.

Par contre, des sensibilités existent malgré tout, qui nécessiteront une prise en compte le plus en amont possible.

11°) Volonté locale de développement d'activités économiques

Une rencontre avec le maire de Lopérec, M. CRENN, en poste depuis 31 ans, en date du 30 mai 2014, a permis d'identifier un souhait municipal de favoriser de nouvelles activités économiques sur son territoire, après avoir beaucoup investi dans l'achat et la restauration de

nombreux bâtiments, puis dans l'installation d'artisans en location. Un projet minier d'envergure raisonnable, avec prise en compte de l'environnement et des populations, permettrait d'envisager une nouvelle dynamique pour la commune.

12°) Volonté locale et régionale de valorisation du patrimoine naturel et industriel

Le maire de Lopérec a évoqué à SUDMINE l'idée de créer un « **Musée de l'or** » sur la commune, si la mine de Lopérec était exploitée un jour.

Par ailleurs, l'association bretonne **Dre Ar Metaloù Kozh** organise des Démonstrations Spectacles sur le thème « **Une histoire armoricaine du métal** ». Cf [Annexe 5](#).

Pour sa part, le **Pays du Centre Ouest Bretagne** agit en faveur de la valorisation et de la diffusion des patrimoines spécifiques au secteur, dont le patrimoine naturel et industriel. Un de ses axes d'action est « **Valoriser les ressources du territoire** – Structurer les filières économiques et développer l'expérimentation de nouvelles pratiques en s'appuyant sur les spécificités locales ». Cf [Annexe 5](#).

Autre exemple : Crozon , à quelques km de Lopérec, abrite une **Maison des Minéraux**, qui organise régulièrement des sorties géologiques et minéralogiques dans ce secteur.

13°) Possibilité de financement participatif local et régional

Nos missions de reconnaissance sur le terrain en 2013 et 2014 et nos rencontres avec certains habitants ou riverains nous ont permis d'identifier la possibilité, voire le **souhait d'un financement participatif local et régional**, afin que la population puisse être partie prenante de ce projet minier.

En effet, il semble qu'un attachement local à ce gisement de Lopérec soit né durant la période des travaux du BRGM, et plus largement, les bretons sont attachés à participer à tout développement de ressources locales ou régionales.

5.2 Pourquoi ce périmètre ?

Le PERM sollicité par SUDMINE a été **délimité de façon à englober les 5 corps minéralisés reconnus par le BRGM** entre 1985 et 1993 par tranchées (2 024 m), sondages destructifs (12 910 m), sondages carottés (8 215 m) et par travaux miniers souterrains (galerie de 442,5 m).

Ces 5 corps minéralisés se répartissent en 2 niveaux de chert et trois filons de quartz.

D'après la synthèse 1993 des travaux d'exploration du BRGM sur le gîte aurifère de Lopérec, ces 5 corps minéralisés totalisent une **ressource de 496 000 t de minerai à 7,8 ppm d'or en moyenne, soit 3,9 t d'or** ([Cf. Figure 3](#)).

Par contre, afin de faciliter l'obtention de ce PERM, SUDMINE a décidé de rester très centré sur ces 5 corps minéralisés déjà reconnus et de ne pas élargir le périmètre de recherche aux autres indices et anomalies du secteur ; et donc de **ne pas « geler » des surfaces**.

En effet, ce périmètre est suffisant pour mener à bien une étude de pré-faisabilité pertinente. A l'issue de la durée de 3 ans demandée pour ce PERM, et si l'étude de pré-faisabilité s'est révélée positive, alors il sera alors judicieux de se poser la question d'un éventuel deuxième PERM pour englober les extensions potentielles à ces 5 corps minéralisés.

5.3 Pourquoi cette durée ?

SUDMINE a opté pour une durée de 3 ans pour cette demande de PERM, qui constitue un bon **compromis** pour, à la fois :

- permettre de mener à bien l'étude de pré-faisabilité envisagée,
- et faciliter l'obtention de ce PERM, en limitant ainsi la durée de l'exclusivité accordée à SUDMINE.

Cette demande de PERM sollicitée par SUDMINE se justifie donc essentiellement par :

- ✓ l'existence d'un **potentiel aurifère avéré et reconnu** par de nombreux travaux d'exploration (tranchées, sondages, galerie) et estimé à 3,9 t d'or ;
- ✓ la volonté de SUDMINE de valoriser et compléter les données existantes et de réviser les estimations de ressources et réserves avec les critères économiques actuels (**étude de pré-faisabilité**) pour **arriver au plus vite à la phase d'exploitation**, d'où une surface et une durée volontairement réduites et ciblées.

6 SURFACE DEMANDEE, LOCALISATION ET ACCES

Le permis sollicité se situe sur le territoire des communes de **Lopérec** et de **Pleyben**.

Le périmètre du projet représente une superficie de **3,5 km²**.

Les points nodaux du périmètre présentent les coordonnées suivantes (Cf. Figure 9) :

Tableau 6 : Coordonnées du périmètre du PERM visé par SUDMINE.

	Sommet	X (RGF93)	Y (RGF93)
PERM "Lopérec 2"	A	178 563	6 821 408
	B	180 203	6 821 408
	C	180 203	6 819 392
	D	178 563	6 819 392

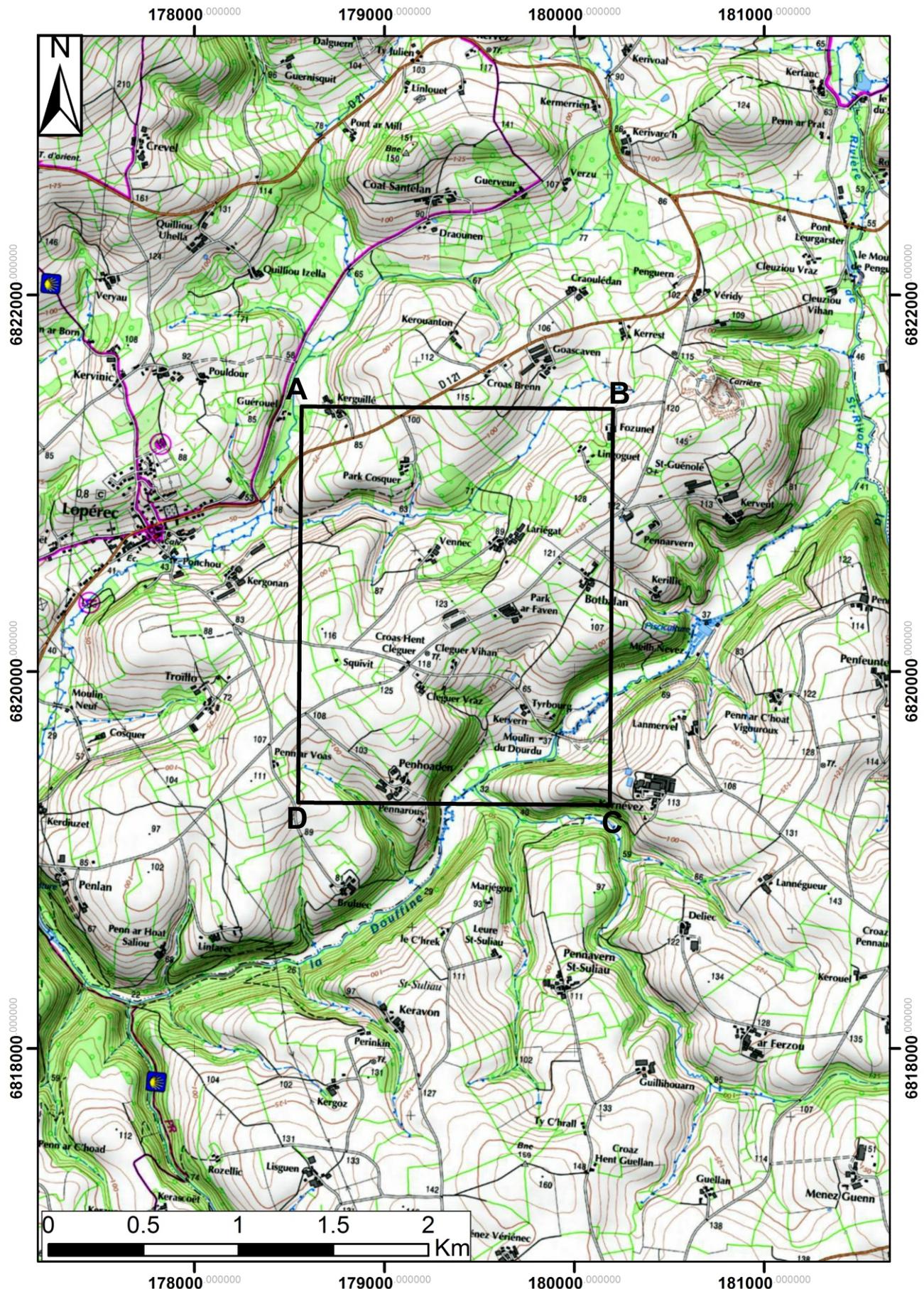
Le PERM de "Lopérec 2" visé par SUDMINE est à cheval sur la commune de Lopérec et la commune de Pleyben. Il est en majeure partie compris sur la commune de Lopérec, à environ 600 m à l'Est de la ville (Cf. Figure 9).

La zone occupée par le PERM appartient au bassin versant de la Douffine, affluent de l'Aulne.

Cette zone est **entièrement rurale**. **Aucun bourg** n'est englobé au sein de son périmètre.

Les rares habitations présentes dans le périmètre sont pour la plupart des installations agricoles.

Les accès à la zone se font par voie routière, le projet étant **bien desservi** par les routes départementales (RD 121) et communales.



Demande de PERM, dit de "Lopérec"
Mémoire Technique & Programme des Travaux

Carte IGN et localisation du PERM de Lopérec 2

Sources : IGN, SUDMINE

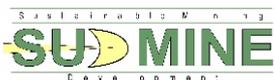


Figure 9

7 PROGRAMME GENERAL DES TRAVAUX PROJETES

RAPPEL : cette demande de PERM vise à sécuriser SUDMINE afin de mener à bien une **étude de pré-faisabilité** sur le gisement d'or de Lopérec, en partie déjà reconnu par le BRGM dans les années 1980 à 2000.

L'essentiel des travaux projetés sera donc de type intellectuel, menés en Phase 1 (ferme) avec une reprise des données existantes, ré-examen des carottes de sondages et du minerai extrait des galeries de reconnaissance, des compléments au montage technique du projet (modélisation de différents scénarios d'exploitation en 3D, moyens de transports du tout-venant, process de traitement du minerai), étude économique à jour (coûts prévisionnels, estimation du cours de l'or pour les années 2020,...), étude d'impact sur l'environnement, etc...

Seules, des **campagnes éventuelles de ré-échantillonnage** (par picking, rainurage, ou sondages carottés) seront éventuellement menées en Phase 2 conditionnelle, si les premières étapes (Phase 1 ferme) en font apparaître la nécessité.

La période de validité demandée pour ce PERM de Lopérec 2 sera donc découpée en **2 Phases successives**, la Phase 2 étant conditionnée par les résultats de la Phase 1 (ferme).

En effet, **la Phase 1 (ferme) pourra se conclure par 3 issues possibles** :

- **Nécessité de procéder à la Phase 2**, car les données existantes sont insuffisantes pour conclure à la pré-faisabilité,
- **Inutilité de procéder aux campagnes de ré-échantillonnage de la Phase 2**, car les données existantes sont suffisantes pour passer à l'étude de faisabilité ou à la mise en exploitation du gisement,
- **Abandon du projet minier (et donc non réalisation de la Phase 2)**, car apparition d'un phénomène rédhibitoire (contrainte d'interdiction, levée de boucliers incontournable, non rentabilité prévisionnelle, process de récupération de l'or impossible ou à trop faible taux de récupération, etc...).

Les 2 Phases du Programme des Travaux seront donc :

Une première Phase (ferme) de 2 ans, avec les sous-phases techniques suivantes :

- **Compilation et réinterprétation** de l'ensemble des données existantes (BRGM, etc...),
- **Etude minéralogique fine**,
- **Etude minéralurgique**,
- **Tests comparatifs de traitement du minerai** (gravitaire Vs physico-chimique),
- **Modélisation comparative d'extraction à ciel ouvert et en souterrain**,
- **Etude économique** de chaque étape de l'exploitation et de chaque scénario,
- **Etude d'impact sur l'environnement**,
- **Concertation locale** (dont mise en place d'un **projet participatif**),

Et une deuxième Phase (conditionnelle) d'1 an :

- **Eventuelle phase d'exploration complémentaire** (géologie, géochimie, sondages),
- **Conclusion sur la pré-faisabilité** de la mise en exploitation de tout ou partie de ce gisement.

7.1 Phase 1 (ferme) : Etudes préalables (2 ans)

Cette première étape du programme d'exploration prévu par SUDMINE s'étalera sur les 2 premières années du PERM sollicité.

Elle visera à rechercher, acquérir, compiler et compléter l'ensemble des données existantes (essentiellement auprès du BRGM) sur le prospect aurifère de Lopérec : données des travaux de l'inventaire minier (1985-1986), données issues des travaux effectués par le BRGM dans le cadre du PERM obtenu en 1989 et officiellement abandonné en 2000, carottes de sondages, stock de minerai et de stérile abattu dans les galeries de reconnaissance, résultats détaillés d'analyses et de tests, différents scénari étudiés, études économiques de l'époque, etc...

7.1.1 Compilation et réinterprétation de l'ensemble des données existantes

Les références identifiées par SUDMINE sur le sujet de Lopérec sont reprises dans le Tableau 4.

Tableau 7 : Références identifiées par SUDMINE (notamment à partir de la BDD Infoterre).

Auteur	Titre	Référence	Consulté par SUDMINE	Année
-	Les données géochimiques et alluvionnaires de l'Inventaire minier du territoire national. Constitution d'une base de données exhaustive	BRGM/RP- 53546-FR		2005
B. TOURLIERE	Valorisation minière de la géophysique aéroportée Massif armoricain 1998 par intégration des résultats dans la base de données Chateaulin. Présentation des travaux de la fiche de service public 99-G-687	Rapport BRGM/RR-40763-FR		1999
V. BOUCHOT, J.-P. MILESI, J.-L. LESCUYER, P. LEDRU	Les minéralisations aurifères de la France dans leur cadre géologique autour de 300 Ma	Chroniques de la recherche minière, 1997, 528, 13-62		1997
V. BOUCHOT, J.-L. LESCUYER, J.-P. MILESI, J.-M. LEISTEL, P. LAGNY	Fiches signalitiques des districts aurifères de la France métropolitaine, Lopérec	Chroniques de la recherche minière, 1997, 528, 48-50		1997
-	Analyse structurale des carottes orientées : prospect de Lopérec Programme des travaux 1992, 1993 District aurifère de Lopérec-Huelgoat	Catalogage réalisé par GEODERIS Ouest en 2007 : Titre de dossier : Rapport « lithologic » Rapport BRGM 81 RDM 068 FE Rapport BRGM 76 SGN 156 GMX Géochimie multi-éléments Prospect de Kéryé, Croat Carc Prospect de St Eloy Indices de calcaire et de fluorine Divers indices de Kaolin Mine de Lopérec Note DAM/DL novembre 1986		1993
LIBAUDE J.	Etude minéralurgique exploratoire du minerai d'or de Lopérec	Rapport BRGM/R36125		1992
MARCOUX E.	Analyses géochimiques de l'or de Lopérec	-		1992
DOMMANGET A,	PR Lopérec, programme de travaux 90 et budget prévisionnel (3 p),	Note technique n° 1772 Avril 1990		1990
DOMMANGET A., KERJEAN M	Point sur les travaux réalisés de janvier à Octobre 1990 sur le PER de Lopérec-Locquefret	Note technique n° 1869, septembre 1990		1990
-	BRGM, Lopérec. Etude d'orientation économique	Rap.DAM/PM 90/114/339		1990

(...)

(...)

DOMMANGET A., KERJEAN M	Point sur les travaux réalisés au cours du premier semestre 1989 sur le prospect de Lopérec (17 p, 1 annexe)	Note technique 1989 N°1696		1989
M. BONNEMAISON et A. DOMMANGET	Compte rendu de mission sur le prospect de Lopérec (7 p)	BRGM, Note technique 1988, n° 1601		1988
A. DOMMANGET et M. KERJEAN	Point des connaissances acquises sur le prospect de Lopérec du 26/09, , 7 p 6 fig	Note technique 1988 n° 1560		1988

Les références bibliographiques précédentes laissent entrevoir la possibilité de disposer des données et résultats suivants :

- Prélèvements et analyses en alluvionnaire, géochimie "sol" et "stream sediments" :
 - Géolocalisation des échantillons et résultats d'analyse ;
 - Interprétations réalisées par le BRGM : cartes d'anomalies géochimiques en or, axes anomaux en Sb-As (a priori associés à des structures aurifères) ;
- Levés géologiques de terrain :
 - Carte géologique de détail ;
 - Carte structurale ;
 - Cartographie des filons de quartz et des niveaux de jaspe à sulfures ;
 - Coupes géologiques...
- Eventuelles tranchées de reconnaissance des anomalies de géochimie sol :
 - Géolocalisation ;
 - Levé géologique des tranchées : logs géologiques à la sole et sur les parements, mesures sur des structures géologiques...
 - Analyses d'échantillons prélevés par rainurage en pied de parement et/ou rainurages verticaux ;
- Eventuels sondages à la tarière :
 - Géolocalisation ;
 - logs détaillés des tarières, coupes ;
 - Analyses d'échantillons ;
- Géophysique au sol par des méthodes électromagnétiques très basse fréquence (VLF) et résistivité pour délimitation des structures aurifères :
 - Géolocalisation ;
 - Cartes et coupes géophysiques ;
 - Cartes et coupes interprétatives ;

- Sondages destructifs et carottés :
 - Plans de sondages, géolocalisation ;
 - Logs techniques (RQD, récupération, fracturation, etc.) ;
 - Observations structurales sur carottes entières ;
 - Logs détaillés des carottes et cuttings ;
 - Résultats d'analyse chimique sur échantillons ;
 - Observations microscopiques sur lames minces et sections polies ;
 - Analyses MEB, micro-sonde...
 - Eventuelles carottes (et/ou cuttings) conservées par le BRGM ;

- Travaux miniers souterrains (galerie) :
 - Levés géologiques et structuraux des parements de la galerie ;
 - Résultats d'analyses sur échantillons prélevés par rainurage ;
 - Observations microscopiques sur lames minces et sections polies ;
 - Analyses MEB, micro-sonde...
 - Eventuels échantillons de masse (minerai, gangue, stérile) conservés par le BRGM ;

- Etude d'orientation économique :
 - Modèle géologique 3D de la minéralisation issu de l'interprétation de l'ensemble des résultats de travaux d'exploration ;
 - Estimation des ressources ;
 - Projet d'exploitation ;
 - Procédé de récupération de l'or ;
 - Hypothèses économiques de base...

7.1.2 Etude minéralogique fine

SUDMINE procédera à une approche minéralogique complémentaire pour :

- Détermination de la paragenèse minérale de chaque faciès rencontré (différents types de minerai, gangues, stériles) à partir d'observations de lames minces, de sections polies et d'analyses ICP ;
- Affinage de la taille moyenne des grains d'or pour chaque type de minéralisation rencontrée ;
- Détermination de la maille de libération de l'or pour chaque type de minéralisation rencontrée ;
- Amélioration de la connaissance sur la répartition des carbonates et de la matière organique dans chaque type de minéralisation rencontré.

7.1.3 Etude minéralurgique

Cadre et objectifs

Les carottes de sondages existantes permettront d'avoir des échantillons représentatifs des différents faciès de minerai qui seront identifiés.

De plus, si le BRGM en dispose encore, SUDMINE effectuera une demande pour récupérer des échantillons en masse issus des travaux miniers du BRGM. En effet, pour les types de minéralisation identifiés à Lopérec, des échantillons issus de travaux miniers seront plus représentatifs du minerai dans son ensemble que des carottes de sondage.

L'objectif de cette étape sera donc de conduire des tests de récupération de l'or sur des échantillons représentatifs des différents faciès du minerai (notamment dans les quartz et dans les cherts), portant sur les différentes méthodes de traitement envisageables pour la minéralisation aurifère de Lopérec, afin de mettre en évidence les voies possibles (physiques et chimiques), les difficultés et impacts environnementaux associés à chacune d'entre elle.

Les process étudiés seront :

- 1) les procédés mécaniques de libération et gravimétriques de récupération de l'or ;
- 2) les procédés de flottation sélective ;
- 3) les procédés de lixiviation.

Compte-tenu des caractéristiques des minéralisations aurifères de Lopérec, ainsi que des résultats de cette étude, l'objectif de SUDMINE sera de privilégier un procédé de traitement mécanique afin de récupérer l'or grossier libre. Un second traitement par flottation pourra également être envisagé. Enfin, l'éventuelle utilisation du cyanure sera envisagée en prenant en compte les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) en vigueur actuellement et durant les 3 années de durée de vie du PERM.

Déroulement de l'étude

- a) Synthèse bibliographique spécifique sur la minéralurgie et la chimie du minerai aurifère de Lopérec

Dans le cadre de son PERM et suite à la réalisation de travaux miniers, le BRGM a eu l'occasion d'échantillonner les différents faciès de minerai dans les galeries. Une étude minéralurgique comprenant une caractérisation des échantillons et des essais de récupération de l'or par gravimétrie (table à secousses), flottation globale des sulfures et de l'or et cyanuration a été menée en 1992 (*BRGM, R36125, 1992*).

E. MARCOUX a également réalisé de nombreuses observations de sections polies et des analyses géochimiques (*E. MARCOUX, Analyses géochimiques de l'or de Lopérec, 1992, p. 8-11*).

SUDMINE mettra à profit l'ensemble des données existantes pour parfaire la caractérisation minéralogique et chimique du minerai aurifère de Lopérec.

b) Récupération de l'or par gravimétrie

La première synthèse bibliographique et les reconnaissances de terrain menées par SUDMINE attestent de la présence d'or grossier dans les filons de quartz. La minéralogie du minerai montre de l'or natif (libre) associé aux minéraux de la gangue et à des sulfures.

Des procédés gravimétriques adaptés et performants devraient permettre de récupérer facilement une partie de l'or.

En 1992, le BRGM n'avait effectué que des tests de séparation par tables à secousses.

SUDMINE propose d'augmenter le taux de récupération de l'or en testant une **étape préalable de concentration** par des **concentrateurs centrifuges de type Knelson** pour chaque type de minerai.

Des tests seront aussi effectués sur chaque type de minerai et à **plusieurs mailles de libération** (ou finesses de broyage).

c) Récupération de l'or par flottation

Une partie de l'or, trop fin, ne sera pas récupérable par gravimétrie. L'or étant associé à des sulfures, une concentration de l'or par flottation globale des sulfures et de l'or est envisageable. Ce procédé a été testé par le BRGM en 1992. Les résultats ont été concluants pour les faciès "quartz" avec des concentrés à 100 g/t Au en moyenne et une récupération de 95%. Pour le faciès "chert", la forte concentration de sulfures (12%) n'a pas permis l'obtention d'une teneur élevée en or dans le concentré (30 g/t Au en moyenne).

SUDMINE propose de développer un procédé de **flottation différentielle des sulfures** afin de séparer l'arsénopyrite porteuse d'or et l'or libre de la pyrite peu porteuse d'or et d'augmenter ainsi la teneur en or du concentré de flottation.

d) Récupération de l'or par lixiviation

Des tests de traitement par différents procédés de lixiviation chimique seront menés sur chaque type de minerai et chaque type de concentré :

- Cyanuration en tas,
- Cyanuration en cuve,
- Lixiviation au thiosulfate,
- Lixiviation à l'urée,
- ...

De même, il sera étudié la faisabilité d'un traitement par cyanuration avec de nouvelles usines modulaires et/ou mobiles développées depuis peu par des entreprises nord-américaines, telles que l'UMCO (Unité Mobile de Cyanuration de l'Or) proposée par la société canadienne SSM Gold.

e) Proposition d'un process de traitement

En fonction des résultats obtenus par chacun de ces tests sur les différents types de minerai rencontrés, il sera proposé un process global de traitement du minerai de Lopérec, combinant et optimisant les différentes techniques retenues.

f) Prise en compte environnementale

La présence d'arsenic sous forme d'arsénopyrite, minéral facilement oxydable, impose des précautions particulières pour **s'assurer de l'innocuité des résidus de traitement**.

SUDMINE profitera de cette étude minéralurgique pour caractériser les résidus des étapes de gravimétrie et de flottation (potentiel de génération d'acidité, libération de métaux lourds et métalloïdes) et, le cas échéant, proposera et testera un programme de gestion environnementale de ces résidus.

7.1.4 Modélisation 3D de la méthode d'extraction du minerai et du stockage des stériles et des résidus

SUDMINE se constituera une base de données géoréférencées à partir de tous les documents et rapports qui auront été recueillis.

A partir de cette base de données, SUDMINE se fera sa propre idée du sujet et établira son interprétation géologique, structurale et métallogénique de la minéralisation aurifère de Lopérec. Un **nouveau modèle géologique 3D** de cette minéralisation, intégrant les données collectées, sera réalisé par SUDMINE à partir de logiciels spécialisés (CORALIS, SURPAC, gOcad, GDM, ...).

Ensuite, il sera élaboré **plusieurs scénarii d'exploitation** :

- **A ciel ouvert,**
- **En souterrain,**

qui seront tous **modélisés en 3D** avec **plusieurs teneurs de coupure**.

SUDMINE disposera alors de plusieurs scénarii d'extraction, avec pour chacun d'eux, les **cubatures de minerai**, la **teneur moyenne** du minerai par secteur, les **cubatures de stériles** excavés et à stocker, ainsi que le **volume des résidus** qui seront issus du traitement du minerai (et donc les volumes des parcs à résidus qu'il faudra prévoir).

Il sera aussi étudié, dans cette étape, les différentes possibilités de **localisation et principe de constitution** des futures **verses** à stériles et **parcs à résidus**, ainsi que les **moyens de transport** de chacun des produits concernés (tout-venant, stériles, résidus).

7.1.5 Etude économique

Chaque étape de l'exploitation et chaque scénario sera évaluée du point de vue économique (au stade de la pré-faisabilité) en termes :

- D'investissements,
- De coûts de fonctionnement.

Les différents scénarii pourront ensuite être comparés des points de vue :

- De la faisabilité technique,
- De la production totale d'or (optimisation de la ressource),
- Du montant de l'investissement de départ,
- De la rentabilité globale.

7.1.6 Etat initial de la future Etude d'impact sur l'environnement

Il sera procédé à l'établissement d'un état initial le plus complet possible de l'environnement du secteur du projet, selon le plan type suivant :

1. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL NATUREL ET HUMAIN DE LA ZONE SUSCEPTIBLE D'ETRE AFFECTEE PAR LE PROJET

1.1 Géologie et pédologie

- 1.1.1 Contexte géologique général
- 1.1.2 Géologie au droit du site
- 1.1.3 Stabilité des terrains
- 1.1.4 Pédologie des terrains
- 1.1.5 Topographie et géomorphologie

1.2 Hydrogéologie

- 1.2.1 Contexte hydrogéologique général et périmètre d'étude
- 1.2.2 Contexte hydrogéologique local
- 1.2.3 Piézométrie locale et sens d'écoulement
- 1.2.4 Qualité des eaux souterraines

1.3 Hydrographie

- 1.3.1 Contexte hydrographique général et périmètre d'étude
- 1.3.2 Réseau hydrographique local (localisation, régimes, débits et qualité des eaux)
- 1.3.3 Inondabilité du secteur
- 1.3.4 Fuseaux de mobilité des cours d'eau

1.4 Usage et gestion de la ressource en eau

- 1.4.1 identification des usages : eau potable, irrigation, industriels, loisirs, pêche, navigation, puits de particuliers, ...
- 1.4.2 Evaluation de la sensibilité

1.5 Faune-Flore-Habitats

- 1.5.1 Détermination des périmètres d'étude
- 1.5.2 Zonages officiels des milieux naturels
- 1.5.3 Synthèse des sensibilités liées au réseau Natura 2000
- 1.5.4 Détermination des habitats naturels présents
- 1.5.5 Espèces floristiques (espèces relevées, patrimoniales et protégées)
- 1.5.6 Espèces animales (espèces relevées, patrimoniales et protégées)
- 1.5.7 Continuités écologiques (Trame Verte et Bleue) et équilibres biologiques
- 1.5.8 Evaluation de l'intérêt écologique du site
- 1.5.9 Synthèse des sensibilités liées aux espèces protégées

1.6 Nature, statut et état des boisements à défricher

1.7 Paysage

- 1.7.1 Données paysagères locales
- 1.7.2 Détermination du périmètre de l'étude paysagère
- 1.7.3 Organisation des sols
- 1.7.4 Protection des sites et des paysages
- 1.7.5 Visibilités actuelles sur les terrains du projet
- 1.7.6 Evolution future du territoire

1.8 Qualité de l'air

1.9 Contexte climatique

- 1.9.1 Vent et précipitations
- 1.9.2 Microclimat

1.10 Populations, habitations proches et établissements recevant du public

1.11 Activités (industrielles, agricoles, forestières, maritimes), tourisme et loisirs

1.12 Patrimoine culturel

- 1.12.1 Archéologique
- 1.12.2 Monuments Historiques

1.13 Transports (réseaux routier, ferré, fluvial et aérien)

1.14 Ambiance sonore

- 1.14.1 Rappels théoriques sur le bruit et la mesure
- 1.14.2 Caractérisation du bruit résiduel

1.15 Vibrations (sources et structures sensibles)

1.16 Ambiance lumineuse nocturne

1.17 Contraintes et servitudes techniques

- 1.17.1 Appellation d'origines contrôlées
- 1.17.2 Réseaux d'énergie
- 1.17.3 Réseaux de télécommunication
- 1.17.4 Réseaux d'eaux (usées, potables, pluviales, irrigation)
- 1.17.5 Réseaux de transport
- 1.17.6 Chemins
- 1.17.7 Radiofréquences
- 1.17.8 Gestion des déchets

1.18 Interrelations entre les éléments naturels et anthropiques

1.19 Synthèse des sensibilités environnementales

7.1.7 Concertation locale (dont mise en place d'un projet participatif)

Dès cette Phase 1, SUDMINE s'attachera à mener les premières actions de concertation locale. Ainsi, dès l'obtention du PERM, SUDMINE proposera :

- Une rencontre avec chacun des 2 maires concernés (Lopérec et Pleyben),
- Une séance d'information des 2 conseils municipaux concernés sur les objectifs visés et les actions à mener,
- Une réunion publique d'information sur les objectifs visés et les actions à mener,
- La mise à disposition, dans chacune des 2 mairies, de plaquettes de présentation de SUDMINE et du projet.

Ensuite, pendant la durée de 3 ans du PERM, il sera procédé à :

- Des réunions d'information régulières des maires et conseils municipaux concernés sur l'avancement des travaux,
- Une réunion publique annuelle,
- La remise d'un rapport d'activité annuel aux 2 mairies.

Eventuellement, et si l'idée apparaît pertinente localement, SUDMINE créera une Commission Locale de Concertation et de Suivi du projet minier de Lopérec, regroupant des élus, des riverains, des associations, des administrations, etc...et qui pourra se réunir régulièrement à un rythme à définir entre ses futurs membres.

De plus, suite à plusieurs souhaits émis localement, et conformément à l'éthique de SUDMINE, SUDMINE mettra en place, dès la Phase 1, un dispositif de **financement participatif** (ou « **crowdfunding** »).

L'objectif de ce dispositif sera d'ouvrir le capital de la future société d'exploitation aux particuliers, industriels et organismes locaux et régionaux (étendu à la Bretagne).

L'idée fondatrice de ce principe est basée sur le **principe Gagnant/Gagnant** :

- Les différentes composantes de la société locale et régionale retireront directement les bénéfices de l'exploitation d'une ressource régionale,
- Le projet minier ne s'imposera ainsi pas aux habitants, mais ils le partageront et auront voie aux décisions,
- L'exploitation d'une mine d'or reste encore de nos jours un événement mythique, qui fait rêver de nombreux humains. Ceux qui le souhaiteront pourront ainsi vivre cette aventure avec SUDMINE,
- SUDMINE bénéficiera de conseils locaux avisés et pertinents,
- SUDMINE bénéficiera d'une seconde étape de financement, qui permettra de subvenir aux besoins de la Phase 2 de ce PERM, voire même probablement au-delà.

7.2 Phase 2 (conditionnelle) : campagne de sondages complémentaires et étude de pré-faisabilité (1 an)

RAPPEL : La période de validité demandée pour ce PERM de Lopérec 2 est découpée en 2 Phases successives, **la Phase 2 étant conditionnée par les résultats de la Phase 1 (ferme)**.

En effet, la Phase 1 (ferme) pourra se conclure par 3 issues possibles :

- **Nécessité de procéder à la Phase 2**, car les données existantes sont insuffisantes pour conclure à la pré-faisabilité,
- **Inutilité de procéder à la Phase 2**, car les données existantes sont suffisantes pour passer à l'étude de faisabilité ou à la mise en exploitation du gisement,
- **Abandon du projet minier (et donc non réalisation de la Phase 2)**, car apparition d'un phénomène rédhibitoire (contrainte d'interdiction, levée de boucliers incontournable, non rentabilité prévisionnelle, process de récupération de l'or impossible ou à trop faible taux de récupération, etc...).

Le contenu technique de ce chapitre est donc donné ici à titre seulement indicatif, car nous ne pouvons pas connaître d'avance les résultats des différentes études de la Phase 1 et donc encore moins les besoins en compléments d'information qu'elle fera émerger.

7.2.1 Campagne de sondages complémentaires (optionnelle)

Si elle s'avère nécessaire, cette campagne de sondages destructifs et carottés aura probablement pour objectifs de :

- a. Vérifier ponctuellement les données du BRGM ;
- b. Parfaire la caractérisation de la géométrie de certaines zones minéralisées déjà reconnues par le BRGM ;
- c. Mettre à jour et compléter l'estimation des ressources avec les critères économiques actuels ;
- d. Tester les extensions latérales et en profondeur du gîte ;
- e. Permettre de ré-échantillonner les différents types de minerais, de gangue et de stériles, afin de pouvoir procéder à des tests complémentaires.

Il pourra être procédé à des sondages destructifs à circulation inverse (RC), et/ou des sondages carottés dont le positionnement sera établi en fonction des résultats de la Phase 1 :

✓ Sondages destructifs RC :

- les débris des sondages destructifs (ou « cuttings ») seront cartés sur site, soit directement au cyclone, soit à l'aide d'un diviseur à étages, et échantillonnés par pas de 1 m ;
- un géologue sur site :
 - supervisera toutes les opérations, en étroite collaboration avec le sondeur, veillant en particulier à la qualité de l'échantillonnage,
 - observera et décrira les débris (cuttings),
 - suivra l'avancée des travaux en habillant la coupe prévisionnelle,
 - préparera le positionnement du sondage suivant.
- Si des venues d'eau importantes devaient empêcher l'échantillonnage correct des sondages RC, il faudra d'abord chercher des solutions (surpresseur, sub, etc.). En cas d'échec, il sera nécessaire de remplacer les sondages RC prévus par des sondages carottés.

✓ Sondages carottés :

- les sondages carottés seront effectués par une compagnie dont la compétence est reconnue, ayant une bonne notoriété, de manière à avoir un travail de bonne qualité, indispensable à ce stade. On veillera tout particulièrement, lors de la campagne, à ce que les récupérations soient correctes.
- plusieurs jeux de plans et coupes prévisionnels seront produits avant la campagne, de manière à ce que l'ensemble du personnel puisse suivre l'avancement de la campagne sur ces documents.
- les plateformes des sondages carottés, les bacs à boue et les accès auront été préparés au bulldozer et/ou à la pelle mécanique avant la campagne, tout en cherchant à optimiser les emplacements des sondages afin de minimiser ces opérations de terrassement.
- tous les sondages prévus seront implantés avant la campagne, et matérialisés sur le terrain, après implantation au GPS différentiel ou autre moyen géométrique suffisamment précis et fiable.
- l'alignement des sondeuses sera déterminé à la boussole et avec des repères géométriques.
- les déviations seront éventuellement mesurées dans les sondages carottés, selon un pas à adapter en fonction des diamètres, des déviations observées, etc.
- Les carottes seront systématiquement traitées de la manière suivante :
 - premier log rapide, sur le site de sondage ou éventuellement à la carothèque ;
 - mesures des carottes, détermination des cotes sondeurs / cotes géologues, localisation des pertes de carottes le plus rapidement possible, en discutant avec le sondeur ;

- tracé de la génératrice supérieure (hypothétique ou réelle si carottes orientées) avec flèches dans le sens de foration, et tracé des cotes sur carottes et/ou sur caisses ;
- log technique (RQD, récupération, fracturation, etc.) ;
- observations structurales sur carottes entières ;
- sciage des carottes pour les parties dures, découpage au couteau dans les horizons tendres ;
- log détaillé des carottes, en même temps que :
 - échantillonnage par faciès, ou systématique, par pas de 1 m, en se calant sur les coupures lithologiques. Les échantillons devront faire entre 0,5 m et 1,5 m. La partie échantillonnée devra être cohérente avec l'orientation des coupes de sondages ;
 - entreposage des caisses de témoins (demi-carottes non analysées) ;
 - préparation des échantillons : numérotation, ensachage, broyage, éventuellement pulvérisation¹ ;
 - expédition des échantillons pour analyse en laboratoire ;
 - entrée des données en base de données ;
 - réception des résultats analytiques, incorporation en base de données, traitement automatisé des calculs de passes, etc ;
 - révision des témoins de carottes sur les passes minéralisées ; observations plus détaillées, corrections des logs ;
 - production de logs et de coupes, en maintenant un jeu de documents (plan + coupes + logs) à jour en permanence.
- Les paramètres analysés seront les teneurs en Au pour tous les échantillons et les teneurs multi-éléments par ICP pour 1 à 5 sondages.
- Les diamètres de sondages carottés seront à considérer : PQ, HQ sont généralement utilisés. Il faut prévoir le recours au triple tube dans des terrains difficilement récupérables, ainsi que des boues et fluidifiants adaptés, et des extracteurs adaptés : c'est là la responsabilité du sondeur, il faudra y veiller.
- Au fur et à mesure de la campagne, on devra faire preuve de beaucoup de réactivité : arrêt de sondages, changements de position de sondages en fonction des résultats, creusement de nouveaux bacs à boue, terrassement à la main, changement d'hypothèse si l'on s'apercevait que le corps visé n'a pas la géométrie escomptée, décisions de rallonger un sondage, etc. Malgré tout, il convient, au long de la campagne, de bien garder le fil conducteur du programme, tout en s'adaptant aux réalités.
- Le rôle des sondages carottés est de pouvoir "visualiser" les roches, ce que la RC ne permet pas bien. Si les faciès devaient se révéler très prédictibles et réguliers, on pourra diminuer le nombre de sondages carottés au profit des destructifs, moins onéreux.

¹ Un point important, à ce stade, sera de chercher dans les environs si une sous-traitance serait envisageable. Les échantillons peuvent aussi être expédiés non préparés au laboratoire qui se chargera alors de la préparation, mais les coûts de transport augmentent alors nettement.

- Les avant-trous de sondages carottés longs peuvent être forés en RC, soit par la même machine (multi-purpose rig), soit par deux machines différentes.

Cette campagne de sondages fera l'objet d'un rapport réalisé après réception de tous les résultats analytiques, compilant de manière formelle l'ensemble de la campagne (résultats géologiques et géochimiques, cartes de localisation, logs des sondages...).

7.2.2 Etude de pré-faisabilité

A l'issue de la période de 3 ans sollicitée pour le PERM, SUDMINE ambitionne de conclure sur une **étude de pré-faisabilité technico-économique** qui comprendra :

- 1) Une modélisation et une estimation des ressources en or du gîte de Lopérec, éventuellement (si possible et si besoin) selon les normes internationales (canadiennes NI 43 101 ou australiennes JORC) ;
- 2) Un projet d'exploitation ;
- 3) Un dimensionnement du procédé de traitement ;
- 4) Un montant d'investissement ;
- 5) Une durée d'exploitation ;
- 6) Une estimation de la rentabilité du projet ;
- 7) Des besoins en informations complémentaires (essentiellement un resserrement de la maille de sondages, ou des travaux miniers de reconnaissance) ;
- 8) Une stratégie de poursuite du développement de ce projet minier :
 - Du point de vue réglementaire : abandon du PERM et du projet, renouvellement du PERM pour compléments d'information et d'études, demande de concession ;
 - Du point de vue financier : recherche de partenaire financier ;
 - Du point de vue technique : recherche de partenaire minier ;
 - Du point de vue foncier : démarrage de la maîtrise foncière ;
 - Etc...

De plus, si des nouveaux indices aurifères sont mis en évidence, SUDMINE pourrait solliciter un renouvellement partiel, voire une extension de son PERM de Lopérec 2 ou un nouveau PERM.

7.2.3 Etude d'impact sur l'environnement

Si la conclusion de l'étude de pré-faisabilité est positive, alors, l'état initial de l'environnement réalisé pendant la Phase 1 sera complété en Phase 2 par la réalisation d'une étude d'impact complète sur l'environnement, sur la base du projet technique développé au stade de la pré-faisabilité.

Cette étude d'impact permettra d'**affiner et d'enrichir le projet technique grâce aux mesures** d'évitement, de réduction, de compensation, d'accompagnement et/ou de suivi des impacts potentiels.

Les parties à compléter pour cette étude d'impact suivront le plan type suivant :

2. ANALYSE DES EFFETS POTENTIELS NEGATIFS ET POSITIFS PREVISIBLES, DIRECTS ET INDIRECTS, TEMPORAIRES ET PERMANENTS, A COURT, MOYEN ET LONG TERME DE CHAQUE COMPOSANTE DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

2.1 Impact potentiel sur les sols (stabilité et qualité)

2.2 Impact potentiel actuel et futur sur les eaux souterraines

2.2.1 Impact brut sur les écoulements

2.2.2 Impact brut sur la qualité des eaux

2.3 Impact potentiel sur les eaux de surface

2.3.1 Impact brut sur les écoulements

2.3.2 Impact brut sur la qualité des eaux

2.3.3 Impact brut l'écoulement des crues

2.3.4 Risque de capture des cours d'eau

2.4 Impact potentiel sur les usages de la ressource en eau

2.5 Impact potentiel sur les milieux, la faune et la flore

2.5.1 Impact brut sur les habitats

2.5.2 Impact brut sur la flore

2.5.3 Impact brut sur la faune

2.5.4 Impact brut sur les continuités écologiques

2.5.5 Impact brut sur le réseau Natura 2000

2.5.6 Impact brut sur les espèces protégées et leurs habitats de reproduction et de repos

2.6 Impact visuel potentiel

2.7 Impact potentiel sur le paysage

2.8 Impact potentiel sur le climat

2.9 Impact potentiel sur les activités et l'économie

2.10 Impact potentiel sur le patrimoine culturel

2.11 Impact potentiel du transport

2.12 Impact potentiel lié à la consommation d'énergie

2.13 Impact potentiel sur l'air

2.14 Impact sonore potentiel

2.14.1 Rappel de la réglementation

2.14.2 Détermination du bruit ambiant actuel et prévisionnels

2.14.3 Calcul des émergences actuelles et prévisionnelles

2.15 Impact vibratoire potentiel

2.16 Émissions lumineuses

2.17 Impact sur les contraintes et servitudes techniques

2.17.1 Appellation d'origines contrôlées

- 2.17.2 Réseaux d'énergie
- 2.17.3 Réseaux de télécommunication
- 2.17.4 Réseaux d'eaux (usées, potables, pluviales, irrigation)
- 2.17.5 Réseaux de transport
- 2.17.6 Chemins
- 2.17.7 Radiofréquences
- 2.17.8 Gestion des déchets

2.18 Addition et interaction des impacts potentiels entre eux

2.19 Conclusions – Tableau récapitulatif des impacts potentiels

2.20 Détermination et hiérarchisation des enjeux environnementaux

2.21 Récapitulatif des impacts potentiels du défrichement

3. ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

3.1 Identification et présentation des projets connus

3.2 Détermination des interactions possibles avec le projet de carrière

3.3 Analyse des impacts cumulés possibles

3.4 Conclusions – Tableau récapitulatif des impacts cumulés

4. COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS D'URBANISME, DIVERS PLANS, SCHEMAS ET PROGRAMMES

4.1 Compatibilité avec les documents d'urbanisme

4.2 Articulation du projet avec les plans, schémas et programmes

4.3 Prise en compte du SRCE**

5. ESQUISSE DES PRINCIPALES SOLUTIONS ALTERNATIVES ET MOTIVATIONS DU PROJET RETENU

5.1 Présentation des solutions alternatives étudiées

5.2 Raisons d'ordre technique

5.3 Raisons d'ordre économique

5.4 Raisons d'ordre environnemental

5.5 Motivations du projet retenu

6. MESURES POUR EVITER, REDUIRE ET COMPENSER LES EFFETS NEGATIFS NOTABLES DU PROJET – IMPACTS RESIDUELS ET MESURES DE SUIVI

6.1 Concernant la stabilité des sols

6.2 Concernant les eaux souterraines

6.3 Concernant les eaux de surface

6.4 Concernant gestion de la ressource en eau

6.5 Concernant les milieux, la faune et la flore

6.6 Concernant l'impact visuel et paysager

6.7 Concernant le climat

6.8 Concernant les activités et l'économie

6.9 Concernant le patrimoine culturel

6.10 Concernant la gêne liée au transport

6.11 Concernant l'air

6.12 Concernant le bruit

6.13 Concernant les vibrations

6.14 Concernant les émissions lumineuses

6.15 Concernant la consommation d'énergie

6.16 Concernant les contraintes et servitudes techniques

6.17 Concernant le cumul et l'interaction des impacts entre eux

6.18 Conclusion – Tableau récapitulatif des mesures

6.19 Estimation des coûts de ces mesures

6.20 Récapitulatif du programme de surveillance de l'environnement et de suivi des effets des mesures

6.21 Récapitulatif des mesures liées au défrichement et impact résiduel

7. REAMENAGEMENT FINAL DU SITE

7.1 Objectifs et vocations du réaménagement

- 7.1.1 Objectifs visés
- 7.1.2 Vocation de mise en sécurité
- 7.1.3 Vocation d'intégration environnementale

7.2 Justifications du réaménagement retenu

- 7.2.1 D'un point de vue socio-économique
- 7.2.2 D'un point de vue naturel et paysager

7.3 Mise en œuvre du réaménagement

- 7.3.1 Traitement des fronts
- 7.3.2 Traitement des berges
- 7.3.3 Traitement du carreau
- 7.3.4 Techniques de végétalisation
- 7.3.5 Aménagements annexes

7.4 Intégration du projet de réaménagement dans son environnement

- 7.4.1 D'un point de vue écologique
- 7.4.2 D'un point de vue hydraulique et hydrogéologique
- 7.4.3 D'un point de vue paysager

7.5 Coût des opérations de réaménagement

7.6 Gestion future du site

- 7.6.1 Entretien
- 7.6.2 Propriétaires et gestionnaires
- 7.6.3 Surveillance des espèces invasives

8. EFFETS DU PROJET SUR LA SANTE PUBLIQUE

8.1 Les sources

8.2 Les vecteurs

8.3 Les cibles

8.4 Scénarii et schéma conceptuel d'exposition

8.5 Identification des dangers

8.6 Estimation de l'exposition

8.7 Caractérisation des risques

9. METHODES ET SOURCES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS

10. DIFFICULTES EVENTUELLES RENCONTREES DE NATURE TECHNIQUE OU SCIENTIFIQUE

11. AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT

12. CONCLUSIONS DE L'ETUDE D'IMPACT

7.3 Calendrier-Programme synthétique des travaux

Le tableau 8 synthétise le programme et le calendrier des travaux prévus par SUDMINE pendant la durée de 3 ans du PERM de Lopérec 2, avec indication des quantités envisagées.

Tableau 8 : Programme d'exploration prévu sur le PERM de Lopérec 2.

Phase	Sous-phase	Etape	Méthode	Outils / appareillage	Acteur	Objectif	Maille d'étude	Nombre	Durée (mois)	Année
1	1.1	Acquisition, compilation et réinterprétation des données du BRGM	Acquisition de documentation supplémentaire Synthèse bibliographique Base de données géoréférencées	-	1 Géologue SUDMINE	Disposer de la totalité de l'information existante	PERM	-	6	1
	1.2	Etude minéralogique fine	Recherche des carottes du BRGM Recherche des échantillons en masse des galeries du BRGM Minéralogie	Lames minces, sections polies, ICP	1 Géologue SUDMINE Laboratoires universitaires	-Connaitre les paragenèses, et la maille de libération de l'or	PERM-	-	3	1
	1.3	Etude minéralurgique	Etude de la maille de libération Tests de concentration gravimétrique de l'or par concentrateurs centrifuges (Knelson) puis tables à secousse Tests de flottation : flottation globale des sulfures et de l'or, flottation différentielle de arsénopyrite+or et pyrite Tests de lixiviation	Usines pilotes universitaires	Sous-traitants spécialisés ou laboratoires universitaires suivis par un minéralurgiste SUDMINE	Développer un procédé de récupération de l'or astucieux, favorisant plutôt la voie gravitaire, limitant l'utilisation de produits chimiques	Faciès	-	6	2
	1.4	Modélisations 3D	Modélisation géologique, géostatistique, estimation de ressource Phasage d'exploitation, verses à stériles, parcs à résidus Analyse comparative	Informatique Coralis, Surpac, etc...	1 Géologue SUDMINE + 1 sous-traitant spécialisé en travaux souterrains	Modèle géologique du gisement, estimation des ressources géologiques	Corps minéralisés	-	6	2
	1.5	Etude économique	Chiffrage des investissements Chiffrage des coûts d'exploitation Analyse financière comparative des différents scénarios	Budget	1 géologue SUDMINE 1 carrier SUDMINE 1 minéralurgiste SUDMINE Comptable SUDMINE	Coûts d'investissement Coûts de fonctionnement	Projet	-	3	2
	1.6	Etat initial environnemental	Analyse des contraintes, servitudes et sensibilités		1 Environnementaliste SUDMINE ou GéoPlusEnvironnement	Etat initial Conditions environnementales à l'exploitation	PERM	-	6	2
	1.7	Concertation locale (tout au long du PERM)	Concertation locale Financement participatif (crowdfunding)	Réunions CLCS Réunions Site internet	Directeur SUDMINE Président SUDMINE Comptable SUDMINE	Acceptation locale Financement de la Phase 2 et au-delà Participation du public local et régional au projet	Communes Bretagne	-	36	1, 2 et 3
2	2.1	Eventuelle campagne de sondages complémentaires	Sondages carottés Echantillonnage	sondeuse carottée	Sous-traitant spécialisé (ouvriers et chef sondeur) sous la responsabilité d'un géologue SUDMINE	Vérification ponctuelle des données du BRGM Géométrie et extension de la minéralisation	4 trous de 100 m	400 ml	5	3
			Sondages destructifs RC Echantillonnage	Sondeuse RC			8 trous de 100 m	800 ml		
	2.2	Etude de pré-faisabilité	Synthèse		CODIR SUDMINE	Conclusion sur la pré-faisabilité du projet minier de Lopérec	PERM	-	6	3
2.3	Etude d'impact menée en parallèle de l'étude de pré-faisabilité				1 Environnementaliste SUDMINE ou GéoPlusEnvironnement	PGES Mesures ERCAS	PERM	-	6	3
Total (mois)									36	

Tableau 9 : Budget, salaires et sous-traitance .

Phase	Etape	Acteur	Durée (mois homme)	Coût unitaire (€/mois)	Coût matériel ou sous- traitant	Coût salaires	Année	Total dépenses	Total Phase
1	Acquisition, compilation et réinterprétation des données existantes	1 Géologue SUDMINE	1	8 000	5 000 €	8 000 €	1	28 000 €	145 000 €
		1 Technicien géologue SUDMINE	3	5 000		15 000 €			
	Etude minéralogique	1 Géologue SUDMINE Labos	0,5	8 000	5 000 €	4 000 €	1	9 000 €	
	Etude minéralurgique	Minéralurgiste SUDMINE Prestataires spécialisés	2	8 000	20 000 €	16 000 €	2	36 000 €	
	Modélisations 3D	1 Géologue SUDMINE	2	8 000	0 €	16 000 €	2	16 000 €	
	Etude économique	Divers SUDMINE	3	8 000	0 €	24 000 €	2	24 000 €	
	Etat initial environnemental	1 environnementaliste SUDMINE ou GEO+	2	8 000	0 €	16 000 €	2	16 000 €	
Concertation locale	Concertation : Directeur Financement participatif : Président	1	1	8 000	0 €	8 000€	1, 2 et 3	16 000 €	
		1	1	8 000		8 000€			
2	Eventuelle campagne de sondages complémentaires	1 géologue 1 entreprise de sondages	2	8 000	144 000 €	16 000 €	3	160 000 €	213 000 €
	Etude de pré-faisabilité	Divers SUDMINE	3	8 000	0 €	24 000 €		24 000 €	
	Etude d'impact	1 environnementaliste SUDMINE ou GEO+	3	8 000	5 000 €	24 000 €		29 000 €	
				Total	179 000 €	179 000 €			358 000 €

La Phase 1 (ferme), qui correspond aux 2 premières années de ce futur PERM, verra SUDMINE engager un programme de reconnaissance de ce gisement (essentiellement basé sur la synthèse de données existantes et des analyses en laboratoire) pour un montant de dépenses de **145 000 euros**.

La Phase 2 (conditionnelle), qui correspond à la 3^{ème} année de ce futur PERM, verra SUDMINE engager un programme de reconnaissance de ce gisement pour un montant de dépenses de **213 000 euros**.

Globalement, sur ces 3 années, le montant total des travaux sera de **358 000 euros**, partagé globalement à 50 % en dépenses internes à SUDMINE et 50 % en dépenses de sous-traitance diverse.

Le montant de **145 000 euros**, qui correspond à la Phase 1, seule phase ferme de travaux, représentera donc l'**engagement formel de dépenses de SUDMINE** pour cette demande de PERM de Lopérec 2.

RAPPEL : la Phase 2 n'aura lieu que si la Phase 1 conclut à sa nécessité.

8 CONCLUSION

Le Mémoire Technique inclus dans ce Tome illustre la grande connaissance qu'a SUDMINE de ce prospect de Lopérec.

Cette connaissance est issue :

- des travaux passés du BRGM, établissement public,
- de l'expérience d'associés de SUDMINE.

Elle permet à SUDMINE d'envisager de procéder quasi-immédiatement à la réalisation de l'étude de pré-faisabilité de ce projet minier.

Le Programme des travaux envisagés par SUDMINE est donc essentiellement centré sur cette Etude de pré-faisabilité et sur l'acquisition des données manquantes.

Il sera assuré pour moitié par les associés et les salariés de SUDMINE et pour une autre moitié en sous-traitance spécialisée.

Ceci permet une grande cohérence entre les ambitions de SUDMINE (très pragmatiques, basées sur le cumul des compétences de ses associés), jeune compagnie minière souhaitant développer rapidement des projets d'envergure semi-industrielle, et la taille et le niveau de connaissance de ce projet.

Ce programme des travaux inclut aussi une étape importante de concertation locale afin de favoriser l'acceptation de ce projet, ainsi que la mise en place d'un dispositif de financement participatif local et régional.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BABIN, C., GARREAU, J., MELOU, M., PLUSQUELLEC, Y., MORZADEC, P., PELHATE, A., CHAURIS, L., THONON, P., DARBOUX, J.-R., HALLEGOUET, B., GUIGUES, J., 1982. Notice explicative de la feuille Le Faou à 1/50 000. BRGM. 46p.

CASTAING, C., BEURRIER, M., CALVEZ, J.-Y., CHEVREMONT, P., CLOZIER, L., DARBOUX, J.-R., GARREAU, J., GUIGUES, J., HERROUIN, Y., LE GOFFIC, M., MONOT, B., PELHATE, A., ROLET, J., THONON, P., 1988. Notice explicative de la feuille Huelgoat à 1/50 000. BRGM. 62p.

BONNEMAISON, M., DOMMANGET, A., 1988. Note technique 1988, n° 1601 - Compte rendu de mission sur le prospect de Lopérec. BRGM. 7p.

BOUCHOT, V., LESCUYER, J.-L., MILESI, J.-P., LEISTEL, J.-M., LAGNY, P., 1997. Fiches signalitiques des districts aurifères de la France métropolitaine, Lopérec. Chroniques de la recherche minière, 528. p. 48-50.

BOUCHOT, V., MILESI, J.-P., LESCUYER, J.-L., LEDRU, P., 1997. Les minéralisations aurifères de la France dans leur cadre géologique autour de 300 Ma. Chroniques de la recherche minière, 528. p. 13-62.

BRGM (Ed.), 1993. Lopérec - Synthèse des travaux. 28p.

BRGM (Ed.), 1990. Lopérec - Etude d'orientation économique. 19p.

Direction Locale des Activités Minières de Nantes, 1986. Inventaire du territoire métropolitain - District aurifère de Lopérec - Huelgoat. BRGM. 8p., 5 ann.

DOMMANGET, A., 1990. Note technique n° 1772 Avril 1990 - PR Lopérec, programme de travaux 1990 et budget prévisionnel. BRGM. 3 p.

DOMMANGET, A., 1994. PER de Lopérec-Loqueffret - Bilan des travaux réalisés en 1993 et propositions de programme de travaux 1994. BRGM. 13p.

DOMMANGET, A., KERJEAN, M., 1990. Point des travaux réalisés de janvier à octobre 1990 sur le PER de Lopérec-Loqueffret. BRGM. 38p.

DOMMANGET, A., KERJEAN, M., 1989. Point sur les travaux réalisés au cours du premier semestre 1989 sur le prospect de Lopérec (17 p, 1 annexe). Note technique 1989 N°1696.

DOMMANGET, A., KERJEAN, M., 1988. Point des connaissances acquises sur le prospect de Lopérec au 26.09.1988. BRGM. 15p.

Geoderis OUEST, BRGM, 2007. Analyse structurale des carottes orientées : prospect de Lopérec. Programme des travaux 1992, 1993. District aurifère de Lopérec-Huelgoat

ITARD, Y., BATTAGLIA, BRUNE, T.F., CROUZET, C., DELORME, F., GARRIDO, F., BOURGEOIS, F., GREFFIE, C., 2004. Oxydation biologique de l'effluent minier de Lopérec. BRGM. 92p.

ITARD, Y., BOURGEOIS, F., BATTAGLIA. BRUNE, T.F., 2005. Réhabilitation du site de Lopérec (Finistère). Note technique : Principe d'un traitement passif de l'exhaure minier de Lopérec. BRGM. 24p.

ITARD, Y., CROUZET, C., GREFFIE, C., BATTAGLIA. BRUNE, T.F., PETTENATI, M., 2004. Tests de précipitation du fer et de l'arsenic par bullage d'air sur l'effluent minier de Lopérec. Rapport Final. BRGM. 58p.

LIBAUDE, J., 1992. Etude minéralurgique exploratoire du minerai d'or de Lopérec. BRGM. 50p.

MARCOUX, E., 1992. Université d'Orléans. Etude minéralogique d'échantillons de Lopérec. 12p.

NB: Yann ITARD, ancien géologue du BRGM, est aujourd'hui un des associés de SUDMINE.

Annexes

Annexe 1

Mission de consultation de la documentation publique du BRGM par SUDMINE

Source : BRGM, SUDMINE



Facture n° 43979
du 26-05-2014

DIVISION COMPTABLE

Nos références: PDI14DGR40 LAMOUILLE, M. BERNARD
Vos références: 10247
Client n 0 10247

Projet : ARCHIVES INVENTAIRE MINIER FR
015

Nos factures sont payables à l'ordre de M.
L'Agent Comptable du BRGM
- soit par chèque bancaire
- soit par virement

SOCIETE GENERALE ORLEANS
IBAN FR76 3000 3015 4000 0200 2766 986
BIC SOGEFRPP

SUDMINE
2 CHEMIN DU CHATEAU
45530 SEICHEBRIERES
France

DESIGNATION	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	MONTANT
		EUR	EUR
ARCHIVES INVENTAIRE MINIER FR Consultation de la documentation portant sur le gisement de Lopérec et autres sujets du Finistère	1	1.415,00	1.415,00
ARCHIVES INVENTAIRE MINIER FR Consultation de la documentation portant sur le gisement de Lopérec et autres sujets du Finistère - Reprise de l'acompte versé	-1	500,00	-500,00
TOTAL HORS TAXE			915,00
TVA à 20 %			183,00
NET A PAYER			1.098,00

Net sans escompte
Date limite de paiement:25-06-2014

**FACTURE
ACQUITTÉE**

N° d'identification à la TVA : FR 67582056149
Decret du 23 octobre 1959 - SIREN : 582 056 149 - Code NAF : 7219 Z
Centre scientifique et technique
39 43 QUAI ANDRE CITROEN 75015 PARIS France 3 avenue P. 36009
Tel 01 40 58 89 00 - Telex BRGM 780258 F Fax: 01 40 58 89 33 45060 ORLEANS CEDEX 2 France
R.C. 58 B 5614 Paris - SIRET 58205614900419 02 38 64 34 34 FAX : 02 38 64 35 18 Telex : 7802580 F

Annexe 2

**Lopérec : Etude d'orientation économique
(BRGM, 1990)**

Document confidentiel fourni sous pli séparé

Source : BRGM

DAM/PM 90/114/339

Avril 1990

Etude d'orientation économique

LOPPEC

Annexe 3

Fiche "Lopérec" de l'inventaire minier de la France (BRGM)

Source : BRGM

Lopérec

Gîte aurifère mésothermal



SYNTHESE

Le gîte aurifère de Lopérec, mis en évidence par l'Inventaire minier, a fait l'objet d'une reconnaissance systématique par sondages dans le cadre de travaux propres BRGM. Il est situé sur la bordure nord du bassin de Chateaulin.

Les études minéralurgiques indiquent la présence d'or grossier, soit libre, soit inclus dans des sulfures. **Les réserves sont estimées à 360 000 t à 8,15 g/t, soit près de 3 t d'or** facilement récupérable par gravimétrie et cyanuration directe du tout venant. Une étude préliminaire d'orientation économique a montré que 75% des réserves seraient exploitables en carrière (75 m de profondeur).

STATUT

Le sujet, présenté à la profession minière en 1986, a fait l'objet de recherches complémentaires dans le cadre des « travaux propres » BRGM. Un PER de 44,02 km² a été attribué au BRGM le 28 Juillet 1989, pour une durée de trois ans. Le BRGM a obtenu ensuite une concession.

La déclaration d'arrêt définitif des travaux a été transmise à la DRIRE en septembre 2000.



Annexe 4

**Extrait d'une étude de Yann ITARD
(associé SUDMINE et ancien BRGM) sur
Lopérec**

Source : BRGM

Document public

Tests de précipitation du fer et de l'arsenic par bullage d'air sur l'effluent minier de Loperec

Rapport final

BRGM/RP-53419-FR
décembre 2004

Y. Itard, C. Crouzet, C. Greffié
Avec la collaboration de
F. Battaglia-Brunet, M. Pettenati

Synthèse

L'effluent minier neutre (pH 6,5) de Loperec est chargé en fer (8-12 mg/L) et en arsenic (400-1 000 µg/L). Au niveau de l'émergence, dans un petit bassin de rétention, une atténuation naturelle a lieu, réduisant quasiment de moitié la teneur en arsenic. On y observe en effet une précipitation d'oxyhydroxydes de fer (des ferrihydrites) pouvant contenir jusqu'à 4 % d'arsenic. Cette atténuation semblant liée à l'oxygénation naturelle de l'effluent, des tests ont été réalisés sur site en août 2001 et avril 2003, de manière à quantifier ces phénomènes et étudier la possibilité de les amplifier pour permettre un rejet final à la plus basse teneur possible en arsenic. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet de recherche « drainage minier » mené au BRGM.

La première série de tests a été réalisée sur l'effluent brut. Après qu'une activité bactérienne ait été mise en évidence sur le site (Battaglia *et al.*, 2003), une seconde série a été réalisée sur l'effluent brut et filtré à 0,1 µm (élimination des bactéries) de manière à distinguer la contribution des réactions biochimiques et des réactions chimiques sur les processus d'oxydation de AsIII, de FeII et de précipitation du fer et de l'arsenic.

L'étude de la spéciation du fer et de l'arsenic à l'émergence a montré que le fer est sous forme ferreuse Fe^{2+} et l'arsenic se répartit en As^{3+} , noté AsIII, et As^{5+} , noté AsV, respectivement entre 70-90 % et 30-10 %.

L'oxygénation forcée de l'effluent permet, même en milieu abiotique, de précipiter en quelques heures la quasi-totalité du fer présent ainsi que les deux tiers de l'arsenic, avec des teneurs résiduelles de 90 et 5 µg/L respectivement pour AsIII et AsV. Dans ces conditions opératoires, l'oxydation directe de l'arsenic III n'a été que très ponctuellement mise en évidence. L'accélération du processus d'épuration de l'effluent en présence de lumière tendrait à montrer que l'oxydation photocatalysée de AsIII par FeIII (McCleskey *et al.*, 2004) peut être présente même à pH neutre.

En l'absence de bactéries, un équilibre semble se créer avec 90 µg/L d'AsIII. Un processus complémentaire d'oxydation de cette espèce semble donc indispensable pour atteindre la limite de potabilité ou de rejet.

Annexe 5

Eléments du contexte socio-culturel régional favorables au projet minier de Lopérec

Source : Pays du Centre Ouest Bretagne, Dre Ar Metalou Kozh



**Pays du Centre Ouest Bretagne
Cité administrative rue J. Pennek
22110 ROSTRENEN**

DIAGNOSTIC DES ACTEURS DU PATRIMOINE EN PAYS DU CENTRE OUEST BRETAGNE

Mai 2008

Etude réalisée par Emilie BONINO

Avant propos

Dans le cadre de ses actions en faveur de la valorisation et de la diffusion des patrimoines spécifiques au Centre Ouest Bretagne, le Pays du Centre Ouest Bretagne a souhaité réaliser un diagnostic des acteurs du patrimoine*¹ sur le territoire.

L'objectif est de mettre en place une politique d'accompagnement des acteurs locaux visant à consolider les réseaux d'échanges existants et à favoriser la création d'un tissu d'échanges solide sur tout le territoire.

Les objectifs de l'étude sont les suivants :

- ❑ **Réaliser un état des lieux** des ressources et des compétences présentes en Pays du Centre Ouest Bretagne.
- ❑ **Etablir un diagnostic** des capacités du réseau patrimoine à se développer.
- ❑ **Proposer des pistes d'actions** à mettre en œuvre pour optimiser le travail des acteurs du patrimoine.
- ❑ **Partager l'analyse** et encourager les rencontres au cours d'une journée de restitution avec les acteurs du patrimoine concernés.

¹ Les astérisques renvoient aux définitions du lexique page 63.

Table des matières

1^E PARTIE - PRESENTATION DU PROJET PATRIMOINE	4
I. LE PAYS COB	4
II. NAISSANCE DU PROJET	11
III. METHODE D'APPROCHE	14
2^E PARTIE - LES ACTEURS DU PATRIMOINE	17
I. LA SITUATION ACTUELLE	17
II. ANALYSE	41
3^E PARTIE - PROPOSITIONS ET PRECONISATIONS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
DEFINI.	
OBJECTIF 1 : SOUTENIR LES PROFESSIONNELS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
OBJECTIF 2 : AMELIORER LA QUALITE DES PRESTATIONS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
OBJECTIF 3 : FAVORISER LA CIRCULATION DES SAVOIRS	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
OBJECTIF 4 : MUTUALISER LES COMPETENCES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
LEXIQUE	49
ANNEXES	50

Les orientations de la charte de développement

- **Développer une politique d'accueil et de services ambitieuse :**
 - ❑ Relier le Pays du Centre Ouest Bretagne à l'extérieur ;
 - ❑ Organiser les services à l'échelle du territoire
 - ❑ Développer les possibilités de résidence ;
 - ❑ Favoriser la création et la transmission d'entreprises ;
 - ❑ Promouvoir la qualité de vie en Pays du Centre Ouest Bretagne.

- **Valoriser les ressources du territoire :**
 - ❑ Faire de la centralité un atout pour le développement ;
 - ❑ Favoriser l'adaptation et le développement des entreprises ;
 - ❑ Structurer des filières économiques et développer l'expérimentation de nouvelles pratiques en s'appuyant sur les spécificités locales : environnement, culture, tourisme...

- **Enrichir la cohésion territoriale :**
 - ❑ Développer un réseau de partenaires ;
 - ❑ Mailler et structurer le territoire ;
 - ❑ Affirmer l'identité du Pays du Centre Ouest Bretagne ;
 - ❑ Organiser et gérer le projet.

L'organisation du Pays du Centre Ouest Bretagne

Le Groupement d'Intérêt Public (G.I.P.)

- Le Groupement d'Intérêt Public de développement local est une **personne morale de droit public dotée de l'autonomie financière**. Ce Groupement est créé par convention entre les membres fondateurs constituant le Pays pour exercer les activités d'études, d'animation ou de gestion nécessaires à la mise en œuvre des projets prévus par la charte du Pays.

III. Méthode d'approche

L'enquête auprès des acteurs du patrimoine

- Lors de la définition du projet, il a été décidé de réaliser un **recensement** des **personnes**, des **compétences** et des structures du Pays Centre Ouest Bretagne, dont les actions touchent les **patrimoines spécifiques** au territoire.

Ont été retenus pour l'étude les **acteurs du patrimoine** :

- **Au statut privé** : associations, entreprises à but lucratif et à but non lucratif ;
- **Au statut public** ;
- **Avec ou sans lieu d'accueil*** ;
- **Avec ou sans lieu d'exposition***.

Les **patrimoines** pris en compte sont :

- ❑ L'archéologie ;
- ❑ Le patrimoine industriel, scientifique et technique ;
- ❑ Le patrimoine immatériel ;
- ❑ Le patrimoine naturel ;
- ❑ Le patrimoine agricole et l'élevage ;
- ❑ Le patrimoine fluvial ;
- ❑ L'émigration/immigration ;
- ❑ Le patrimoine bâti (civil et religieux) ;
- ❑ Le patrimoine religieux (bâti et immatériel) ;
- ❑ Le patrimoine artistique.

Revue de Presse

Or : Le filon des Monts d'Arrée Le Télégramme - 22/08/2002

Dans les rivières bretonnes, tout ce qui brille n'est pas de l'or mais, avec l'association A.D.D.E.S., il devient plus difficile de se tromper. À la sortie orpillage de l'association A.D.D.E.S., ce ne sont pas les trésors attendus que l'on ramène. Le filon? Une animation originale, ludique, riche et variée. « Pas de banjo, ni de feu de camp, mais des tonnes de boulot ». D'entrée, Malo Kervern casse le mythe du chercheur d'or, trouvant fortune par la grâce d'un coup de pioche sur une pépite. Les dollars dans les pupilles des participants à la sortie orpillage s'estompent brusquement. Ils retrouveront illico de la vigueur, au gré des explications riches et variées du jeune animateur et de son alerte acolyte, Youen Daniel, sur les techniques et l'histoire de l'orpillage en Bretagne, assorties de considérations écologiques et de données sur la géologie du massif armoricain.

Pas si rare

« Pression et température ont façonné des minéraux étonnants », assure Malo, de mystiques staurotides en forme de croix dans le creux de la main. Fascinant et pourtant répandu dans le secteur. « Comme l'or, du reste. Il n'est pas rare dans le monde ; en trouver en concentration l'est davantage. La plus grosse pépite découverte jusqu'à présent en Bretagne, dans les années 70, ne pèse que 25 grammes ». Quelques dizaines d'euros, selon le prix que voudra bien y mettre un collectionneur.

Approche écologique

Alors, pas la peine d'espérer devenir millionnaire ? « Aucune chance pour le rêveur. En revanche, avec une bonne dose de pragmatisme, rien d'impossible. L'orpillage suppose un travail de recherche en amont, basé sur des calculs, la lecture des cartes géologiques... Ensuite, l'exploitation de la zone de gisement doit se faire mécaniquement, 24 h sur 24, pour dépasser le seuil de rentabilité ». Mais à quel prix pour la nature. Les photos de paysages lunaires creusés dans les tourbières d'Alaska glacent d'effroi. La sortie « chercheur d'or » d' A.D.D.E.S. ne laissera, elle, aucune trace de son passage. Creusé le matin dans le lit d'un ruisseau, le « gisement », autour duquel sueront les stagiaires, sera rebouché le soir même par les deux animateurs.

Sortie orpillage : une mine d'infos

Bottes aux pieds et batée sous le bras, Malo Kervern va dénicher des paillettes d'or comme d'autres vont pêcher la truite ou cueillir des cèpes : par pur plaisir. Et dans la région - ça tombe bien - les rivières aurifères ne manquent pas. On parle même d'un triangle d'or qui se situerait entre Loudéac, Pontivy et Mûr-de-Bretagne. Le principe est simple. Pour commencer, ne pas partir les mains dans les poches et bien s'équiper : se munir de bottes, d'une pelle, d'une batée (sorte de chapeau chinois en tôle qui sert à laver le sable) ou d'un pan californien (un saladier en verre peut très bien faire l'affaire pour commencer), d'un tamis et d'un seau. Ensuite, tout est question de densité, l'or étant plus lourd que le reste des alluvions. Logique. Pour la technique : il faut récolter du gravier, le débourber, le tamiser pour récupérer le sable dans la batée, la plonger dans l'eau pour exercer une poussée d'Archimède et tourner régulièrement, la force centrifuge évacuant les minéraux légers et faisant tomber dans le fond les plus lourds. L'or étant inoxydable, il est toujours brillant. Il ne reste alors plus qu'à trier les paillettes, manuellement toujours, «et sans mercure surtout», insiste Malo Kervern pointant du doigt une technique polluante et mortelle pour la faune qu'il déplore. Le geste est fatiguant, l'apprentissage est délicat et relativement long mais à la portée de tous. Et Malo Kervern sait de quoi il parle. Aujourd'hui âgé de 28 ans, ce marin pêcheur originaire de Brest (29), s'est retrouvé finaliste du championnat d'Europe d'orpillage. Mais dans sa frénésie, il a tout laissé tomber par terre... Qu'importe, « l'essentiel n'est pas là ».

Mille paillettes pour faire un gramme

Souvent, on rentre bredouille. Ou avec quelques spécimens de stibine, blende, tourmaline, galène ou pyrite (considérée, à cause de ses reflets dorés, comme l'or des fous). Quand on a de la chance ou quand on tombe sur un filon, on peut récolter entre cinq et dix paillettes d'or par batée. Mais certaines sont à peine visibles. Il faut donc ouvrir l'œil et être patient si l'on veut faire fortune : ainsi, pour obtenir un gramme d'or, il faut récolter plus de 1.000 paillettes... Certains ont plus de chance, «comme cet ouvrier qui a découvert une pépite de 25 grammes dans une rivière près de Pontivy». Cette chance, on peut la provoquer en potassant bouquins, inventaires scientifiques et études géologiques des sols comme le fait Malo depuis huit ans. Toutes ces études sont unanimes : les rivières situées entre Loudéac, Mûr-de-Bretagne (22) et Pontivy (56) sont particulièrement aurifères. « Reste qu'il ne faut pas creuser au hasard, précise Malo Kervern. Tout dépend des courants puisque c'est eux qui charrient les minéraux »...

Une mine inexploitée à Lopérec

Au début des années 1990, une mine a même été découverte à Lopérec (29), à proximité de la chapelle Saint-Guénolé. Jean-Yves Crenn, maire de la commune, se souvient parfaitement « du ballet de voitures incessant, des carottages effectués par le BRGM (Bureau de recherche géologique et minière) et des sondages réalisés dans une galerie de près de 300 mètres de long, une fois la source localisée ». On estime depuis que le sous-sol renfermerait près de quatre tonnes d'or. Le propriétaire de la carrière, une société privée dont le siège est basé en Argentine, a toutefois préféré remblayer le tout, estimant pour l'heure que les coûts d'extraction étaient trop élevés par rapport au cours actuel de l'or. Mais une réouverture du site dans les années à venir est, selon Jean-Yves Crenn, loin d'être exclue... Une randonnée « chercheurs d'or », organisée par l'association ADDES et guidée par Malo Kervern, aura lieu le vendredi 30 août. L'objectif : apprendre les gestes pour être autonome et reconnaître les minéraux. Départ à 14 h de Botcador (29). Participation : 10 €, demi-tarif en cas de partage de batée. Renseignements et inscriptions au 02.98.99.66.58.

Revue de Presse

Le plein d'animations à la Maison des Minéraux
Ouest France - 16/07/2013

Le plein d'animations à la Maison des Minéraux

Crozon - 16 Juillet



Le clou du programme de cet été à la Maison des Minéraux est la fonte de minerai, la fabrication de métal et la recherche de minéraux lourds, dont l'or, à la batée, par Malo Kervern. Celui-ci, déjà connu pour enseigner la recherche d'or à la batée, du côté de Botmeur et dans d'autres régions des Monts d'Arrée, pratique aussi la réduction de minerai en le faisant fondre avec du charbon de bois et de la chaux (réducteur). Il utilise des méthodes connues au Moyen Âge qui, peut-être, lui auraient valu des ennuis à cette époque comme « alchimiste ». Isabelle Diverres propose des balades contées de 3/4 d'heure, avec 3 pauses pendant lesquelles elle raconte 3 histoires sortant des entrailles de la terre et en rapport avec les roches présentes ; elle offre aussi un nouveau circuit balade à Camaret avec le chant des pierres, l'histoire de fabrication des objets et la découverte du paysage. À ceci s'ajoutent les balades nature qui parlent de géologie, faune et flore, des habitats humains avec les explications d'un guide ; cette balade « explore-action » dure 2 h et permet d'identifier les éléments qui contrôlent la formation et l'évolution des paysages. Les balades « bidouille » du Professeur Kaolin permettent d'appréhender l'environnement en famille et les différents circuits à découvrir répondent à la curiosité sur les phénomènes qui nous entourent en prenant le temps d'observer, tester et comprendre. Ce même professeur Kaolin fait faire des expériences amusantes, informelles, expérimentales et ludiques lors de ses ateliers, appréhender les éléments que sont le sable, les fossiles, les roches, les séismes, les volcans, etc... Enfin, les balades sonores, munis de baladeurs numériques permettent de découvrir le Cap de la Chèvre et les milieux traversés avec des écoutes sonores. Une visite du musée et de ses collections de roches du massif armoricain des minéraux et fossiles, sa salle de fluorescence des roches et l'exposition sur les minéraux fluorescents et les paysages finistériens complètent le tout. Les activités se font sur réservation, sauf pour la balade sonore. Horaires du musée en juillet et août, de 10 h à 19 h. Les tarifs d'entrée au musée sont de 4,80 €, 3,50 € de 8 à 18 ans et 3,50 € pour les groupes et tarif réduit. Renseignements et réservations : 02 98 27 19 73.

Revue de Presse

Maison des Minéraux : les pierres font leur show

Le Télégramme - 17/07/2013

En ce début d'été, la Maison des Minéraux, située au Cap de la Chèvre, renouvelle ses animations au grand public pour découvrir les sciences de la Terre d'une manière informelle, expérimentale et ludique. Au programme de cet été, deux nouvelles animations font leur apparition. Créées en relation avec Malo Kervern, paléométallurgiste et orpailleur, elles auront lieu le mercredi. Cela commencera le matin, par un atelier « Explor'Action ». Les visiteurs pourront partir à la recherche de métaux et minéraux sur les plages et dans les rivières. Si le matériel de prospection est fourni, il faut penser à s'équiper de bottes ou de sandales pour aller dans l'eau. Ils en profiteront aussi pour découvrir les richesses insoupçonnées de la Presqu'île. Avec peut-être à la clé la découverte de quelques pépites d'or à rapporter dans ses poches !

Techniques ancestrales de fusion du métal

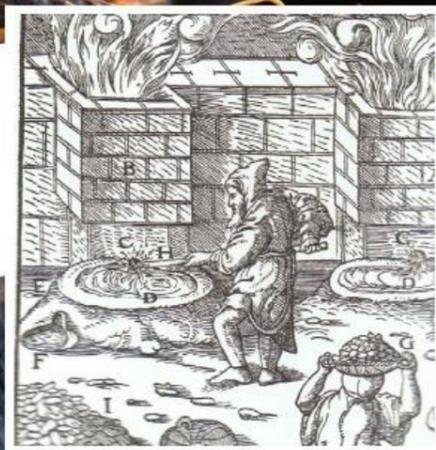
L'après-midi, à 14 h, place au spectacle avec l'atelier « Métal Show » qui aura lieu dans la cour de la Maison des minéraux. À l'aide de son four à l'ancienne et d'un grand soufflet qui lui permet de faire monter la température jusqu'à 1.100 degrés, Malo Kervern fera une démonstration de la transformation des minéraux. Un qua-si-spectacle pyrotechnique qui permettra aux visiteurs de découvrir les techniques anciennes de fusion du métal et qui se conclura par la transformation du minerai en un métal liquide à la sortie du four. Pour prolonger la découverte, Métallomanie, une expo-atelier, permet d'apprendre en s'amusant. À côté de ces nouvelles animations, les expositions se poursuivent à la Maison des minéraux. On pourra notamment découvrir la géologie de la Presqu'île ou bien encore la collection François Le Bail sur la minéralogie du massif armoricain. Pratique À la Maison des minéraux, Saint-Herbot, à Crozon. « Explor'Action » et « Métal Show ». Tarif : 5 EUR par personne à partir de 7 ans, comprenant la visite de la Maison des minéraux. Rendez-vous sur le parking du four à chaux, à l'Aber, à 10 h. Tél. 02.98.27.19.73.

DRE AR METALOU KOZH - Malo Kervern - Démonstration Spectacle

Dre Ar Metalou Kozh
Aux origines de la métallurgie
«de re metallica»

Démonstration Spectacle «une histoire armoricaine du métal»

Découvrez les techniques
de nos ancêtres
de l'âge du Bronze au Moyen Âge



or du finistère



étain en fusion extrait
de son minerai (cassitérite)

AUX ORIGINES DU METAL

Durée : 2h

Contenu de la Présentation

Dans la pure tradition des alchimistes itinérants du Moyen-Age, vivant de la démonstration publique de leurs expériences, la représentation se situe entre la conférence, le spectacle, la reconstitution historique et la magie.

« Et lorsqu'on a parcouru tout ce que crée le génie, grâce à l'art qui reproduit la nature, on se sent gagné par l'étonnement à l'idée qu'il n'est presque rien que le feu ne puisse réaliser. Quand il reçoit du sable, il produit ici du verre, là de l'argent, là du minium, là des variétés de plomb, là des matières colorantes, là des médicaments. Le feu fait se résoudre les pierres en cuivre, le feu produit et dompte le fer, le feu purifie l'or, le feu calcine une pierre qui permet d'unir les moellons dans les constructions. »

Pline l'Ancien

- **Minéraux & Métaux** : présentation des sept métaux fondamentaux (l'or, le mercure, le cuivre, l'étain, le plomb, l'argent et le fer), de leurs principaux minerais et d'objets les caractérisant ;
- **Une histoire armoricaine du métal** : riche de sa diversité géologique, de ses minerais, la Bretagne a joué un rôle de premier plan dans l'histoire de la métallurgie d'Europe occidentale ;
- **Du minerai à l'objet** : reconstitution d'un atelier de métallurgiste/essayeur de minerais du Moyen Age (appuyée par des gravures d'époque) démonstrations d'orpaillage, des techniques d'extraction, de tri puis de réduction du minerai d'étain (cassitérite) dans un four et réalisation d'un objet à partir du métal obtenu.



Partenaires : Maison des Minéraux de Crozon - Association A.D.D.E.S. Botmeur - Ecomusée des Monts d'Arée

Aperçu de la scène : Dimensions (6m x 5m) - Auvent (6m x 4m) - Bancs pour le public

Contact : Malo KERVERN (29180 - Kerimanton) - quemenevenmalo.armel@orange.fr

Liens : <http://www.maison-des-mineraux.org> - <http://bronzedelatorche.over-blog.com>

Dossier réalisé par

