

ANNEXE 5 : MEMOIRE TECHNIQUE

TABLE DES MATIERES

1. Cadre géologique du PERM Epona	2
1.1 Contexte géologique régional et implications métallogéniques.....	2
1.2 Géologie locale	6
1.3 Etat des connaissances des indices métalliques sur le PERM Epona	9
2. Justification des limites de la demande.....	10
3. Programme des travaux envisagés	11
3.1 Ressources humaines	11
3.2 Programme d'exploration prévisionnel.....	11
3.3 Première phase de travaux	12
3.3.1 <i>Compilation des données historiques et création d'une base de données SIG</i>	12
3.3.2 <i>Géochimie sol</i>	12
3.3.3 <i>Géophysique électromagnétiques aéroportée</i>	12
3.3.4 <i>Levé géologique</i>	13
3.4 Seconde phase de travaux.....	13
3.4.1 <i>Travaux complémentaires</i>	13
3.4.2 <i>Sondages de reconnaissances</i>	14
3.5 Suite possible en cas de découverte de mineralisations à potentiel économique...	15
4. Budget envisagé et engagement financier	15
5. Glossaire de certain termes techniques employés	16

ANNEXE 5 : MEMOIRE TECHNIQUE

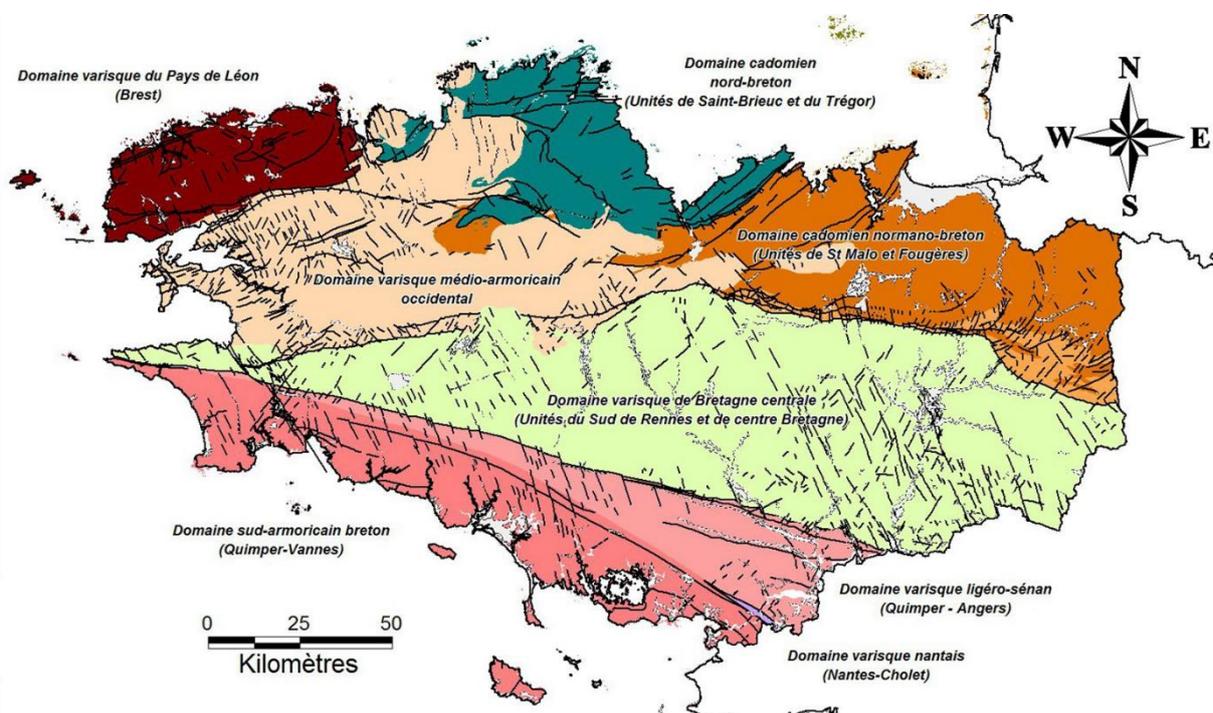
1. Cadre géologique du PERM Epona

1.1 Contexte géologique régional et implications métallogéniques

La géologie bretonne résulte de la superposition de deux évènements orogéniques. Le premier, dont les terrains affleurent au nord de la Bretagne est l'évènement Cadomien correspondant à une orogénèse datée de 750 à 520 millions d'années environ (cf. fig.1). Le second est l'orogénèse Hercynienne (ou Varisque) qui a eu lieu entre 360 et 300 millions d'années environ, et dont les terrains occupent une large partie de la Bretagne centre et sud.

Le Massif Armorica Breton peut être découpé en neuf grands domaines géologiques présentés figure 1.

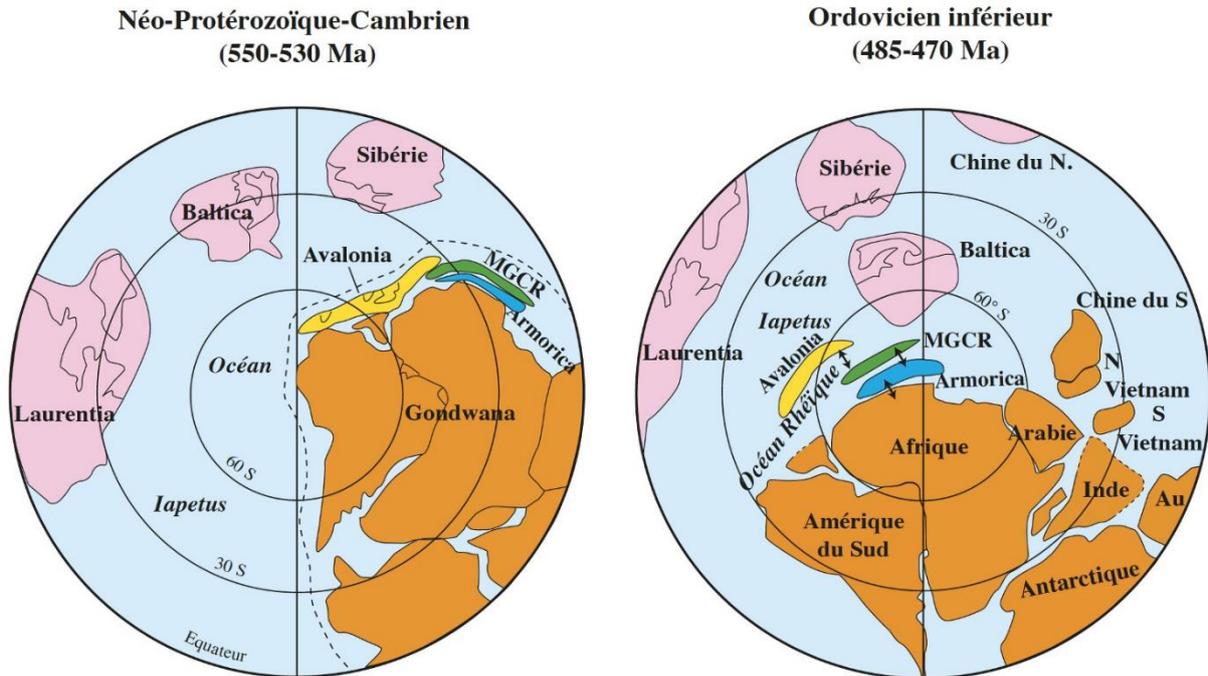
Figure 1 : découpage du Massif Armorica breton d'après Chantraine et al., 2001



La chaîne Varisque s'étendait dans sa largeur depuis la Meseta marocaine, dans sa partie méridionale jusqu'en Ecosse ou Terre Neuve dans sa partie septentrionale sur une longueur allant du golfe du Mexique (extrémité méridionale des Appalaches) à la mer Noire (monts Mäcin).

L'orogénèse Varisque fait suite à une période de rifting durant l'Ordovicien qui voit la formation de trois microcontinents, celui d'Avalonia, séparé par l'océan Rhéique du microcontinent Saxo-Thuringia (MGCR) et le microcontinent Armorica, séparé du Gondwana par l'océan Médio-Européen (cf. fig.2).

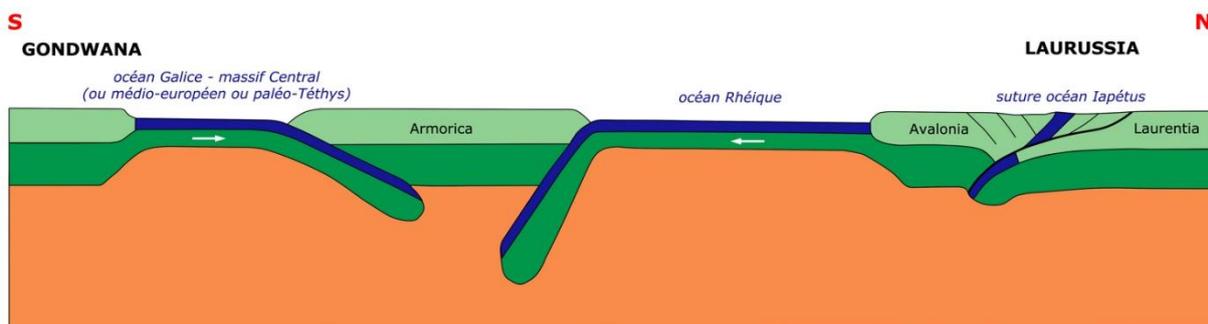
Figure 2 : reconstructions paléogéographiques du futur domaine calédo-varisque à l'Édiacarien et à l'Ordovicien inférieur (Ecole Normale Supérieure de Lyon modifié d'après Matte).



Au cours du Silurien, les océans Iapetus, Rhéïque et Médio-Européen vont progressivement se refermer, créant une double subduction sous le microcontinent Armorica (cf. fig.3). Cet événement sera responsable d'un magmatisme calco-alcalin qui va former certains des granites du sud Bretagne.

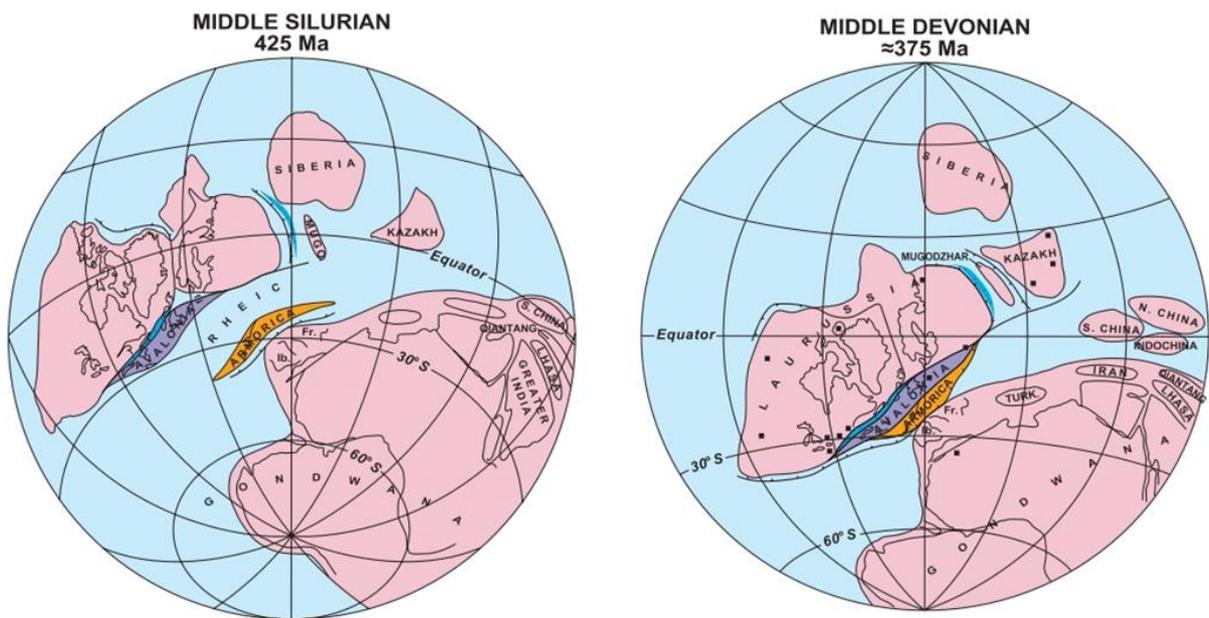
Le magmatisme calco-alcalin des chaînes de subduction est responsable de la formation de gisements de type Porphyre à cuivre, molybdène et/ou or, de gisements de types skarn à métaux de base ou à métaux précieux, ainsi que de gisements épithermaux de métaux précieux. Ces concentrations métalliques ont pu par la suite contribuer à la formation de certains gisements varisques par remobilisation.

Figure 3 : cadre géodynamique des plaques lithosphériques au Dévonien (-400 à -360 Ma) (Lithothèque PACA).



La collision entre le Gondwana et l'Armorica durant le Dévonien inférieur va créer une première chaîne de montagne nommée Eo-varisque (cf. fig. 4). L'épaississement crustal qui en résulte va conduire à la fusion des parties profondes et à la formation des migmatites et des granites anatectiques du sud de la Bretagne. Ces phénomènes entraînent la migration de fluides hydrothermaux qui déposent des minéralisations dans les failles qu'ils empruntent aboutissant à la formation de gisements variés de métaux tel que l'antimoine, l'argent, l'or, le plomb, le tungstène ou le zinc.

Figure 4 : reconstructions paléogéographiques du futur domaine calédo-no-varisque au Silurien et Dévonien (Matte 2001).

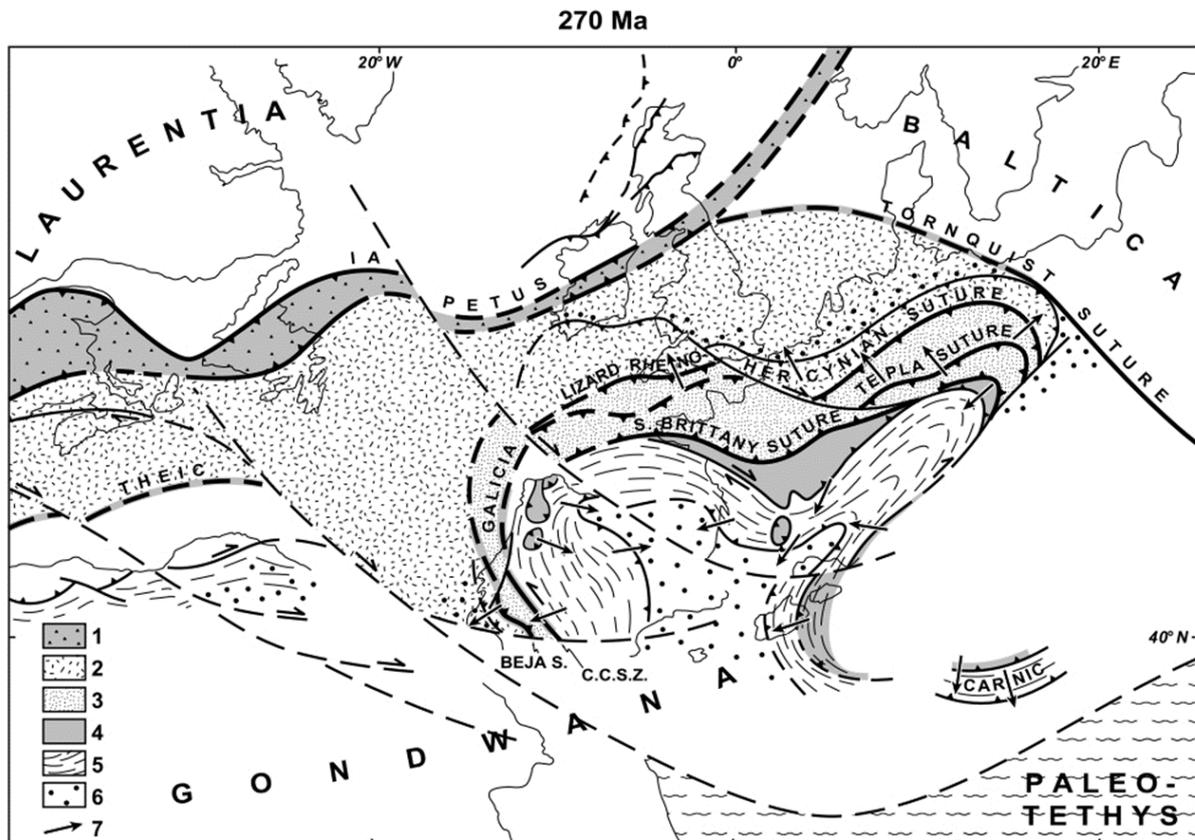


La collision varisque stricto sensu va se produire par la fermeture des océans Rhéique au cours du Dévonien supérieur - Carbonifère inférieur et la collision entre le bloc Gondwana+Armorica+Saxo-Thuringia et le bloc Laurentia+Baltica+Avalonia (cf. fig. 4).

Ainsi la chaîne Varisque est le résultat de la fermeture de quatre océans qui ont créé plusieurs accidents majeurs favorables à la concentration de minéralisations (cf. fig. 5) :

- Au nord de la chaîne Varisque, la suture de l'océan Iapetus (de Terre-Neuve au sud de l'Ecosse) ;
- Au centre de la chaîne Varisque, les sutures de l'océan Rhéique (du sud de l'Espagne à l'Allemagne en passant par la Manche) et de l'océan Rhéique méridional (du sud de l'Espagne au sud de l'Allemagne en passant par le nord ouest de la Bretagne) ;
- Au sud de la chaîne Varisque, la suture de l'océan Médio Européen (de la Galice au massif de Bohême en passant par le sud de la Bretagne).

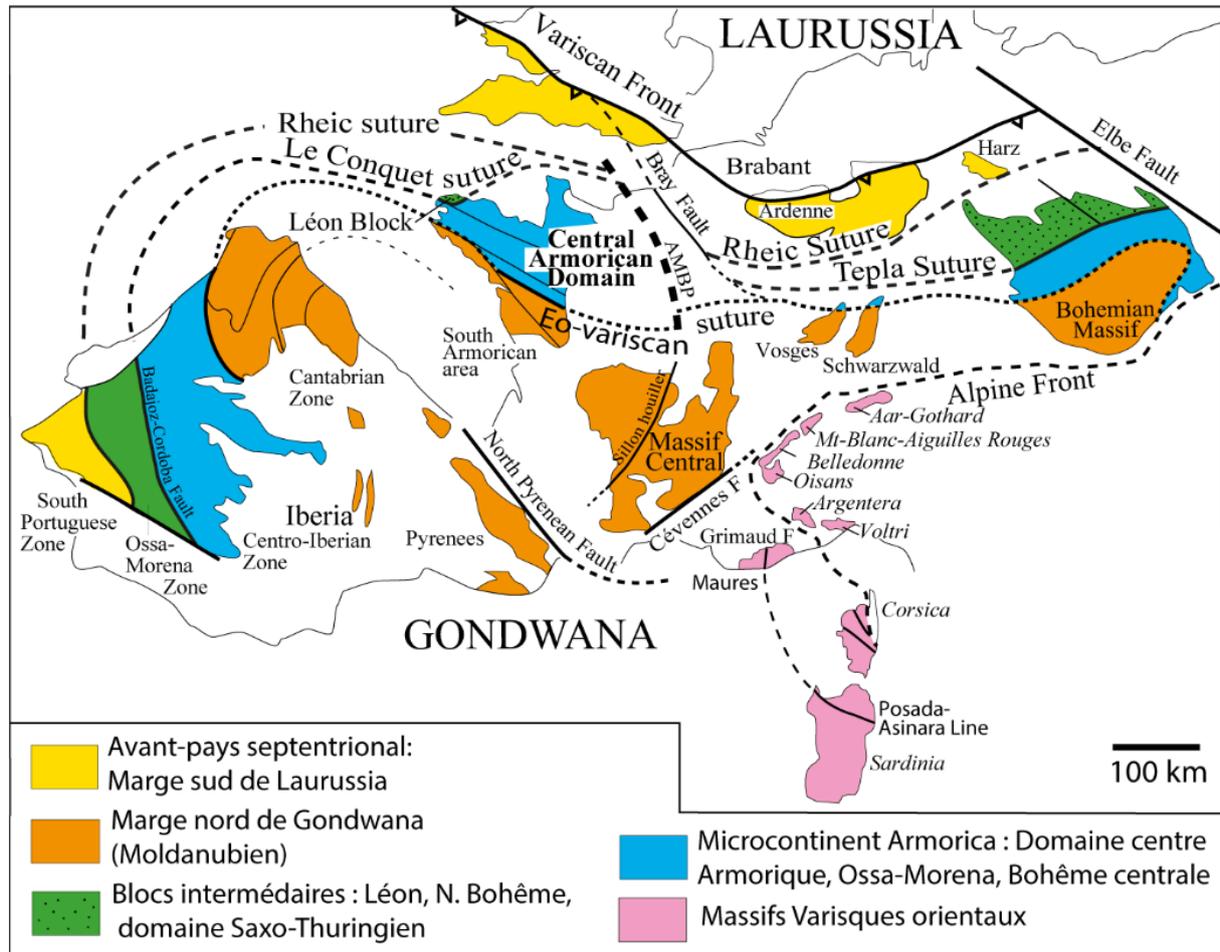
Figure 5 : configuration possible de la ceinture varisque d'Europe occidentale et d'Afrique du Nord au Permien (Matte 2001).



- (1) Suture calédonienne lapetus et Arc insulaire ordovicien ;
- (2) Avalonia ;
- (3) Armorica ;
- (4) Nappes ophiolitiques enracinées dans la suture Galice - Bretagne Sud ;
- (5) Nappes schisteuses dans le domaine varisque méridional ;
- (6) Bassins du Carbonifère (Viséen à Westphalien);
- (7) Vergence principale des nappes.

Dans toutes ces zones de sutures, on observe la présence de gisements en différents métaux, et ayant généralement des caractéristiques comparables. Cette particularité donne au sud de la Bretagne et au Cisaillement Sud Armoricain un fort potentiel pour la découverte de gisements analogues à ceux présents ailleurs sur la même suture ou le long des autres sutures. On peut ainsi s'attendre à la présence de gisements similaires à ceux de Terre-Neuve au Canada ou plus certainement ceux du nord de la Péninsule Ibérique ou du massif de Bohême en République Tchèque, qui sont situés sur la même suture, comme le montre la figure 6. Contrairement à ces secteurs, le sud de la Bretagne n'a pas fait l'objet d'exploration moderne depuis les années 90. Il existe cependant dans certaines zones, de nombreuses données collectées par le BRGM dans les années 60 à 90 qui attestent de la présence de minéralisations.

Figure 6 : Carte schématique des différents domaines litho-tectoniques des massifs varisques ouest-européens. (Faure 2021).



1.2 Géologie locale

Le PERM Epona se situe à environ 2 km au sud du Cisaillement Sud Armoricain (CSA, branche sud) qui correspond à la suture Eo-varisque. Il se trouve donc dans le bloc du Gondwana et fait partie du domaine Sud Armoricain ou domaine varisque Nantais. Ce domaine correspond à la partie interne de la chaîne hercynienne et présente un métamorphisme intense présentant une déformation ductile importante, résultat d'un épaissement crustal au Dévonien (cf. fig. 4), suivit d'un amincissement au Carbonifère supérieur avec mise en place de leucogranites et d'une tectonique cassante, se traduisant par des rejeux le long du CSA et l'individualisation d'un système de failles conjuguées, axées NW-SE et NE-SW.

Dans la limite du PERM Epona on trouve les faciès suivants du nord au sud :

- Le granite calco-alcalin de Saint Anne d'Auray, fortement peralumineux, qui a la caractéristique d'être plus calcique que les autres granites de la région. Il s'agit d'un granite de teinte grise assez sombre, grenu à grain moyen/fin, à biotite, cordiérite, phénoblastes subautomorphes de feldspath, localement hétérogène avec enclaves plus ou moins assimilées de paragneiss. Il est limité au nord par le CSA. Les analyses montrent un âge moyen de mise en place de 313 ± 2 Ma.

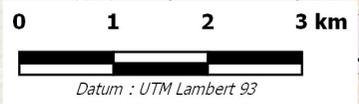
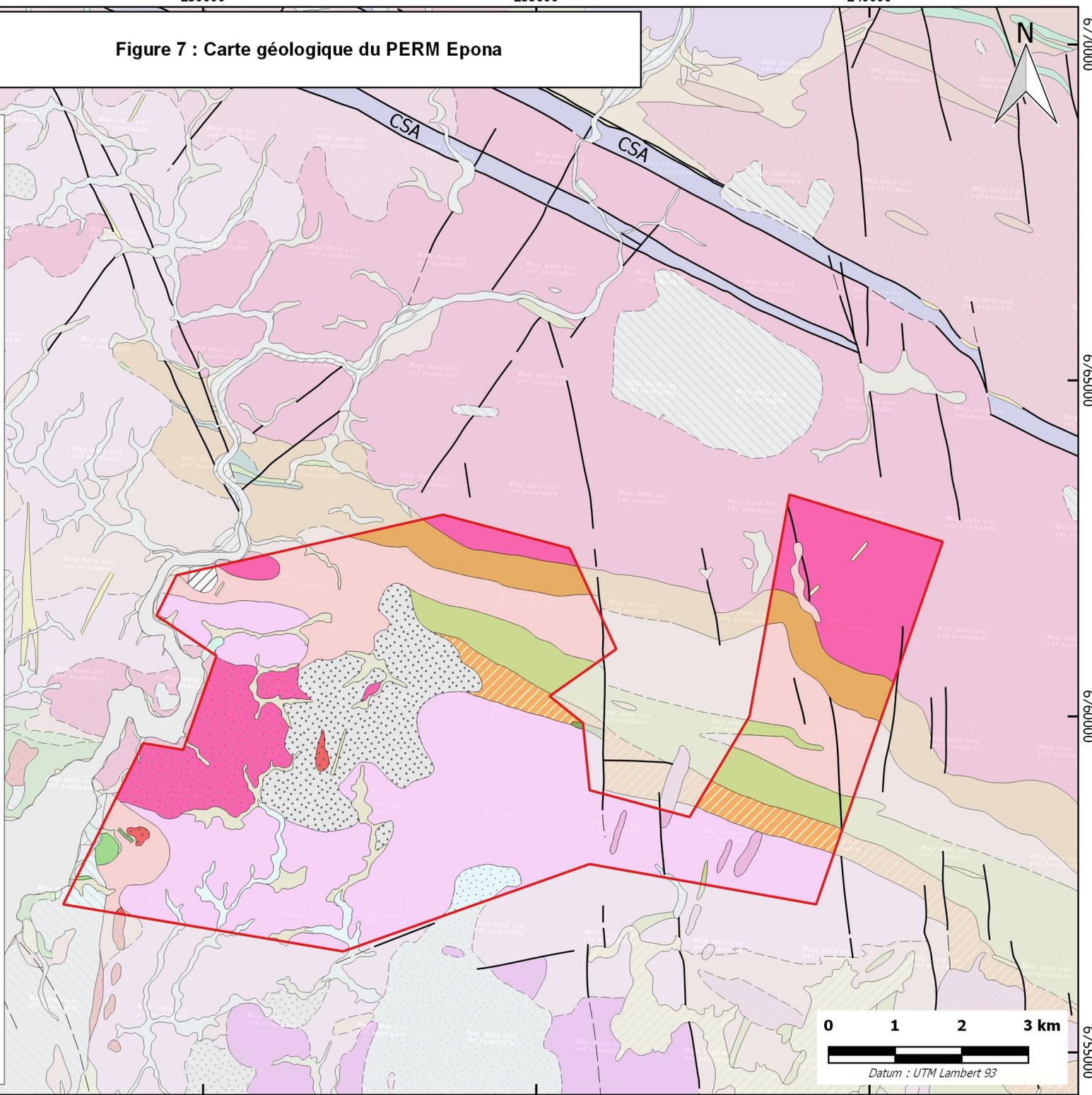
Figure 7 : Carte géologique du PERM Epona

Géologie du PERM Epona

-  Dépôts anthropiques - Actuel
-  Dépôts estuariens - Holocène
-  Alluvions fluviales - Holocène
-  Alluvions fluviales - Pléistocène sup.
-  Alluvions fluviales - Pléistocène moy.?
-  Alluvions fluviales - Pléistocène inf.?
-  Colluvions - Holocène
-  Formations périglaciaires - Weichsélien à Actuel
-  Zones lacustres, marécages - Holocène
-  Argiles (altérites) - Age?
-  Pegmatites (filons) - Age?
-  Granite de Sainte-Anne-d'Auray - Carbonifère
-  Granite de Guidel - Carbonifère
-  Granites à biotite et muscovite (parfois migmatitiques) - Age?
-  Granite anatectique ; diatexites à biotite - Carbonifère?
-  Granite anatectique hétérogène - Age?
-  Migmatites granitiques et orthogneissique d'Auray - Age?
-  Orthogneiss calco-alcalins - Ordovicien
-  Groupe de Merrien: Micaschistes et paragneiss - Ordovicien inf?
-  Groupe de Merrien: Amphibolites - Ordovicien inf?
-  Micaschistes gneissiques à muscovite du Blavet - Age?
-  Pyroxéno-amphibolites - Age?
-  Mylonites du Cisaillement Sud-Armoricain (CSA) - Carbonifère?

Structures

-  Faille en décrochement senestre
-  Faille observée
-  Faille supposée



- L'orthogneiss d'Hennebont-Tréauray, qui forme une bande NW-SE au contact avec le granite de Saint Anne d'Auray dans sa partie nord. Il s'agit d'une roche massive plus ou moins migmatitique, assez riche en biotite et en porphyroclastes de feldspath. Il est décrit comme faisant partie des domaines crustaux à calco-alcalin avec un âge moyen de cristallisation de $491,2 \pm 7,1$ Ma.
- Un granite anatectique très hétérogène (diatexite) à nombreuses enclaves plus ou moins assimilées de paragneiss. Il forme une bande étroite au sud de l'orthogneiss d'Hennebont-Tréauray. Il est constitué par ordre d'importance de quartz, feldspath potassique, plagioclases et de biotite.
- Au sud du granite anatectique précédent, on trouve dans la partie est du permis deux bandes de Micaschistes et gneiss d'âges Briovérien à Ordovicien. Ceux-ci n'apparaissent pas sur les cartes géologiques imprimés de Lorient et Baud. Il s'agit des micaschistes gneissiques à muscovite du Blavet et des migmatites granitiques à passées orthogneissiques alumineuses d'Auray, ainsi que les orthogneiss migmatitique d'Auray. Selon la notice de la feuille de Baud, ces derniers ont une affinité fortement potassique et suggèrent une attribution à l'association calco-alcaline à sub-alcaline, sans toutefois exclure un rattachement aux granodiorites peralumineuses de « type Guéret ».
- Un granite anatectique homogène à biotite de texture finement grenue occupe le sud du PERM Epona. Il est constitué par ordre d'importance de quartz, feldspath potassique, plagioclases, de biotite, de muscovite nettement subordonnée et de minéraux accessoires d'apatite et de zircon. Il passe dans la partie occidentale du permis d'Epona à un faciès anatectique très hétérogène limité à l'ouest par les formations de micaschistes et d'amphibolites du Groupe Merrien.
- Dans la partie ouest du PERM d'Epona, se trouve le granite de Guidel. Il s'agit d'une granodiorite calco-alcaline, fortement potassique à grain moyen/fin présentant localement des faciès monzonitique. Il présente des caractéristiques qui se rapprochent des adakites issues de la fusion partielle de matériaux crustaux. Selon les datations à Uranium / Plomb, sa mise en place aurait eu lieu entre 369 ± 15 Ma et $332,4 \pm 3,9$ Ma. Elle pourrait être liée à la subduction de l'océan Medio Européen sous la plaque Armorica initié durant le Dévonien (cf. fig.3). Sa minéralogie se compose de quartz, de feldspath potassique, de plagioclases, de biotite, de muscovite, de cordiérite de grenats et de zircon.

Enclavé dans les unités précédentes, on trouve localement les faciès suivants :

- Des intrusions de pegmatites ;
- Des filons de quartz majoritairement orientés NNE-SSW, ils ont des puissances variables, allant de décimétrique à plusieurs dizaines de mètres et s'étendent parfois sur plusieurs centaines de mètres. Certains sont minéralisés à or libre.
- Des dykes intrusifs de granites et leucogranites à biotite et muscovite d'extension inférieure à 1 km et de puissance inférieure à 200 m
- Le centre du PERM Epona est constitué d'une vaste zone d' altérites argileuses de 3,5 km sur 2,3 km située au dessus de la partie oriental du granite de Guidel et du granite

anatectique à son contact. Il s'agit d'argiles gris blanc, à tendance kaolinique ayant une filiation directe avec l'arène granitique sous-jacente.

- Sur l'ensemble du Permis Epona, on trouve des formations superficielles d'âge récent qui occupent les dépressions et les fonds de vallées, à l'exception d'une formation périglaciaire dans le nord-est du permis.

1.3 Etat des connaissances des indices métalliques sur le PERM Epona

A la date de cette demande, Breizh Ressources n'a pas connaissance de travaux d'exploration dans le périmètre de la demande, qui auraient été réalisés dans le passé par un tiers, autre que des prélèvements alluvionnaires semi-quantitatifs reportés par le BRGM. Ceux-ci montrent la présence dans certains alluvions de cassitérites, d'or et ponctuellement de scheelites. Les résultats sont présentés ci-dessous.

Figure 8 : indices de cassitérite alluvionnaire d'après les travaux semi-quantitatifs de l'inventaire minier du BRGM.

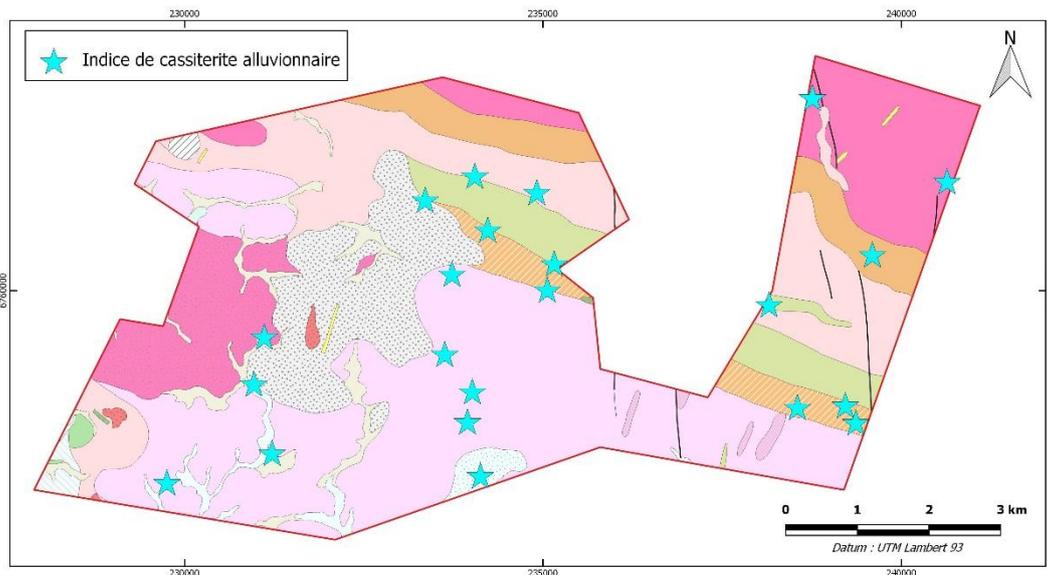


Figure 9 : indices aurifères alluvionnaires d'après les travaux semi-quantitatifs de l'inventaire minier du BRGM.

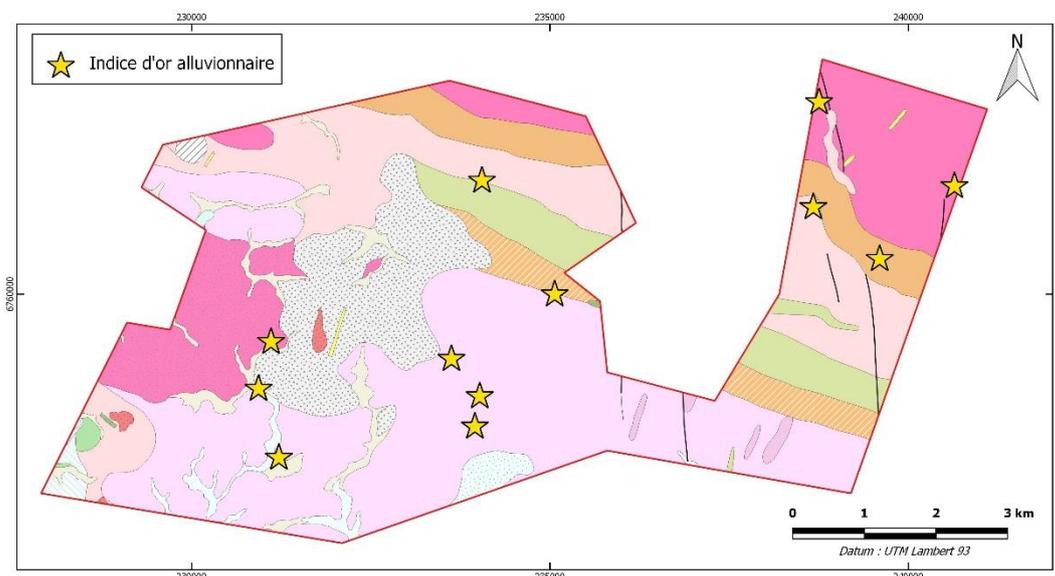
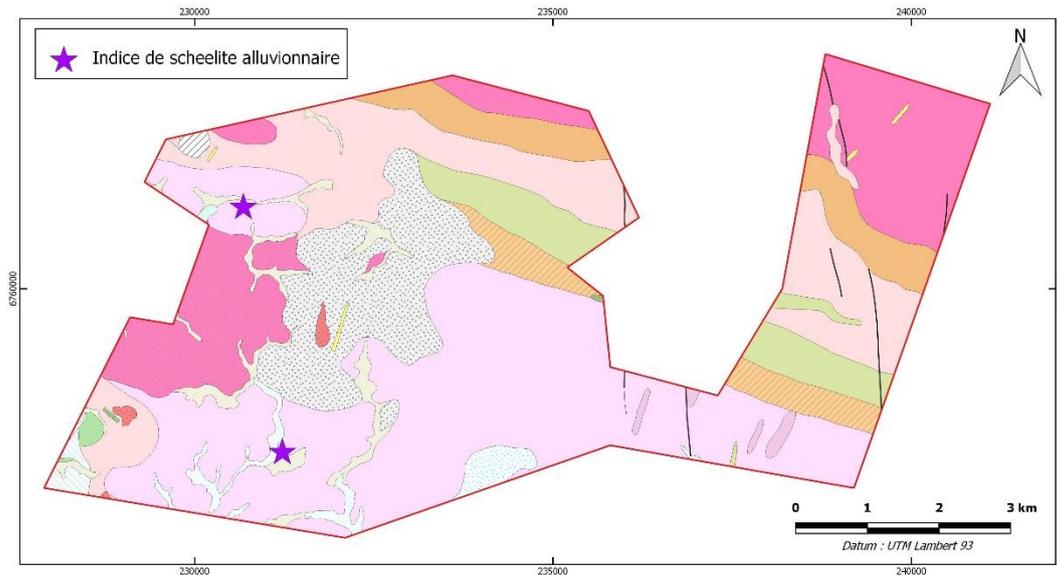


Figure 10 : indices de scheelite alluvionnaire d'après les travaux semi-quantitatifs de l'inventaire minier du BRGM.



2. Justification des limites de la demande

Plusieurs éléments rendent attractifs la zone choisie pour le dépôt de la demande de PERM dit Epona, en particulier la présence d'importantes minéralisations d'or natif. Outre l'observation d'or alluvionnaire par le BRGM, la présence d'or a été reportée dans le secteur à plusieurs occasions. Le plus ancien témoignage vient d'un article paru dans le journal du Morbihan en 1875, qui reporte la découverte de quartz aurifère. Deux échantillons très riches de 1,17 kg et 1,47 kg auraient été trouvés à une distance de 400 m l'un de l'autre. Ce témoignage est confirmé par l'Abbé H. Breuil, célèbre préhistorien du début du 20^e siècle, dans un article paru en 1903 dans de la revue "L'Anthropologie". Longtemps oubliés, la présence d'or dans le secteur de Hennebont à refait surface récemment avec l'acquisition par le Museum d'Histoire Naturelle de Paris d'un échantillon de quartz provenant de la région de Hennebont et contenant 922 g d'or pour un poids total de 3,31 kg. La richesse de la zone est également attestée par de nombreux échantillons de quartz aurifères provenant de ce secteur qui sont actuellement en vente auprès des collectionneurs.

L'existence de fortes concentrations aurifères dans certains filons de quartz indique qu'un important système hydrothermal a été actif dans la zone délimitée dans la demande de PERM Epona. L'existence d'intrusions calco-alcalines dans la région est favorable à la formation d'un tel système.

La présence conjointe de pegmatites, d'intrusifs peralumineux et de l'orthogneiss d'Auray crée un cadre favorable à l'existence également de minéralisations de lithium et de terres rares mais aussi de minéralisations stannifères, comme l'atteste la présence de cassitérite dans les prélèvements alluvionnaires du BRGM.

Pour les raisons évoquées ci-dessus, Breizh Ressources pense que la zone du périmètre de PERM Epona est susceptible d'abriter des minéralisations économiques pour les métaux suivants : l'antimoine, l'argent, le bismuth, le cuivre, l'étain, le germanium, l'indium, le lithium,

le molybdène, du niobium, l'or, le tantale, le tungstène, le platine, les métaux de la mine du platine, le plomb, le zinc, les terres rares et les substances connexes pouvant être associées.

3. Programme des travaux envisagés

3.1 Ressources humaines

Dès l'attribution des permis, Breizh Ressources recrutera des spécialistes diplômés en France dans les domaines de la géologie et de l'environnement, qui seront chargés des études mais aussi des relations avec les communautés, les associations et les élus. Leur nombre ainsi que les employés nécessaires aux travaux de terrain dépendront du calendrier des programmes exécutés et des résultats. L'équipe type se composera, outre le personnel administratif nécessaire, d'un chef de projet géologue de formation, d'un ou plusieurs géologues, d'un ou plusieurs ingénieurs en environnement, d'un responsable logistique, et de plusieurs ouvriers qui seront formés par les géologues. Certains travaux, tels que la géophysique ou les forages seront sous-traités à des sociétés spécialisées et des bureaux d'études basés en France.

Aurania possède déjà de nombreux équipements mobilisables rapidement dans ces différentes filiales ou stockés dans son ancienne base en Suisse, comme des scies à carottes, XRF, magnétomètres, équipements de terrain...

3.2 Programme d'exploration prévisionnel

Dès le PERM accordé et le calendrier du programme de recherches défini, Breizh Ressources effectuera, lorsque cela est requis, les déclarations ou les demandes de travaux aux autorités selon les procédures réglementaires. Les travaux seront réalisés avec l'accord des propriétaires des zones concernées. L'exploration proprement dite se déroulera en deux phases, décrites aux paragraphes suivants.

Tableau 1 : Programme d'exploration envisagé sur le permis Epona sous réserve de l'obtention des autorisations nécessaires et du bon déroulement des travaux.

		Année 1												Année 2												Année 3											
Type de travaux		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Phase 1	Acquisition et compilation des données historiques	■	■	■	■																																
	Prospection au détecteur de métaux					■	■																														
	Géophysique électromagnétique aéroporté							■	■																												
	Géochimie sol à large maille										■	■	■																								
	Cartographie géologique													■	■	■	■	■	■	■																	
	Etude et Interprétations								■	■				■	■							■	■														
Phase 2	Géochimie sol à maille réduite																						■	■													
	Géophysique sol																						■	■													
	Autres travaux complémentaires																						■	■	■	■											
	Forage d'exploration																																		■	■	
	Etude et Interprétations																																		■	■	

La réalisation des travaux et du programme est subordonnée à l'obtention de toutes les autorisations ainsi qu'aux résultats des recherches durant les phases précédentes. Un programme prévisionnel est présenté dans le tableau 1 et sera actualisé tous les ans dès l'obtention du PERM.

3.3 Première phase de travaux

Durant cette phase initiale, Breizh Ressources effectuera des travaux d'exploration régionale sur l'ensemble du PERM en réalisant une géochimie sol et des levés géophysiques aéroportés. Dans le même temps, les indices minéralisés connus seront cartographiés et échantillonnés par une équipe de géologues. D'autres techniques, comme la télédétection pourraient être utilisés à ce stade.

3.3.1 *Compilation des données historiques et création d'une base de données SIG*

De nombreux travaux ont été réalisés dans le sud de la Bretagne par le BRGM avant les années 80. Breizh Ressources a débuté une recherche bibliographique afin de collecter l'information disponible et de l'intégrer, lorsque cela est possible, dans une data base géoréférencée qui sera ensuite utilisée pour la réalisation de cartes synthétiques, en vue d'une interprétation des données. Ce travail est réalisé par l'équipe actuel d'Aurania.

3.3.2 *Géochimie sol*

La géochimie sol consiste à analyser un échantillon de l'horizon B afin de réaliser une carte des anomalies chimiques en métaux et autres éléments-traces, permettant ainsi de localiser les zones d'intérêt potentiel.

Dans ce processus, un échantillon sera prélevé sur le terrain manuellement à l'aide d'une tarière, en pratiquant un trou de 5 cm de diamètre jusqu'à 10 à 50 cm de profondeur dans les terrains naturels. Après le prélèvement, les trous réalisés seront recouverts et le sol superficiel sera restauré. Ce travail sera effectué par des équipes de 2 personnes embauchés localement et formés par les géologues. Chaque échantillon sera ensuite préparé sous la supervision d'un géologue pour être expédié par lots dans un laboratoire accrédité afin d'y être analysé pour l'or par "Fire Assay" et pour les autres éléments par ICP après séchage, tamisage et digestion à l'eau régale.

Dans le plan d'échantillonnage initial, chaque point de prélèvement sera espacé selon une grille théorique de 200 x 200 m. Le plan d'échantillonnage effectif tiendra compte des contraintes locales. Les zones urbanisées ou propriétés dont le propriétaire aurait signifié son refus, ne seront pas échantillonnées.

Tous les résultats d'analyses seront contrôlés selon les normes en vigueur et enregistrés dans une base de données pour être ensuite interprétés par les géologues en charge du projet.

La compilation des résultats sur les cartes topographiques permettra le resserrement sur les zones anormales d'intérêt à une maille inférieure, ceci afin de délimiter plus précisément la zone des travaux complémentaires avant la phase de reconnaissance par forages.

3.3.3 *Géophysique électromagnétiques aéroportée*

Cette méthode utilise les champs électromagnétiques naturels du sous-sol afin de mesurer les variations latérales de la résistivité. Elle permet de discriminer par contraste les minéralisations métallifères ou les failles gorgées d'eau, plus conductives, des roches encaissantes plus résistantes, comme les zones siliceuses (par exemples les filons de quartz). Deux technologies sont susceptibles d'être employées, avec une préférence pour la seconde.

La première a fait les preuves de son efficacité depuis le début des années 2000 avec notamment le système dénommée VTEM (versatile time-domain electromagnetic). Elle mesure le champ secondaire libéré par la roche lors de l'injection d'un champ primaire. Le champ libéré sera plus important dans le cas d'une zone plus conductive. Pour réaliser les mesures, un hélicoptère est équipé d'un émetteur et d'un récepteur surmonté d'un magnétomètre.

La deuxième est une méthode passive qui utilise la mesure des champs électromagnétiques naturels dans la gamme audiofréquence (1–1000 Hz) générés par les orages. Aurania a utilisé avec succès cette technologie sur ses projets en Équateur avec le système MMT (Mobile Magneto-Tellurics). Cette technologie innovatrice utilise un hélicoptère équipé d'un récepteur sans émetteur situé sous l'appareil et d'une station de base au sol.

Ces travaux seront réalisés par une société sous-traitante de géophysique.

3.3.4 *Levé géologique*

Afin d'obtenir une cartographie de détail des zones d'intérêts, le contrôle sur le terrain des anomalies géochimique et géophysiques sera effectué par un ou plusieurs géologues. Elle comprendra l'identification des lithologies, les mesures de pendages, les mesures des éléments structuraux et l'échantillonnage des roches et minéralisations, suivie d'analyses par ICP/multi-éléments. La spectrométrie infra-rouge permettra de déterminer la présence d'altération hydrothermale et d'en vectoriser la direction.

Tous les résultats seront contrôlés selon les normes en vigueur et enregistrés dans une base de données pour être ensuite interprétés par les géologues en charge du projet.

3.4 *Seconde phase de travaux*

Dans une seconde phase, Breizh Ressources réalisera, si nécessaire, des travaux complémentaires dans les zones identifiées comme d'intérêt lors de la première phase. Il pourra s'agir entre autres, de travaux de cartographies géologiques, de nouvelles grilles de géochimie sol à une maille plus fine ou de géophysique au sol. Par la suite, une fois les données interprétées, les premiers forages de reconnaissances seront mis en place.

3.4.1 *Travaux complémentaires*

Dans les zones où les travaux précédents auront produit des résultats positifs, des investigations additionnelles pourront être effectués afin de préparer l'implantation des forages.

Il pourra s'agir de :

- Géochimie sol avec une maille de 25x25m à 100x100m (voir paragraphe 5.4.2) ;
- Tarière manuelle : cette technique est similaire au prélèvement de sol mais l'échantillonnage est pratiqué à plus grande profondeur dans le but d'atteindre la zone d'altération du bed-rock. Pour ce travail, les employés de Breizh Ressources travailleront par équipe de 3 à 4 personnes. Cette technique peut permettre de préciser l'origine des anomalies sol observées.
- Levés géologiques détaillés (voir paragraphe 5.4.4) ;

- Géophysique sol : plusieurs techniques sont disponibles. Il sera possible d'utiliser, par exemple, la polarisation provoquée, qui mesure la chargeabilité d'une roche en injectant de manière intermittente un courant dans le sous-sol à l'aide d'électrodes émettrices et en mesurant le courant résiduel à l'aide d'électrodes réceptrices durant les pauses d'injections. Cette méthode permet d'obtenir des sections ou images 3D de la chargeabilité et de la résistivité du sous-sol. Les roches contenant des sulfures auront une chargeabilité supérieure, permettant de les distinguer des encaissants stériles. Les zones siliceuses auront une résistivité plus importante. Le choix de la technique se fera en fonction des résultats obtenus dans la phase précédente en concertations avec les géophysiciens. Ces travaux seront réalisés par une société sous-traitante de géophysique.
- Tranchées d'exploration : ces travaux ont pour but de réaliser des observations et des prélèvements dans les zones sans affleurements avant la réalisation de forages. Ils nécessitent l'utilisation d'une pelle mécanique et ne seront utilisés qu'en cas de nécessité afin de minimiser l'impact de l'exploration. Les tranchées seront rebouchées et renaturées à la fin des prélèvements avec la terre végétale stockée séparément lors de l'ouverture. Pour ces travaux, Breizh Ressources fera appel à des sociétés de terrassement locale. L'étude de la tranchée sera effectuée par un géologue de la société assisté d'un manœuvre.

3.4.2 Sondages de reconnaissances

Il s'agit d'une étape fondamentale dans l'exploration de ressources. Elle permet de confirmer ou d'infirmer la présence de minéralisations pouvant avoir présenter un caractère économique. Des sondages d'exploration seront implantés sur les cibles définies par les travaux précédents, dans le but de confirmer la présence de minéralisations et/ou de vérifier la continuité en profondeur. L'ensemble des échantillons prélevés seront étudiés par l'équipe de géologues afin de réaliser un log du forage (description géologique). D'autres investigations, comme des mesures de susceptibilité magnétique ou l'identification des minéraux d'altération par spectrométrie infrarouge, seront réalisées. Dans certains cas, des mesures de géophysiques, appelées diagraphies, pourront être réalisées directement, à l'aide d'un instrument de mesure descendu dans le trou perforé.

Une partie de la roche prélevée par forage sera sélectionnée pour être échantillonnée par une équipe de deux personnes embauchées localement et formées par le géologue. Les échantillons seront ensuite analysés dans un laboratoire accrédité par Fire Assay et ICP multi-éléments, après **dissolution par 4 acides**.

Tous les résultats ainsi que les descriptions et les mesures effectuées par les géologues seront entrés dans une base de données pour être ensuite étudiés.

Avant les opérations de forages, un nivelage du terrain sur une surface réduite d'environ 6x6m sera parfois nécessaire pour l'installation de la foreuse. Ces travaux ne seront réalisés qu'exceptionnellement lorsqu'aucune autre solution ne sera disponible. **En 2013, les forages d'Aurania sur ses Permis de Fouilles dans les Alpes Suisses n'ont pas nécessité le nivelage de plateformes**. Dans tous les cas, le terrain sera réhabilité à la fin du forage.

Deux types de technologies de forages sont susceptible d'être utilisées :

- Forage à circulation inversée

Ce type de forage utilise un compresseur qui injecte de l'air sous pression afin d'actionner un **marteau en fond de trou qui désagrège la roche**. Les débris sont remontés à la surface grâce à la pression d'air. La profondeur maximale de forage prévu est de **50m à 100m**. Ce type de forage a l'avantage d'être rapide et moins coûteux, mais ne donne qu'une information partielle. Les forages à circulation inversées devraient être privilégiés dans la recherche de cibles.

- Forage carotté

Il s'agit de forage rotatif où la roche est découpée en fond de trou par une couronne diamantée donnant un échantillon en forme de cylindre (ou carotte) qui est remonté à la surface par passes successives à l'aide d'un tube carottier relié à un câble. Le refroidissement de l'outil de forage est réalisé par l'injection d'eau parfois accompagnée d'additifs biodégradables. De nombreux modèles de foreuses sont disponible. Breizh Ressources privilégiera des modèles de petite taille facile à transporter et à installer, et ayant un impact minimum. Ce type de forage sera prévu pour atteindre des **profondeurs de 100m à 300m durant la phase de reconnaissance**. **La profondeur pourra être plus importante par la suite, durant les phases de définitions**. **Le forage carotté a l'avantage de préserver la roche et de permettre des observations géologiques précieuses**.

3.5 Suite possible en cas de découverte de mineralisations à potentiel économique

En cas de découverte de mineralisations potentiellement économiques, Breizh Ressources demandera le **renouvellement du permis afin de réaliser des forages de définitions dans la (les) zone (s) identifiée (s) dans le but de rechercher les extensions de la minéralisation et de calculer une ressource minière, préalable à une étude de faisabilité**. Cette nouvelle phase engendrera de nouveaux investissements bien supérieurs à l'engagement présenté dans la section suivante. A ce stade, Breizh Ressources recherchera des partenaires notamment parmi les compagnies dites "major".

4. Budget envisagé et engagement financier

Breizh Ressources prévoit un engagement financier minimum de 427 000 euros sur trois années pour les phases 1 et 2 de l'exploration sur le Permis Epona tel que présenté dans le tableau 2.

Ce budget prévisionnel est subordonné à l'obtention de toutes les autorisations ainsi qu'aux résultats des recherches durant les différentes phases.

En cas de résultat positif, il est prévisible que ce budget soit plus important et donnera suite à un investissement additionnel significativement supérieur, notamment en forages pour lequel le budget pourrait dépasser le million d'euros.

Tableau 2 : Budget d'exploration prévisionnel sur le permis Epona sous réserve de l'obtention des autorisations nécessaires et du bon déroulement des travaux.

Epona				
	Année 1 (€)	Année 2 (€)	Année 3 (€)	Total (€)
Frais généraux d'exploration et de support				
Bureau	3 000	3 000	3 000	9 000
Frais d'administration	30 000	30 000	30 000	90 000
Frais généraux	3 000	3 000	3 000	9 000
Travaux d'exploration				
Prospection au détecteur de métaux	8 000			8 000
Géologie	30 000	30 000	30 000	90 000
Géochimie sol	7 000	2 000		9 000
Analyses de laboratoire	3 000	49 000	6 000	58 000
Géophysique électromagnétique aéroporté	34 000			34 000
Géophysique sol			20 000	20 000
Autres travaux complémentaires et études			10 000	10 000
Forage			90 000	90 000
Total Epona	118 000	117 000	192 000	427 000

D'autres dépenses seront réalisées mais ne sont pas comptabilisées dans le budget ci-dessus, qui ne concerne que les dépenses d'explorations. En particulier, des dépenses liées à la protection et aux études de l'environnement, ou des dépenses liées aux actions de supports et de participation à la vie locale. Il est également prévu, que suite à l'identification d'une zone d'intérêt, un bâtiment abritant un bureau et un atelier pour la préparation des échantillons soit loué à proximité de celle-ci.

5. Glossaire de certain termes techniques employés

Altérites argileuses : argiles provenant de l'altération des roches par les eaux météoritique ou hydrothermales.

Anatectique : relatif à l'anatexie, fusion de roches produisant un magma granitique.

Cisaillement : zone de failles à déformation intense avec un taux de déformation élevé.

Fluides hydrothermaux : solutions naturelles composées de corps (gazeux ou liquide) dans lesquelles les molécules H₂O prédominantes sont accompagnés de différents métaux et dont la température est supérieure à 100°C.

Gisements épithermaux : qui se forment près de la surface à des conditions de basse température.

Hydrothermal : se rapporte à la circulation souterraine d'une eau chaude, chargée en métaux dissous.

Magmatisme calco-alkalin : est une série magmatique, c'est-à-dire une suite de roches issues de la différenciation progressive d'un même type de magma, par cristallisation fractionnée. Pour une même concentration en SiO₂, les roches de la série calco-alkaline sont plus riches en alcalins (Na₂O + K₂O) que celles de la série tholéitique mais moins que celles de la série alcaline, et elles se distinguent aussi de ces dernières par une plus grande concentration en CaO.

Monzonitique. : roches composées de monzonite, possédant en proportions approximativement égales des feldspaths alcalins et des plagioclases.

Orthogneiss : gneiss (roche métamorphique) dérivé d'une roche magmatique.

Pegmatites : roche magmatique à grands cristaux (de taille supérieure à 1 cm, et pouvant atteindre plusieurs mètres) de composition granitique se présentant sous forme de filons ou d'amas. Elle sont souvent riche en éléments tels que le lithium ou les terres rares, qui peuvent donner des gisements exploitable.

Peralumineux : les granites de type S, riches en minéraux alumineux, sont formés par des magmas eux-mêmes riches en aluminium. On parle de liquides peralumineux, c'est-à-dire tels qu'ils contiennent suffisamment d'aluminium pour en avoir « en excès » après avoir formé les feldspaths.

Plaque lithosphérique : synonyme de plaque tectonique

Porphyre : roche magmatique qui présente une texture caractérisée par de grands cristaux de feldspath noyés dans une pâte. En condition de subduction ils forment souvent des gisements de cuivre et autres métaux associés à des gisements en métaux de base et des gisements de métaux précieux périphérique.

Subduction : processus d'enfoncement d'une plaque tectonique sous une autre plaque de densité plus faible, en général une plaque océanique sous une plaque continentale ou sous une plaque océanique plus récente.