

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
74, rue de la Fédération - 75-PARIS-15^e - Tél. 783 94-00

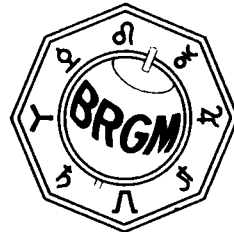
DÉPARTEMENT FRANCE-EUROPE
RECHERCHES MINIÈRES MÉTROPOLITAINES

CONFIDENTIEL

RÉSULTATS DES TRAVAUX DE RECONNAISSANCE
ET PREMIER PRONOSTIC SUR LES GRÈS
A ZIRCON-RUTILE-MONAZITE
DE BAILLEUL (Orne)

par

R. LEMARCHAND



RMM Division Vendée-Bretagne
1, rue du Vau St-Germain
35 - RENNES
Tél. 30-34-73

70 RME 011 RMM

Avril 1970

S O M M A I R E



	<u>Pages</u>
RESUME	I
I - GENERALITES	1
II - LE CADRE GEOLOGIQUE	2
1) Stratigraphie	2
2) Tectonique	2
III - LES TRAVAUX	3
1) Prospection de surface	3
2) Travaux miniers de reconnaissance	4
IV - LES OBSERVATIONS GEOLOGIQUES (GALERIES ET SURFACE)	5
V - LA MINERALISATION	6
VI - ESTIMATION DE LA TENEUR MOYENNE	8
VII - PRONOSTIC DE TONNAGE	11
VIII - CONCLUSIONS	13
BIBLIOGRAPHIE	14
ANNEXES	14

R E S U M E

Le grès ordovicien à zircon-rutile-monazite de Bailleul, découvert en 1966 au cours de la prospection scintillométrique régionale couvrant l'ensemble de l'Ordovicien armoricain, a été sélectionné pour une recherche détaillée en raison de sa bonne régularité apparente, son extension (10 km) et sa richesse.

Il s'agit d'une couche de grès-quartzite minéralisé à l'intérieur de quartzites ordoviciens, dirigés N 130 gr et pentés de 60 à 70 gr vers le Sud-Ouest. Le gîte est sur le flanc nord d'un synclinal (Montabard). De nombreuses cassures faiblement inclinées au Nord affectent les strates

Reconnue en surface sur 10 km, mais particulièrement homogène sur 4 km entre les Gorges du Meillon et la Londe, la couche minéralisée a été suivie en galerie sur 140 mètres afin de préciser ses caractères. Ce test a démontré la continuité de la minéralisation et sa régularité géométrique. Le minerai intéressant donne en galerie une radioactivité supérieure ou égale à 200 micro R/h. La coupure est nette, facile à repérer. Dans ces conditions, l'objectif présente les caractères suivants :

- puissance horizontale : 3,50 m; réelle : 3 m;
- teneur moyenne : 7,9 % rutile, 3,8 % zircon, 0,7 % monazite;
- tonnage probable et possible sur 4 km : 33 000 tonnes par mètre d'extension suivant le pendage; pour 100 mètres d'aval pendage : 3 300 000 tonnes.

Des analyses complémentaires sont nécessaires pour confirmer la teneur du gîte en monazite (divergences dans les deux méthodes d'analyse déjà utilisées) ainsi que les teneurs en Y et Eu pouvant apporter une plus-value intéressante.

L'avenir de ce problème, choisi comme sujet-test et "modèle" de l'ensemble des grès armoricains à zircon-rutile, reste surtout suspendu aux résultats des études de valorisation en cours, qui conditionneront le premier pronostic de rentabilité.

I - GENERALITES

Les études de géologie et de prospection minière entreprises depuis quelques années dans le Massif Armoricain ont montré que des formations détritiques gréseuses recèlent, à une vaste échelle régionale, des minéraux comme le zircon, le rutile ou la monazite, qui pourraient y exister en concentration de valeur économique.

Ces grès à rutile-zircon et monazite présentent des caractères constants dans tout le Massif Armoricain. Leur localisation correspond à des niveaux stratigraphiques précis. Il s'agit d'un dépôt sédimentaire de l'Ordovicien situé le plus souvent à la base du Grès Armoricain supérieur et localisé à proximité de faciès grès-schistes, dénotant une oscillation des conditions de sédimentation. Ces grès à zircon-rutile-monazite sont prospectés par scintillométrie, la radioactivité étant due à la monazite et surtout au thorium contenu dans le réseau du zircon. Ces minéraux sont détritiques, déposés en lits. La granulométrie générale est très petite (60 à 90 microns). La composition est simple : quartz, rutile, zircon, monazite, ciment micacé ou ferrugineux.

A l'intérieur des zones de grès à zircon-rutile-monazite sélectionnées en prospection générale, il a fallu aborder le problème de la continuité des bandes riches à l'intérieur des formations radioactives "sensu lato", puis délimiter, au moyen de recherches plus détaillées, quelques panneaux de fort tonnage probable. Seul, un traçage en galerie pouvait apporter des renseignements déterminants.

Cette recherche a été implantée sur l'anomalie de Bailleu à 10 km au Nord d'Argentan et à 17 km au Sud-Est de Falaise, pour les raisons suivantes :

- anomalie radioactive très régulière et très droite ayant une extension de 10 km (de Brieux à Aubry-en-Exmes). Une tranchée recoupant l'anomalie a permis de déceler une formation de grès radioactifs de 30 mètres de large dans laquelle on peut isoler un banc de 5 mètres plus riche;
- analyses chimiques en surface (éboulis ou affleurements) très constantes et élevées (13 % rutile + 6 % zircon);
- facilités d'accès et d'implantation d'un travers-bancs dans les Gorges du Meillen, sous des terrains incultes (landes), à partir d'une ancienne carrière de quartzite

II - LE CADRE GEOLOGIQUE

1 - STRATIGRAPHIE

Les terrains les plus anciens connus datent du Cambrien Inférieur et affleurent en aval des Gorges du Meillon. Ils sont représentés par des arkoses et des poudingues violacés. Au-dessus se trouvent des schistes verdâtres, jaunâtres ou rosés, généralement tendres et renfermant des lentilles de calcaires magnésiens exploités pour la fabrication de la chaux.

Le Grès Armoricain, base de l'Ordovicien est transgressif sur ces niveaux. Il est formé de gros bancs de quartzites blancs ordinairement traversés par des Tigilittes. C'est à l'intérieur de cette formation que se trouvent les bancs riches en zircons et rutilés détritiques. Au-dessus, après un horizon de grès et schistes ferrugineux, viennent les schistes d'Angers, bleus, subardoisiers, à Calymène tristani. L'Ordovicien paraît se terminer avec les Grès de May, à grain fin, en bancs d'épaisseur moyenne, de couleur souvent rosée, avec des intercalations de schistes et de psammites. Les Schistes Supérieurs n'ont pas en effet été signalés. Le Gothlandien termine les affleurements d'âge primaire avec des schistes ampéliteux représentés surtout par des argiles d'un noir caractéristique, parfois bigarrées de rouge.

Le Bathonien est transgressif sur cet ensemble avec un faciès calcaire assez dur, avec galets des roches sous-jacentes, très peu fossilifères. Cette transgression est particulièrement visible dans la carrière Damois, à Villedieu-les-Bailleul. Un peu au Sud de la Londe, à l'Est de la D 247, existent deux petites excavations. On y observe des calcaires microbréchiques zoogènes, formés de débris de coquilles très usés que cimente une gangue de calcite largement cristallisée. En lame mince, les cristaux de calcite paraissent englober chacun un débris d'organisme. Ces calcaires sont peu fossilifères : il n'y a été trouvé qu'une Rhynchonelle de teinte rouge.

2 - TECTONIQUE

La tectonique hercynienne a affecté les formations paléozoïques de Brieux à Aubry-en-Exmes; nous sommes sur le flanc nord d'un synclinal qui s'ennoie vers l'Est (Carte Annexe 1).

Le massif de Montabard est caractérisé par la présence, à sa bordure nord, d'assises cambriennes qui affleurent dans les vallées de direction S.SW-N.NE qui rejoignent le cours de la Dives. Il se distingue en cela du massif de Falaise dont la bordure nord, masquée par un contact anormal entre le Briovérien et des assises ordoviciennes, implique d'importantes poussées tangentielles exercées du Nord vers le Sud. L'existence d'un ensemble de fractures à faibles pendages nord qu'on retrouve avec constance à la bordure nord du massif, accompagné en certains points de phénomènes d'écrasement, correspond à un laminage des assises cambriennes. De même, dans les grès armoricains, les plans de stratifications à pendage sud sont recoupés par un système de joints très serrés, de direction comparable à celle des couches, mais de pendage nord. La fréquence de ces fractures est telle que la stratification apparaît parfois moins nettement qu'elles et que la roche est débitée en pseudo-bancs de 1 à 10 cm d'épais

Ces observations, effectuées par M. ROBARDET (1969), constituent un ensemble de preuves en faveur d'une tectonique de type tangentiel correspondant à des poussées exercées du Nord vers le Sud. Elles ont provoqué le chevauchement du Briovérien sur des assises ordoviciennes à la bordure nord du massif de Falaise. Ce fait majeur est accompagné d'une manifestation plus discrète, mais cependant révélatrice des efforts subis : l'existence d'une "schistosité" à pendage nord. Dans le massif de Montabard, c'est essentiellement ce second phénomène qu'on rencontre, ce qui fait penser que les poussées ont été moins violentes.

III - LES TRAVAUX

1 - Prospection de surface

Cet indice a été découvert par B. MULOT en Novembre 1966, au cours d'une prospection régionale au scintillomètre. Alors que le mouvement propre radioactif régional est de 15 micro Roentgen/heure, les anomalies observées sur la commune de Bailleul sont comprises entre 400 et 600 micro R/h. La puissance superficielle de la zone active varie de 50 à 70 mètres. Sur le versant est des Gorges du Meillon, à 50 mètres au Nord de la grande carrière, un grattage profond a montré la tête des bancs minéralisés où la radioactivité dépasse 500 micro R/h. Sur le versant ouest une petite excavation située au sommet de l'escarpement montre sur quelques mètres des bancs très riches (maximum 420 micro R/h).

En Juin 1967 a été effectué un levé radiométrique sur plan cadastral, afin d'avoir une bonne idée des irrégularités géométriques possibles de l'anomalie (carte annexe n° 2). En Août 1967, une tranchée recoupant l'anomalie à 400 m à l'Est des Gorges du Meillon a permis de déceler une formation de grès radioactif de 30 m de large, dans laquelle on peut isoler un banc de 5 m plus riche. La tranchée a 44 m de long sur une direction de 30 grades magnétiques (perpendiculaire à la direction des bancs) et une profondeur moyenne de 0,50 m, atteignant partout la roche en place. Si l'on prend les bancs ayant une radioactivité supérieure à 200 micro R/h, leur puissance totale horizontale est de 3,80 m (rapport interne BRGM de M. DUHAMEL du 25.9.67).

En Octobre 1967, un test sur 100 kg de grès minéralisés (échantillon VB 1370) prélevés dans les bancs situés au Nord de l'entrée du travers-bancs, a fourni près de 3 % de monazite (à yttrium et europium). Il y avait au total plus de 20 % de minéraux lourds (rutile + zircon + monazite).

2 - TRAVAUX MINIERS DE RECONNAISSANCE

Une équipe EVTM du BRGM a travaillé sur ce chantier du 14 Décembre 1967 au 7 Mars 1968.

Un travers-bancs de direction 48 gr magnétiques, a été creusé sur 51,20 m à partir d'une petite carrière située à 30 m au Nord de la carrière principale dite du Vau d'Obin.

La formation minéralisée, recoupée entre 26,50 m et 29 m, a été suivie par une galerie de direction moyenne 125 gr magnétiques et de 140,50 m de longueur. Pour le contrôle de la puissance de la minéralisation, il a été creusé une recoupe de part et d'autre de la galerie tous les 10 mètres. La longueur totale des recoupes est de 105,10 m, ce qui fait que le total général atteint 296,80 m de galeries.

Les terrains sont de bonne tenue et, seule, l'entrée a dû être boisée. L'échantillonnage a été réalisé volée par volée, au moyen des boues de foration. Des échantillons de roche ont été prélevés pour étude de traitement, soit au département VDM du BRGM à Orléans, soit à la station d'essai de l'E.N.S.G. de Nancy :

- échantillon d'une tonne (entre 86 et 87,50 m dans la galerie (VB 1645));
- échantillon d'une tonne, entre 15 et 19 mètres, au toit, dans la galerie (VB 3058);

- échantillon de 8 tonnes de minerai tout-venant pris sur le carreau (Nancy).

IV - LES OBSERVATIONS GEOLOGIQUES (GALERIES ET SURFACE)

Le secteur étudié a un faciès monotone. Une coupe des terrains traversés, établies par DE VAUCORBEIL (Annexe n° 6) le montre bien. En effet, le travers-bancs débute par un banc de grès fin gris clair micacé, dans lequel on peut observer un plan de glissement avec argile blanche très micacée. Ensuite :

- de 2 à 18 mètres : grès quartzite fin gris beige, localement rubané;
- de 18 à 25 mètres : grès quartzite fin beige à zonage brunâtre (parfois à inclusions de quartz à grain moyen);
- de 25 à 29 mètres : grès quartzite grisâtre à gris beige et brun rosâtre à lits millimétriques brun rouge;
- de 29 à 31 mètres : grès quartzite gris à gris sombre et brun rosâtre;
- de 31 à 51 mètres : grès quartzite gris beige clair à grain fin.

On peut signaler des zones de laminage avec grès plus ou moins micacés en plaquettes et argile à 20 m et 35 m.

Les bancs ont une direction moyenne de 130 gr magnétiques avec un pendage 60 à 70 gr Sud-Ouest. Le principal système de diaclases a une direction de 45 à 55 gr avec un pendage de 70 gr Nord-Ouest.

Entre 100 et 110 m, dans la galerie, la présence d'une lentille de quartz, de direction approximative 170 gr avec un pendage 60 gr Est, a à peine troublé la régularité des couches. Ce quartz est blanc pur et très riche en petites géodes à cristaux de quartz. Il n'est pas minéral. Par contre, dans le quartzite encaissant, à traces de bréchification et de resiliification, ont été trouvées des mouches de galène, pyrite, chalcoprite et covelline (Recoupe 110 Sud).

S'il n'a pas été observé d'accident susceptible de modifier le gisement, dans le détail, par contre, on peut voir une multitude de petits plans d'écrasement, de joints argileux, soulignant parfois une stratification entrecroisée.

Dans la galerie, il a été trouvé, au toit, en dehors de quelques très petits amas de marcasite.

- à 43 m, des Orthoceres (? ?) complètement limonitisés ;

- à 62,50 m, un moule en creux de pygidium de Trilobite (Dalmonites Socialis ? Actuellement au Laboratoire de Géologie de Caen, pour détermination).

Dans la grande carrière, à environ 60 m au-dessus du niveau minéralisé, paraît se trouver un niveau assez mince fournissant des Lingules (parfois recouverts d'un enduit ampéliteux) et présentant un certain nombre de figures assimilables à des Bilobites, soit des piste de reptation bilobées assimilables au genre Cruziana, soit les empreintes de repos (nommées Pas de boeufs au Vau d'Obin) assimilables au genre Rhizophycus. Dans les deux cas, dans la carrière, il s'agit de moulages (toujours à la face inférieure des bancs), de sillons produits par des Trilobites (hypothèse très généralement admise). Mais étant donné la taille des Bilobites trouvés, il faut supposer que les Trilobites mesuraient de 8 à 10 cm de largeur. Or, dans l'Ordovicien Inférieur normand, les Trilobites de cette taille sont inconnus. Celui trouvé dans la galerie ne dépasse pas 2 centimètres.

V - LA MINERALISATION

Les roches traversées sont toujours des grès-quartzites, de couleur claire, mais elles paraissent plus sombres dans les parties minéralisées. Elles peuvent être :

- soit gris sombre avec un faciès plus typiquement gréseux,
- soit grises à petits lits rouges ou, plus souvent, à passées ou "flamme" rouges dues à des circulations d'eau qui oxydent des microcristaux de marcasite épigénisant d'anciens débris fossilifères. La radioactivité ne paraît pas en relation avec cette couleur rouge (qui n'est donc pas due au zircon ou à la monazite contenus),

D'une façon générale, le quartzite gris clair, massif, a de fortes chances d'être stérile. La teinte gris plus soutenu, avec des nuances beiges ou des flammes rouges, un débit en plaquettes millimétriques ou centimétriques, serait plus favorable. Mais ces critères étant très peu précis et assez subjectifs, la couche minéralisée ne peut être trouvée et suivie que par radiométrie.

La radioactivité peut atteindre 450 micro R/h dans la zone minéralisée, alors que de part et d'autre, dans le travers-bancs, elle est de 30 à 40 micro R/h. Dans le détail, il apparaît 2 bancs plus nettement minéralisés, situés l'un au mur, l'autre au toit de la galerie, du moins

jusqu'à 100 m. A partir de cet endroit (à cause de l'accident matérialisé par la lentille de quartz ?), l'ensemble est très légèrement décalé vers le Nord, ce qui fait que le banc du toit vient dans l'axe de la galerie. Dans la pratique, on a matérialisé les limites de la zone minéralisée intéressante par la coupure à 200 micro R/h sur les profils transversaux radiométriques.

(*)
Sept échantillons ont été examinés au microscope. Prélevés à 0, 1, 10, 15, 22, 30 et 65 mètres dans la galerie, ils diffèrent peu les uns des autres. Il s'identifient à un grès quartzite presque exclusivement constitué par des grains de quartz hétéromorphes et jointifs, de dimension de l'ordre de 100 microns. On repère quelques feuilletts de micas. Les minéraux lourds, dispersés, apparaissent en relief avec des formes arrondies. Ils s'identifient au zircon, au rutile et à la tourmaline. Leur dimension moyenne est de l'ordre de 50 microns. Des grains plus fins et des amas d'oligiste sont également présents. La monazite échappe à l'observation en lame mince.

Tous ces échantillons ont été soumis à des broyages ménagés avec classement granulométrique, puis à des séparations par liqueur dense et des séparations magnétiques. De la monazite en quantité relativement importante (de l'ordre de 25 % d'après le dosage CeO_2) peut être observée au microscope dans la portion de la fraction 40-100 microns, plongeant au bromoforme et attirable à l'aimant. Signalons 1,4 % Y_2O_3 dans cette même fraction. Cette fraction, analysée par spectrographie d'émission présente la composition ci-après :

Principaux éléments : Si, Ti;

Eléments abondants : Al, B, P, Zr, Ce, Y, La;

Fortes traces : Fe, Th, Cr, V, Na;

Traces et faibles traces : Eu, Be, Ca, Mn, Pb, Mg, Sn, Cu

L'unique analyse chimique effectuée par Péchiney-Saint-Gobain sur un échantillon de monazite préparé par le B.R.G.M. à partir de l'échantillon VB 1370 prélevé au Nord de l'entrée du travers-bancs, a fourni les chiffres suivants :

P_2O_5	=	24 %	$\text{OT} + \text{ThO}_2$	=	59,8 %
ThO_2	=	4,2 %	CeO_2	=	25,4 %
Y_2O_3	=	2,15 %	Eu_2O_3	=	0,125 %
Cr	=	27 %			

(*) - Echantillonnage de J. CHARRIER. Résultats du Laboratoire de Péchiney St Gobain

Aucune étude du zircon n'a été faite jusqu'à présent. La connaissance de sa teneur en hafnium sera indispensable, non seulement pour fixer la valeur du minerai, mais aussi pour renseigner sur la nature de la roche mère (étude du rapport Zr/Hf).

La monazite a une densité généralement comprise entre 5 et 5,2. Le zircon a une densité moyenne de 4,7 (entre 4,2 et 4,9). Quant à la densité du rutile, elle est de 4,23. Comme ces minéraux se sont déposés ensemble, il faut en déduire, soit que la granulométrie du rutile est dans l'ensemble plus élevée que celle du zircon et de la monazite, soit que, à granulométrie égale, sa densité est plus élevée. Dans ce cas, il pourrait être tantalifère (struvérite) ou columbifère (ilménorutile). Il convient de rappeler que l'analyse par spectrographie d'émission mentionnée plus haut ne signale pas de hafnium, tantale ou niobium.

L'étude des variations des teneurs en rutile et zircon montre que, dans le sens longitudinal, les teneurs fluctuent de la même façon, les maxima et les minima étant en correspondance pour chacune des deux substances. Le rapport Rutile/Zircon reste partout voisin de 2.

Dans le sens transversal, le rapport rutile/zircon diminue de valeur à l'aplomb de la couche la plus intéressante. Dans l'ensemble, il paraît légèrement inférieur à 2 dans le minerai et supérieur à 2 dans les zones de bordure. D'une façon générale, le taux de concentration du zircon serait donc plus élevé que celui du rutile dans la partie utile du gisement.

VI - ESTIMATION DE LA TENEUR MOYENNE

Les calculs ont été faits en utilisant les résultats des échantillonnages obtenus sur chacun des profils en travers qui, rappelons-le, sont placés à une équidistance de 10 mètres. Il y a deux façons d'utiliser les résultats d'analyse et de délimiter le volume utile :

a) Priorité donnée à la coupure scintillométrique : les zones supérieures à 200 micro R/h sont seules comptabilisées. Lorsque le profil radiométrique descend en dessous de cette valeur à l'intérieur d'une volée échantillonnée, les teneurs prises en considération sont celles de cette volée, alors que le volume utile est limité à la zone à plus de 200 micro R/h. Cette manière de découper le gisement a l'avantage d'être facilement utilisable par le mineur lors de l'exploitation. Elle conduit, pour

notre estimation, à la détermination d'un tonnage rigoureux, mais donne des valeurs légèrement sous-estimées au niveau de certaines recoupes.

b) Conservation de la totalité des volées à bonne teneur
ce deuxième calcul conduit à incorporer au volume utile les volées de bordure lorsque celles-ci, malgré de bonnes teneurs moyennes, n'ont pas été complètement englobées par la première méthode.

Les teneurs moyennes obtenues sont sensiblement les mêmes dans les deux cas, mais la puissance horizontale utile passe de 3,49 m dans le premier cas à 3,86 m dans le second.

Pour la monazite, le calcul des teneurs a été fait sur des tronçons égaux : de 0 à 70 m et de 70 à 140 m, ceci à cause de deux méthodes différentes d'analyse (fluorescence X par les laboratoires Pechiney dans le premier tronçon et activation neutronique par les laboratoires du C.E.A. de Grenoble dans le deuxième) qui ont fourni des résultats nettement différents beaucoup plus élevés dans le second cas.

Résultats de l'échantillonnage en adoptant la coupure à 200 micro R/h

<u>Profil</u>	<u>Puissance</u>	<u>% Zircon</u>	<u>% Rutile</u>	<u>% Monazite</u>
0	4,00	4,69	8,32	0,26
1	4,30	4,71	9,16	0,39
2	4,20	3,59	7,70	0,42
3	3,70	3,91	9,16	0,47
4	3,90	3,71	8,44	0,46
5	2,60	2,60	6,23	0,17
6	4,00	3,79	8,23	0,19
7	3,80	2,95	7,61	0,17
8	3,40	4,53	8,30	2,01
9	3,30	5,27	9,75	1,08
10	2,60	4,06	7,63	0,72
11	2,40	5,70	7,48	1,06
12	3,00	3,23	5,84	0,81
13	3,30	2,90	6,34	1,14
14	3,80	4,07	6,84	0,81

Ce qui donne, pour une puissance moyenne horizontale de 3,49 m :

Pour le zircon (moyenne sur 140 m) : 3,88 %
 Pour le rutile (moyenne sur 140 m) : 7,89 %
 Pour la monazite (de 0 à 70 m) : 0,32 %
 " " " (de 70 à 140 m) : 1,10 %

Résultats obtenus en conservant la totalité des volées de bordure

<u>Profil</u>	<u>Puissance</u>	<u>% Zircon</u>	<u>% Rutile</u>	<u>% Monazite</u>
0	4,80	4,81	8,35	0,27
1	4,30	4,71	9,16	0,39
2	4,20	3,59	7,70	0,42
3	3,70	3,91	9,16	0,47
4	3,90	3,71	8,44	0,46
5	2,60	2,60	6,23	0,17
6	4,60	3,64	8,11	0,19
7	4,80	2,70	7,86	0,17
8	4,10	4,33	8,22	1,98
9	3,60	5,17	9,80	1,07
10	2,60	4,06	7,63	0,72
11	3,90	3,71	7,69	1,57
12	3,80	3,27	5,99	0,98
13	3,30	2,90	6,34	1,14
14	3,80	4,07	6,84	0,81

Ce qui donne, pour une puissance moyenne horizontale de
3,86 m :

Pour le zircon (moyenne sur 140 m) = 3,84 %

Pour le rutile (moyenne sur 140 m) = 7,90 %

Pour la monazite (de 0 à 70 m) = 0,32 %

" " " (de 70 à 140 m) = 1,21 %

Remarques sur les calculs

Les teneurs moyennes ont été calculées en pondérant les teneurs partielles des volées par les longueurs de celles-ci. Les résultats des analyses chimiques sont parvenus des laboratoires, rapportés à Ti, TiO₂, Zr, ZrO₂, Ce ou CeO₂. Les formules de conversion adoptées dans notre calcul sont les suivantes :

Teneur en rutile = teneur en Ti × 1,66
 Teneur en zircon = teneur en Zr × 2
 " " = teneur en ZrO₂ × 1,48
 Teneur en monazite = teneur en Ce × 4,9
 " " = teneur en CeO₂ × 4

La puissance réelle mesurée perpendiculairement aux épontes est plus faible que la puissance horizontale, puisque le pendage est en moyenne de 65 grades. Dans le premier calcul, la puissance utile réelle

est de 3 mètres, dans le second de 3,30 mètres.

Remarque sur la monazite

Etant donné les teneurs en Eu et Y de celle-ci, elle pourra être vendue probablement autour de 5000 F la tonne. Dans ces conditions, l'apport de la monazite, pour 80 % de récupération et en adoptant la teneur moyenne de 0,7 % (probablement sous-estimée) serait de 5,6 kg/tonne, soit une plus-value de l'ordre de 28 F.

Il apparaît donc important, dès à présent, de confirmer la teneur du gisement en monazite et de déterminer exactement la valeur de ce minéral.

VII - PRONOSTIC DE TONNAGE

La roche est constituée de 13 % d'éléments lourds de densité 4,6 et de 87 % de minéraux légers de densité 2,6. La densité théorique (d) de cette roche est donnée par :

$$\frac{100}{d} = \frac{87}{2,6} + \frac{13}{4,6}$$

d'où l'on tire : $d = 2,75$. Cette valeur concorde avec les mesures de densité effectuées au densimètre sur quelques prises isolées. Sur 3 mètres de puissance réelle, nous avons donc 8,250 tonnes par mètre d'allongement et par mètre d'aval-pendage.

Au point de vue cubage, on peut diviser le gisement en 3 tronçons :

- 1° Tonnage certain : sur 150 m de longueur, ce qui donne 1 240 tonnes de minéral par mètre d'aval-pendage;
- 2° Tonnage probable : sur 1000 m des Gorges du Meillon à la Londe, hypothèse très probable d'après les travaux de surface. Dans ce cas, on aurait 8 250 tonnes de minéral par mètre d'aval-pendage;
- 3° Tonnage possible : sur 4 000 m de Fresnay à Villedieu-les-Hailloules. La prospection de surface a, en effet, donné les chiffres suivants :

Fresnay route	14 % Rutile	+	5,94 % Zircon
Fresnay Ouest	12 % "	+	5,86 % "
Gorges du Meillon	17,7 % "	+	5,64 % "
La Londe I	11,8 % "	+	4,76 % "
La Londe II	14,5 % "	+	6,58 % "
La Londe III	16,3 % "	+	7,78 % "
Villedieu-les-			
Bailleul	16,6 % "	+	8 % "

Il existe, de part et d'autre, d'autres bonnes teneurs e surface, mais il nous paraît difficile d'en tenir compte sans d'autres travaux, le ratio rutile/zircon étant en particulier plus élevé, tandis de Fresnay à Villedieu-les-Bailleul, ce ratio est semblable à celui trou en galerie, ce qui laisse supposer des conditions de sédimentation sembl On aurait donc, en possible sur 4 000 m, 33 000 tonnes de minerai par mè d'aval-pendage.

Pour une laverie traitant 1 000 tonnes par jour, soit 350 000 tonnes/an, il faudrait disposer d'au moins 10 ans de réserve, so 3,5 Mt de minerai. Cette réserve pourrait être obtenue en adoptant l'une l'autre des solutions suivantes :

- Démontrer la continuité du gisement sur 420 m d'aval-pendage sur le tronçon d'un kilomètre situé entre les Gorges du Meillon et la Londe, qui impliquerait un mode d'exploitation en souterrain;
- mettre à la vue toute la réserve considérée actuellement comme possibl c'est-à-dire 4 km de longueur exploitable, sur 100 m seulement suivant pendage, solution qui impliquera également un mode d'exploitation en souterrain pour la moitié sinon les 2/3 du gisement.

Etant donné l'étroitesse relative de la couche minéral riche, on voit donc qu'il faudra très certainement envisager une exploit tion souterraine, et que l'étude de rentabilité doit donc, dans l'état actuel des connaissances, tenir compte du coût d'une extraction souterra

Nous considérons que l'extension de la minéralisation suivant le pendage est hautement probable, car il s'agit de couches cont qui réapparaissent en divers points du pays à la faveur des plissements, présentant partout le même type de minéralisation. Pour la méthode d'exp tation, on pourra s'inspirer de celles qui sont en usage dans les mines fer.

CONCLUSIONS

Il a été démontré par les travaux souterrains des Gorges Meillon que l'anomalie de Bailleul (Orne) est aussi régulière en profondeur qu'en surface et que, par conséquent, il est raisonnablement permis d'explorer et d'espérer un tonnage d'au moins 3 500 000 tonnes de minerai (exploitation en mine d'une anomalie de 4 000 m de longueur). La couche de minerai large de 3 m, a une teneur moyenne de 12,4 % en éléments utiles se décomposant comme suit : 7,9 % rutile + 3,8 % zircon + 0,7 % monazite. Ce dernier pourcentage doit être considéré comme provisoire; des analyses de contrôle sont prévues.

Pour l'instant, les études sur le traitement du minerai poursuivent, axées surtout sur l'amélioration du taux de récupération du rutile. La teneur moyenne en rutile + zircon n'étant que de 11,7 %, l'avenir du gisement, choisi comme "modèle" du problème des grès armoricains à zircon, rutile, paraît devoir se jouer sur le taux de récupération de ces minerais ainsi que, probablement, sur la possibilité de valoriser le gisement par monazite.

B I B L I O G R A P H I E



- C. CHEVILLON - 1964 : Etude géologique de la campagne de Trun-Chambois.
Les faciès et niveaux stratigraphiques du Bathonien
DES Géologie, Fac. Sciences Caen - Inédit.
- JP. GAUTSCH - 1963 : Note préliminaire à la prospection des grès à zircon
rutilé du Cotentin. BRGM - Rapport DRMM 63 B 12.
- JP. GAUTSCH - 1965 : La prospection du titane et du zirconium en Basse
Normandie. BRGM - Rapport DRMM 65 B 1.
- J. GUIGUES et B. MULOT - 1967 : Les grès à zircon-rutile armoricains :
résultats de la prospection de reconnaissance 1963-
Rapport BRGM inédit du 10.5.67.
- Y. LEMOSQUET - 1965 : Etude de quelques figures et structures sédimentaire
de l'Ordovicien normand. DES Géologie, Fac. Science
Caen - Inédit.
- B. MULOT - 1968 : Note sur la prospection scintillométrique dans le Massif
Armoricain. BRGM - Rapport 68 RME 033 RMM.
- M. ROBARDET - 1969 : Tectonique de la partie orientale de la zone bocaine
Bulletin BRGM - Section I, n° 2, 1969.
- JC. ROBERT - 1969 : Grès à monazite de Sideville (Manche). BRGM - Rapport
69 RME 031 VDM.
- A. THOMAS - 1963 : Etude géologique de la région d'Argentan. Les faciès et
les niveaux du Bathonien. DES Géologie, Fac. Science
Caen - Inédit.
- B. MULOT - 1970 : Résultats complets de prospection (à paraître).

A N N E X E S



- N° 1 - Le synclinal de Falaise, au 1/50 000, par B. MULOT. Extrait de J.
GUIGUES et B. MULOT : les grès à zircon-rutile armoricains.
- N° 2 - Plan de situation au 1/ 2000.
- N° 3 - Plan des travaux. Echantillonnage, au 1/100.
- N° 4 - Résultats, au 1/100.
- N° 5 - Profils en travers (radiométrie et teneurs), au 1/100.
- N° 6 - Coupe géologique du travers-bancs, au 1/50, par H. DE VAUCORBEIL.

B. R. G. M.

Division: Vendée-Bretagne

PROSPECTION PRÉLIMINAIRE DES GRÈS À RUTILE ET ZIRCON
EXPLORATION AUTOPORTÉE ET PÉDESTRE DES GRÈS SILURIENS
DES RÉGIONS DE FALAISE, NÉCY, BRIEUX, VILLEDIEU, CORDEY.
SYNCLINAL DE FALAISE.

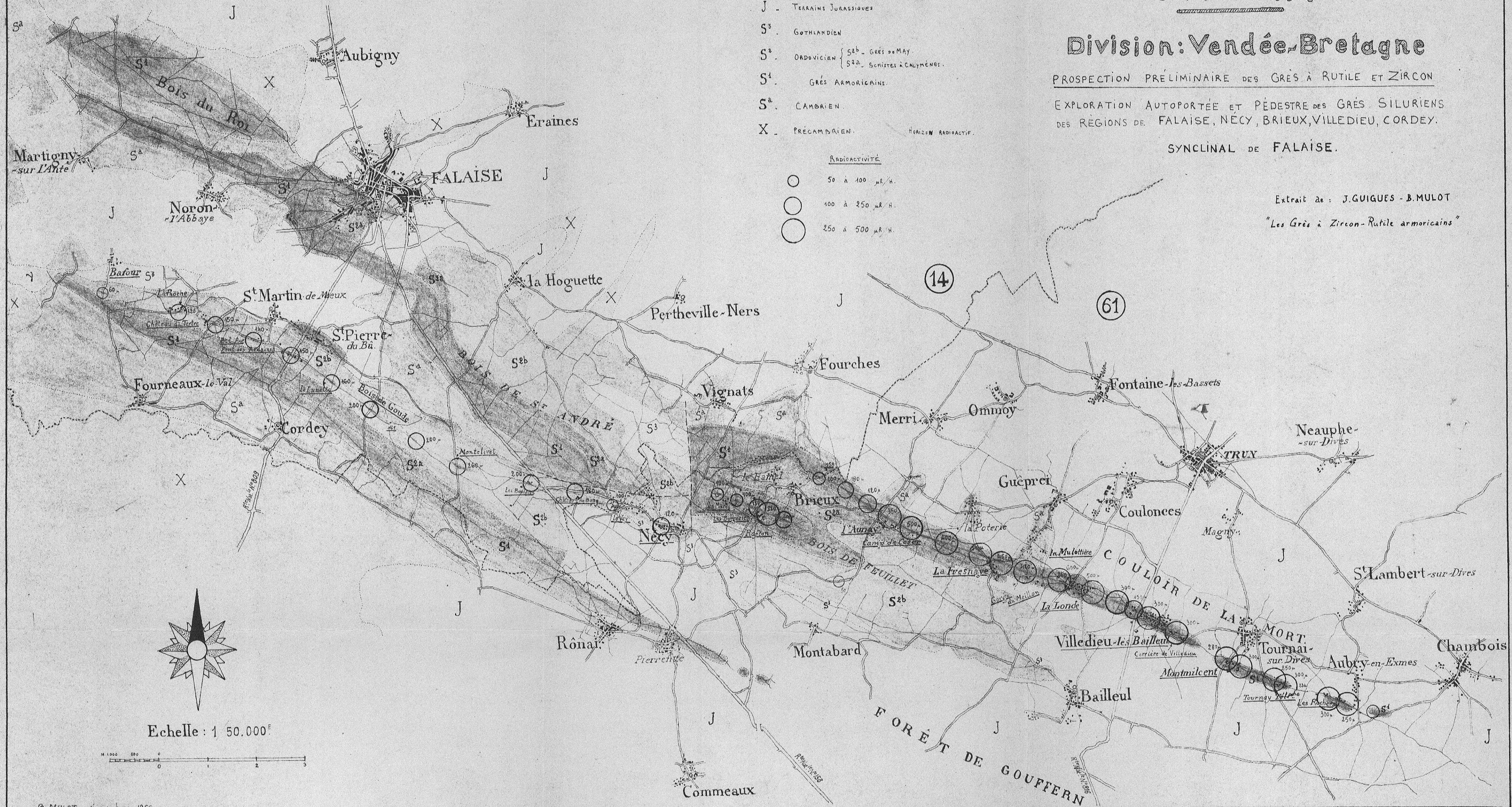
Extrait de: J. GUIGUES - B. MULOT
"Les Grès à Zircon-Rutile armoricains"

GÉOLOGIE

- J - TERRAINS JURASSIQUES
- S³ - GOTHLANDIEN
- S³ - ORDOVICIEN { S^{3b} - GRÈS DE MAY
S^{3a} - SCHISTES À CALYMÈNES.
- S¹ - GRÈS ARMORICAINS.
- S^a - CAMBRIEN.
- X - PRÉCAMBRIEN. HORIZON RADIOACTIF.

RADIOACTIVITÉ

- 50 à 100 µR/h.
- 100 à 250 µR/h.
- 250 à 500 µR/h.



B R G M

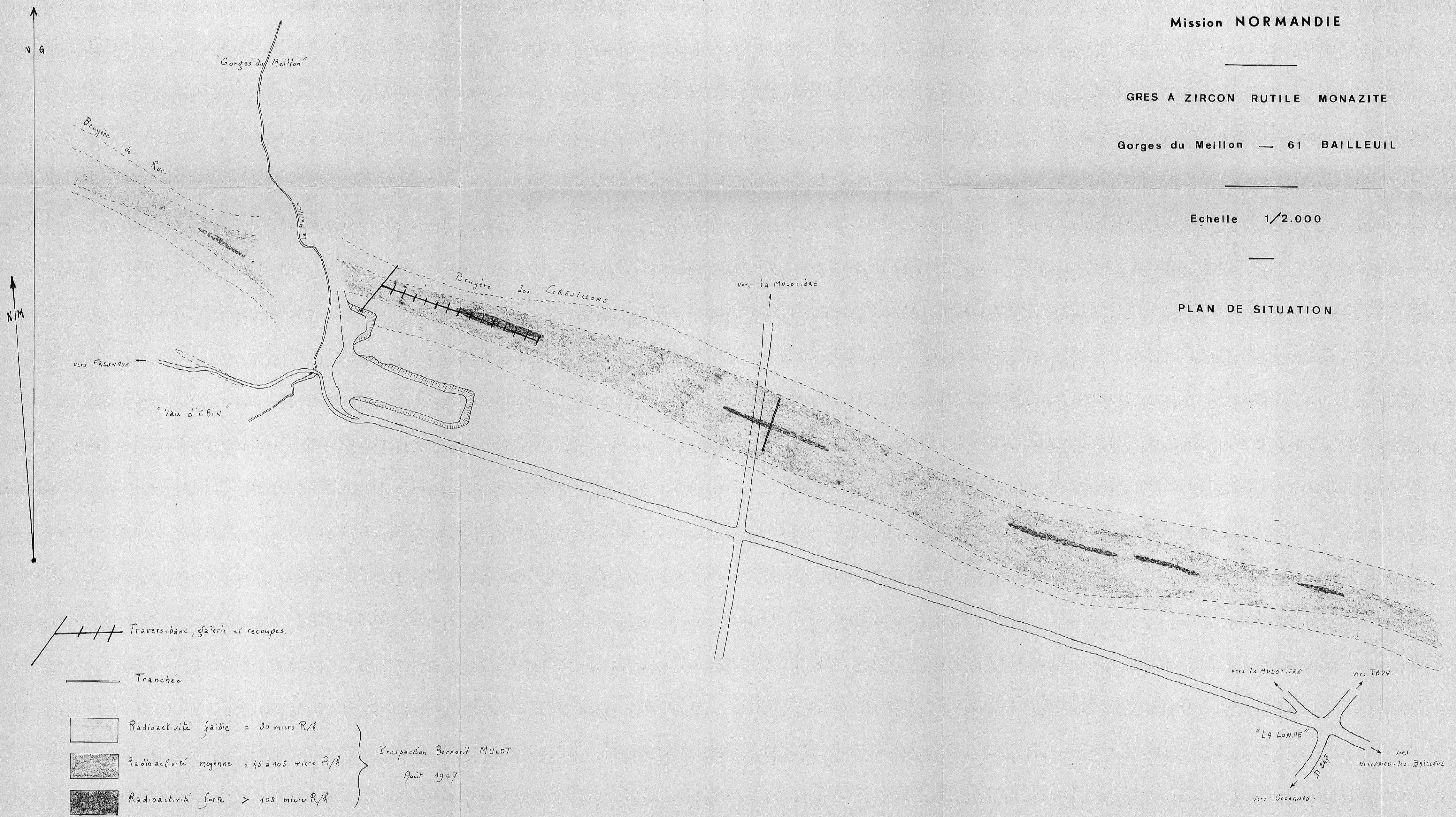
Mission NORMANDIE

GRES A ZIRCON RUTILE MONAZITE

Gorges du Meillon — 61 BAILLEUIL

Echelle 1/2.000

PLAN DE SITUATION



Inspection Bernard MULOT
Août 1967

B R G M

Mission NORMANDIE

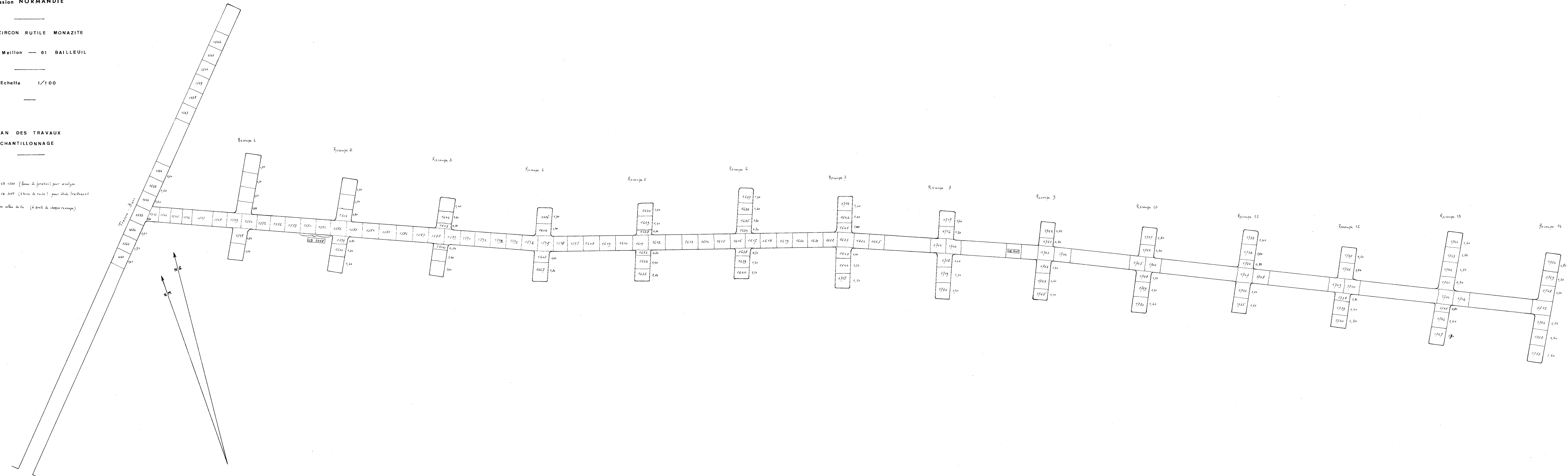
GRES A ZIRCON RUTILE MONAZITE

Gorges du Meillon — 61 BAILLEUIL

Echelle 1/100

PLAN DES TRAVAUX
ECHANTILLONNAGE

- 1530 = Echantillon VA 1530 (Sous de foration) pour analyse
- VA 3088 = Echantillon VA 3088 (Sous de foration) pour étude traitement
- 9,60 = Longueur des cubes de fer (à droit de chaque rampe)



B R G M

Mission NORMANDIE

GRES A ZIRCON RUTILE MONAZITE

Gorges du Meillon — 61 BAILLEUIL

Echelle 1/100

RESULTATS

Valeurs en mine Recoupe/tonne = Nombres extérieurs

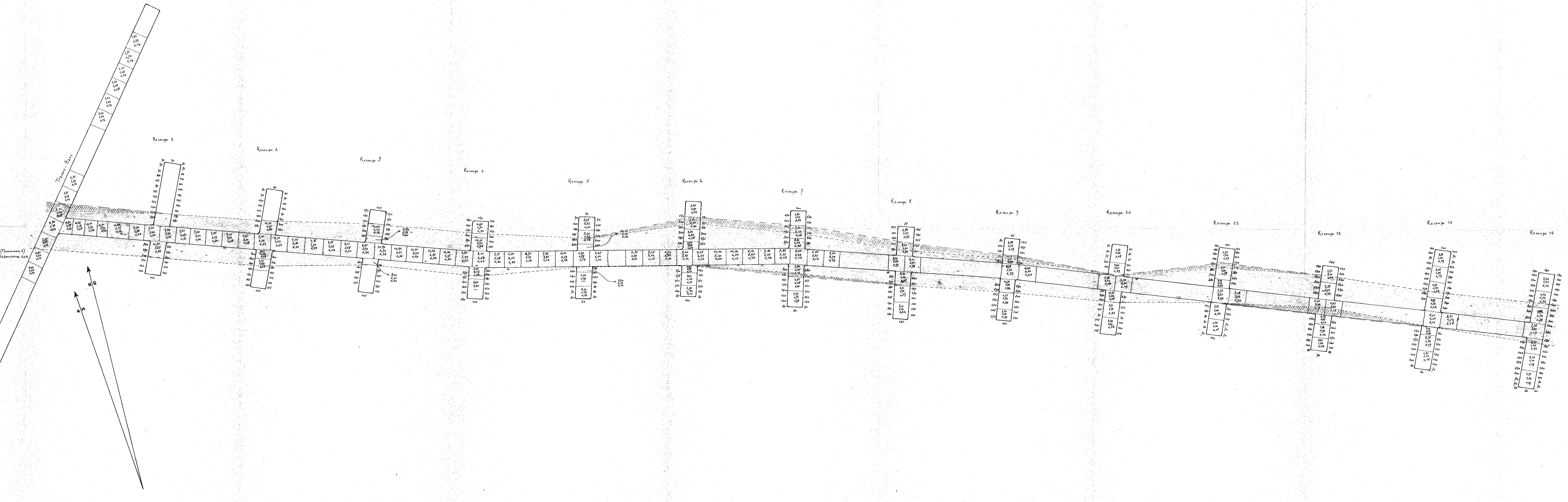
Teneurs (en %) en Rutile = Nombres intérieurs Supérieurs

Teneurs (en %) en Zircon = Nombres intérieurs inférieurs

Teneurs (en %) en Monazite = Nombres extérieurs inférieurs

calculés par les Laboratoires Pétroliers (Normandie 2) jusqu'à 70 microns, puis analysés par les Laboratoires C&G de G&S (G&S) (G&S) (G&S)

Banquettes des au Contrôle chimique
Puissance minérale (Contrôle radiométrique)



B R G M

Mission NORMANDIE

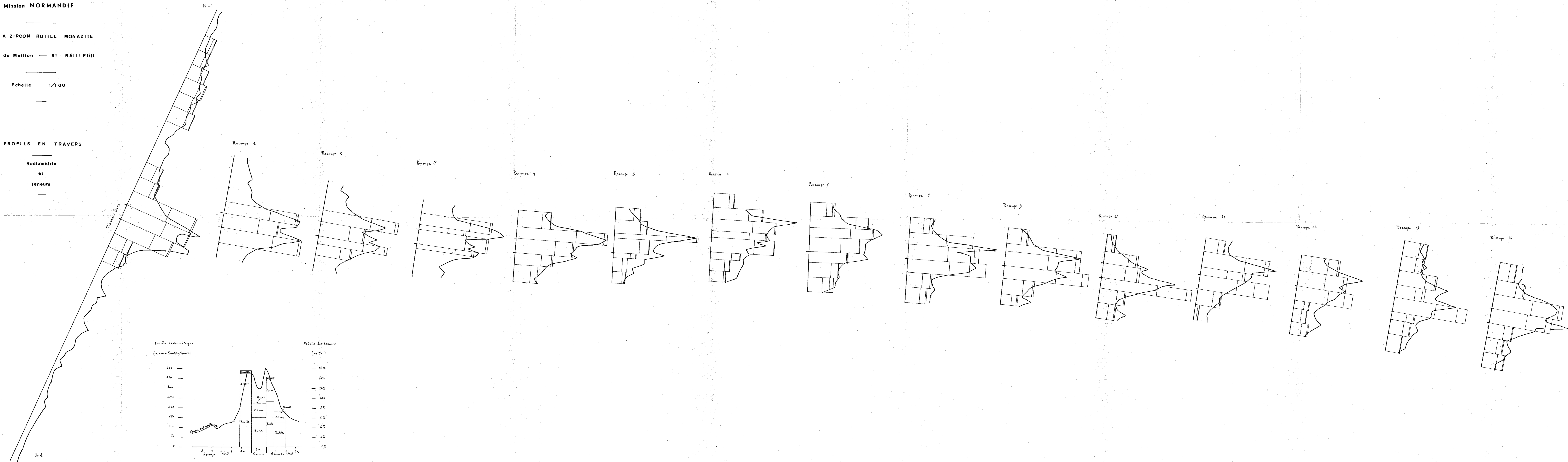
GRES A ZIRCON RUTILE MONAZITE

Gorges du Meillon — 61 BAILLEUIL

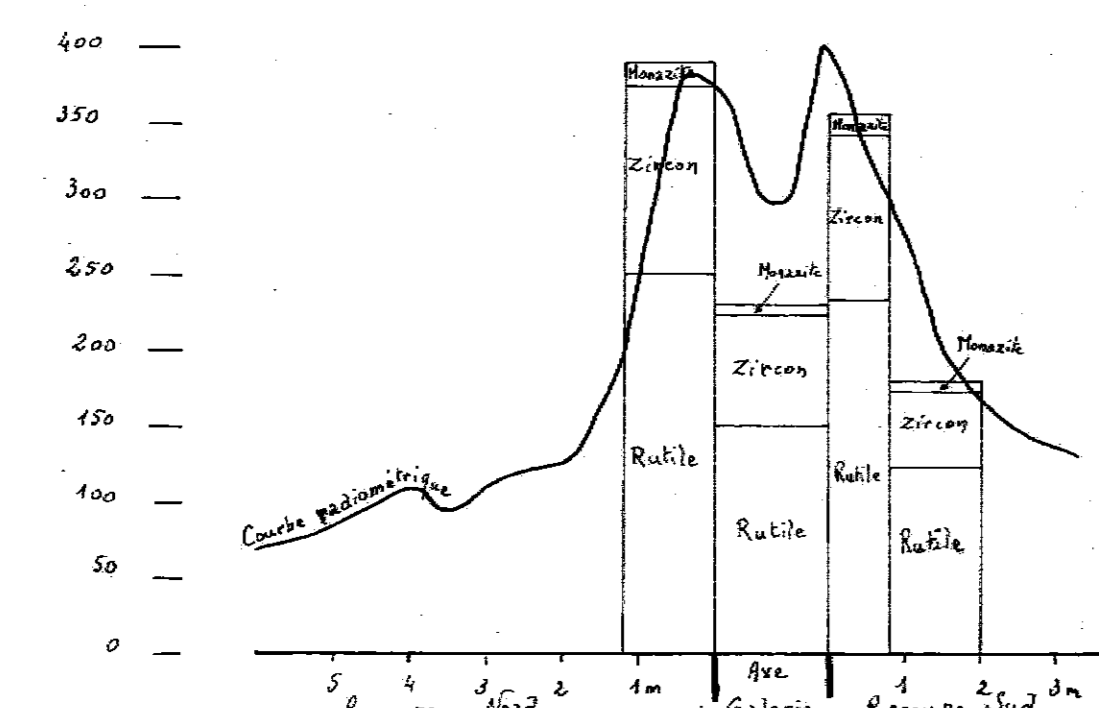
Echelle 1/100

PROFILS EN TRAVERS

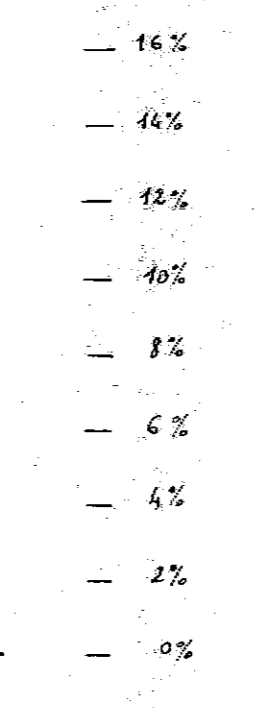
Radiométrie
et
Tenours



Echelle radiométrique
(en min. Röntgen/heure)



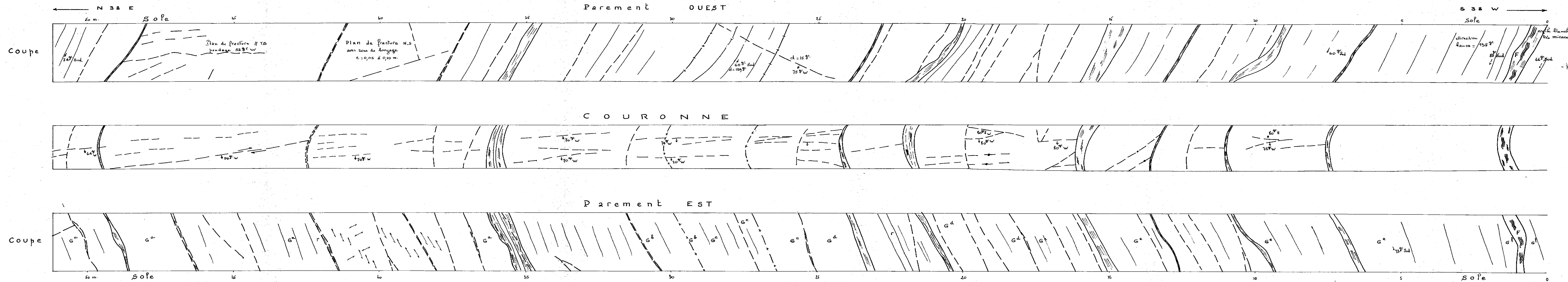
Echelle des Tenours
(en %)



T R A V E R S - B A N C S B A I L L E U L (G o r g e s d u M e i l l o n)

R e c h e r c h e s Z i r c o n - R u t i l e

Echelle : 1/50



- | | | | |
|--|--|--|---|
| <p>G^f Grès gris-clair micacé</p> <p>G^e Grès-quartzite fin gris-beige localement rubané</p> <p>G^d - id - beige à zonage brunâtre (parfois à inclusions de quartz à grain moyen).</p> | <p>G^c Grès quartzite gristre à gris-beige et brun-rosâtre à lits mm. brun-rouge (rutile?)</p> <p>G^b - id - gris à gris-sombre et brun-rosâtre</p> <p>G^a - id - gris-beige à grain fin</p> | <p> Pendage bancs</p> <p> Grès rubané</p> <p> Banc minéralisé en zircon, rutile (zone riche)</p> | <p> Faille</p> <p> Zone de laminage Grès en plaquettes, altéré et argile</p> <p> Fracture</p> <p> Fracture à pendage vertical</p> <p> Diagenèse</p> |
|--|--|--|---|

Note. Les indications d'azimuts sont données en grades par rapport au Nord magnétique.