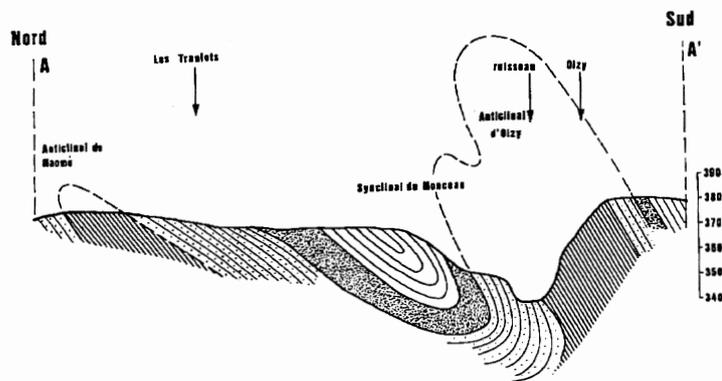




SONDAGES DANS LE DEVONIEN INFÉRIEUR DE LA ZONE ANTICLINALE DE L'ARDENNE (COMMUNE DE BIEVRE, PROVINCE DE NAMUR)

PAR

L.DEJONGHE, P.DOREMUS, J.M.CHARLET,
C.JODART, Y.QUINIF



**SONDAGES DANS LE DEVONIEN INFÉRIEUR
DE LA ZONE ANTICLINALE DE L'ARDENNE
(COMMUNE DE BIEVRE, PROVINCE DE NAMUR)**

PAR
L. DEJONGHE, P. DOREMUS, J.M. CHARLET,
C. JODART, Y. QUINIF.

SONDAGES DANS LE DEVONIEN INFÉRIEUR DE LA ZONE ANTICLINALE DE L'ARDENNE.

SOMMAIRE

1ère partie : cadre général de la campagne de sondage.	3
2ème partie : le sondage de la carrière d'Oizy - Sondage 207W312	7
I. Introduction	7
II. Description lithologique du sondage (L. Dejonghe et C. Jodart).	7
III. Diagraphies - Interprétation (J.M. Charlet)	18
IV. Interprétation des données des observations de terrain	20
V. Présentation des faciès pétrographiques	21
VI. Etudes géochimiques et radiogéochimiques	21
VII. Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 micromètres	24
VIII. Traitement statistique des données : première approche	24
3ème partie : les sondages des Tranlets-Brigitte I - Sondages 207W313, 207W314 et 207W315	35
I. Introduction	35
II. Description lithologique des trois sondages (L. Dejonghe et C. Jodart)	35
III. Diagraphies - Interprétation (J.M. Charlet)	55
IV. Interprétation des observations de terrain et des diagraphies	55
V. Présentation des faciès pétrographiques	58
VI. Etudes géochimiques et radiogéochimiques	59
VII. Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 micromètres	65
VIII. Traitement statistique, première approche	66
4ème partie : le sondage de Monceau - Achi - Sondage 207W316	73
I. Introduction	73
II. Description lithologique (L. Dejonghe, C. Jodart, P. Doremus)	73
III. Diagraphies - Interprétation (J.M. Charlet)	84
IV. Interprétation des données de terrain et des diagraphies	85
V. Présentation des faciès pétrographiques	90
VI. Etudes géochimiques et radiogéochimiques	90
VII. Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 micromètres	92
VIII. Traitement statistique, première approche	92
5ème partie : conclusions finales	94
Bibliographie sommaire.	97
Annexes.	
Annexe I : Sondages d'Oizy - Tableaux de chiffres.	
Annexe II : Sondages de Tranlets-Brigitte I - Tableaux de chiffres.	
Annexe III : Sondages de Monceau-Achi - Tableaux de chiffres.	
Annexe IV : Conclusion - Tableaux de chiffres.	
Annexe V : Planches photographiques.	

Résumé.

Cinq sondages, répartis sur trois sites différents, sont décrits dans ce rapport. Tous traversent des roches appartenant au Gedinnien de la zone anticlinale de l'Ardenne.

L'objet de cette campagne était de participer à l'étude et à l'explication des modalités de mise en place des anomalies et indices uranifères de la région de Baillamont, Monceau en Ardenne et Oizy.

Chacun des trois sites a été choisi en fonction des connaissances acquises au préalable. Le sondage de la carrière d'Oizy (207W312) visait à confirmer les hypothèses sur la genèse de l'anomalie uranifère connue à l'affleurement.

Les sondages des Tranlets (207W313, 314, 315) cherchaient à mettre en évidence, en profondeur, les prolongements de l'indice minéralisé connu en surface, ils sont calés sur ce dernier. Une complication d'ordre tectonique (cf. IIIème partie) fait que l'objectif initial n'est pas atteint. Enfin, le sondage d'Achi (207W316) avait deux buts : établir un log lithogéochimique de références régionales et aussi de chercher en profondeur une éventuelle concentration en uranium (cf. IVème partie).

Chaque sondage est situé géographiquement et géologiquement. Ils ont fait l'objet d'une description lithologique (faciès, plans de stratification, de schistosité, de fracture,...).

Les cinq sondages ont été diagraphiés pour rechercher d'éventuelles anomalies radiométriques. Deux d'entre eux en ont montré : 207W315 à -22 m et 207W316 à -170 et -205 m.

Des études géochimiques, radiogéochimiques et minéralogiques ont été menées sur des échantillons des carottes de sondage. Elles ont permis d'établir des logs géochimiques (éléments majeurs, traces, terres rares), radiogéochimiques (U, Th, K₂O) et de la minéralogie des argiles pour chacun des trois sites.

Une première approche statistique a été faite traitant l'ensemble des données analytiques par analyse en composante principale.

Au total, on peut attribuer la principale anomalie en uranium rencontrée ici à un phénomène d'altération chimique qui draine l'uranium "*per descensum*". L'uranium peut être bloqué localement par des niveaux plus réducteurs (pyrite). Le drainage des fluides est favorisé par les plans de schistosité mais surtout pour les plans de fracture notamment un voisinage de faille dont une est mise en évidence pour ces sondages (cf. IIIème partie).

Les logs géochimiques établis dans le cadre de ces travaux permet d'avoir des références locales et régionales pour les faciès du Gedinnien.

L'analyse statistique semble permettre de caractériser à la fois les tendances plus ou moins arénacées des échantillons mais aussi de distinguer leur origine géographique (cf. Vème partie).

Abstract.

Five drillholes, located in three different areas, are described in this report. They intersect rocks belonging to the Gedinnian of the anticlinal zone of the Ardenne.

This campaign is a contribution to a better understanding of the uraniferous anomalies and occurrences of the area of Baillamont, Monceau en Ardenne and Oizy.

Each of the three sites of drilling has been selected on the base of preliminary field and laboratory works. The purpose of the drillhole of the Oizy quarry (207W312) was to confirm hypotheses on the genesis of an uraniferous anomaly known at the outcrop. The drillholes of Les Tranlets (207W313, 314, 315) tried to find in depth the prolongation of the uraniferous occurrence identified at the surface. A tectonic perturbation (see part III) is responsible for not encountering the initial target. At least, the Achi drillhole (207W316) had two purposes : to determine a lithogeochemical log as regional reference and to find in depth an eventual uranium concentration (see part IV).

For each drillhole, a lithogeological description has been made (facies, bedding, schistosity, fractures,...). All the five drillholes have been scanned to identify eventual radiometric anomalies which have indeed been found in two holes; 207W315 at -22 m deep and 207W316 at -170 and -205 m deep.

Geochemical, radiogeochemical and mineralogical studies have been carried out on core samples. On each of the three sites, geochemical logs (major, traces and rare earth elements), radiogeochemical logs (U, Th, K₂O) and clay mineral assemblages have been determined. A statistical treatment of the analytical data has been made by factor analysis (principal component analysis).

Finally, it seems that the main uraniferous anomaly may be due to chemical weathering of surface uranium which is leached and transported "*per descensum*". Uranium may be locally stopped by more reducing (pyritic) layers. The drainage of the solutions is promoted by schistose or mainly fracture jointings, especially near a fault which has been identified by these drillholes (see part III).

The geochemical logs may be used as references for local or regional studies of Gedinnian facies.

The statistical analysis seems to allow the characterisation of the arenaceous trends of the samples but also to distinguish their geographic origin (see part V).

Ière PARTIE : INTRODUCTION - CADRE GENERAL DE LA CAMPAGNE DE SONDAGE

Ces sondages ont été réalisés dans la Zone Anticlinale de l'Ardenne, plus précisément, à l'endroit où le Gedinnien inférieur s'ennoie pour disparaître sous les couches susjacentes (voir figure A). Les terrains concernés appartiennent donc essentiellement au Gedinnien. La terminologie, les références lithostratigraphiques sont celles que l'on trouve dans les publications d'E. ASSELBERGHS (1946) ou d'A. BEUGNIES (1983).

La réalisation des cinq sondages, sur trois sites différents (figure B), que nous présentons dans ce qui suit, résulte en fait de plusieurs années de travail sur le terrain. Depuis le début des années 1980, des anomalies en uranium sont connues à l'affleurement sur les territoires de Baillamont, Monceau en Ardenne et Oizy (DOREMUS, 1985; CHARLET et al., 1987). Leur étude et les hypothèses sur leur mise en place qui en découlent, nous ont confrontés à deux problèmes essentiels : nous manquons de références locales et régionales sur la lithostratigraphie des terrains concernés ainsi que d'informations sur le devenir, en profondeur, des anomalies de surface.

Ces investigations ont conduit à la mise en place de ces sondages. Le choix des points de forage a été fait en fonction des indications de surface quant à la concentration en uranium et aux questions qui en découlaient.

Ainsi, le sondage de la carrière d'Oizy se justifie par la nécessité de savoir si réellement les remplissages uranifères de fracture vus à l'affleurement constituent ou non les racines de l'anomalie ou s'ils peuvent être les marqueurs d'une anomalie plus importante qui se serait développée en profondeur grâce à un drainage *per descensum* de l'uranium au long des fractures et plans de failles qui découpent les roches dans la carrière (cf. IIème partie).

C'est ainsi qu'un sondage incliné, visant à recouper les failles en profondeur, a été implanté immédiatement au Sud de l'excavation.

Les sondages de Monceau - Les Tranlets (Brigitte I) sont eux implantés sur le lieu où un indice minier (autunite-torbernite) avait été mis en évidence en surface. Ici aussi, le devenir en profondeur de cette anomalie était la question à résoudre. La géométrie bien définie (linéament N45°E) de la répartition en surface de l'uranium (cf. IIIème partie) nous a conduit à implanter un sondage vertical au droit de l'indice et deux sondages inclinés à 45°, légèrement décalés par rapport à l'axe de l'anomalie. L'idée de base était que le linéament uranifère de surface pouvait être la trace d'une concentration plus importante en profondeur.

Le sondage de Monceau - Achi (cf. IVème partie), le plus profond de tous, avait lui un double objectif : tout d'abord, établir une référence locale, au moins lithologique et géochimique, sur laquelle nous pourrions nous appuyer pour mieux appréhender les phénomènes géochimiques de mobilisation des éléments dans ces terrains du Gedinnien inférieur et, enfin, en deuxième lieu, le choix de l'implantation (synclinal de Monceau) visait à tenter de vérifier l'hypothèse que l'uranium migrant de la surface vers les profondeurs pouvait s'être bloqué sur les faciès réducteurs (schistes et phyllades de Levezzy par exemple) et forme ainsi un amas ou un indice dans un creux synclinal tel que celui de Monceau.

Les objectifs, tels qu'ils étaient définis, ont donc conduit à réaliser sur les échantillons sélectionnés un maximum d'analyses géochimiques (majeurs et traces) permettant l'établissement des logs que le lecteur trouvera dans les pages qui suivent.

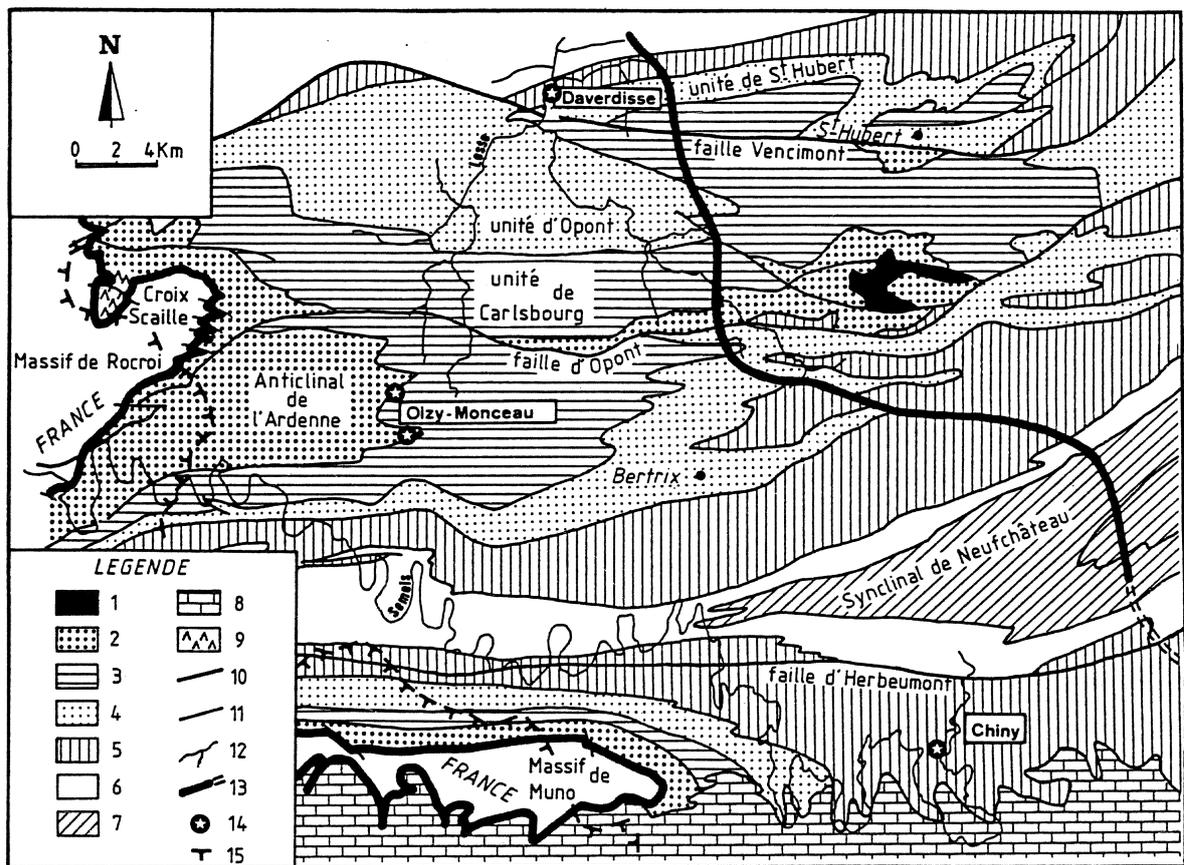
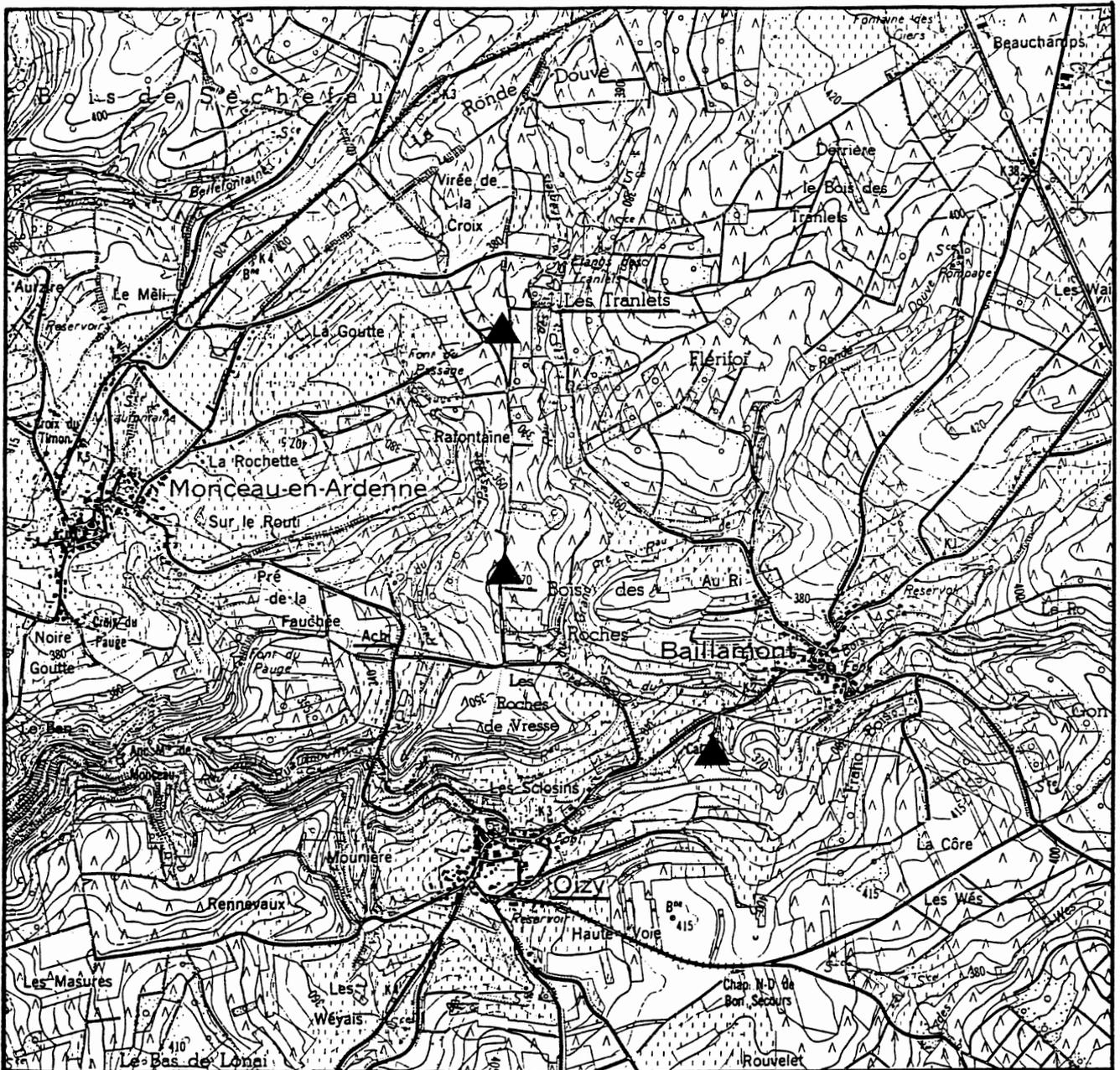


Figure A. Cadre géologique de la campagne de sondages.

1. Massifs cambriens; 2. Gédinnien inférieur; 3. Gédinnien supérieur (G2a); 4. Gédinnien supérieur (G2b); 5. Siégenien inférieur; 6. Siégenien moyen; 7. Siégenien supérieur; 8. Jurassique; 9. Complexe volcano-sédimentaire de la Croix Scaille; 10. Failles longitudinales importantes; 11. Autres failles; 12. Rivières; 13. Autoroute; 14. Principales anomalies uranifères.



*Figure B. Localisation géographique des sondages.
Extrait de la carte IGN Vivy-Paliseul n°64/5-6 au 1/25000.*

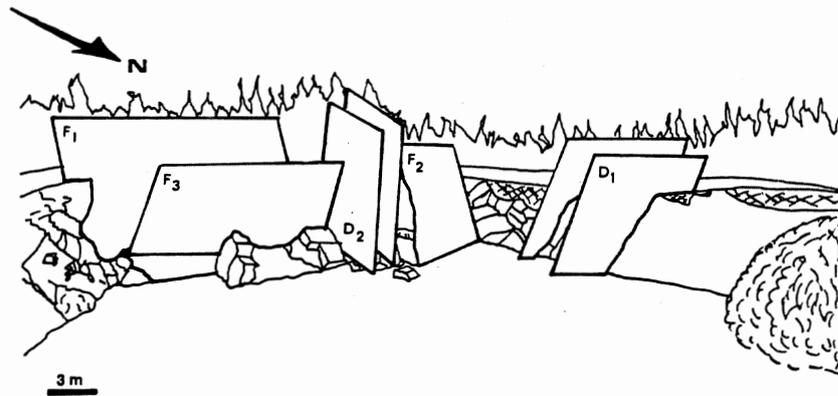
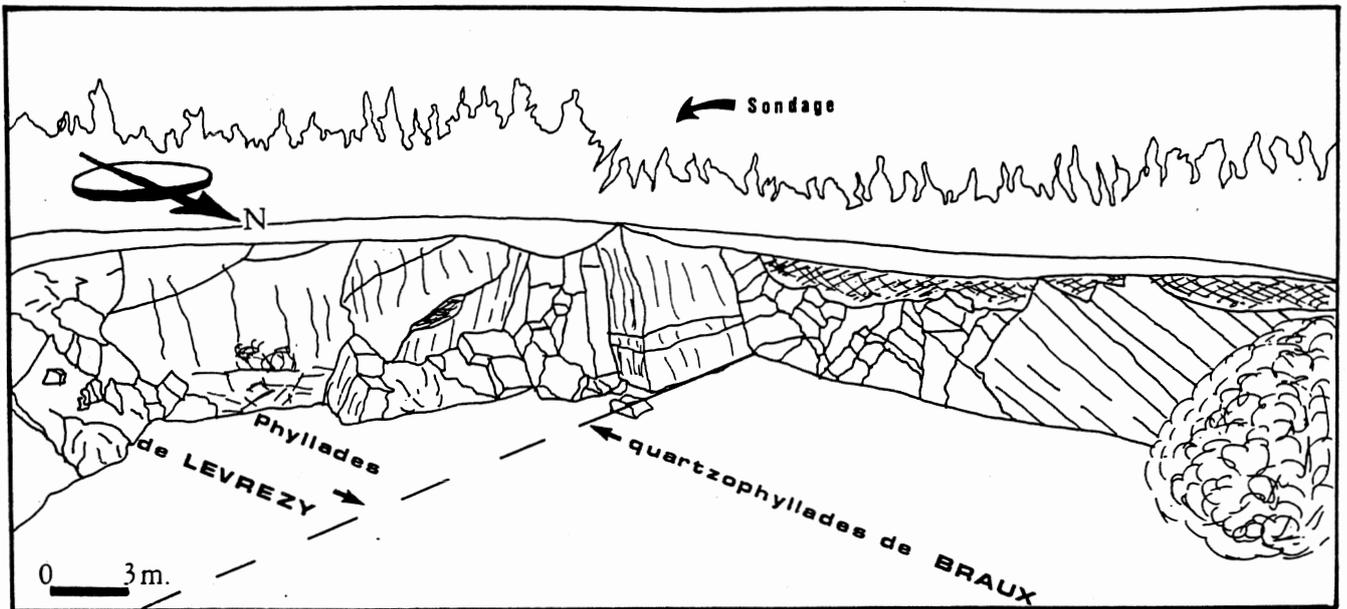


Figure 1. Carrière d'Oizy : Contexte stratigraphique et structural;
F₁, F₂, F₃ : plans de faille.
D₁, D₂ : plans de fracturation.
 Le sondage est implanté dans le bois au-dessus de la carrière.

IIème PARTIE : SONDAGE DE LA CARRIERE DE OIZY - SONDAGE 207W312

I. Introduction

Ce sondage a été réalisé en vue de l'étude des formations géologiques qui constituent l'encaissant d'anomalies uranifères. Dans la carrière de Oizy les objectifs étaient les suivants : l'étude de la formation des phyllades de Levrezy et les quartzophyllades de Braux (Gedinnien inférieur), l'étude du contrôle morphotectonique des anomalies uranifères observées à l'affleurement dans la carrière et dont l'interprétation (Doremus 1985, Charlet et al 1987) supposait la disparition avec l'enfouissement par la fermeture des fractures. Ce dernier objectif impliquait de recouper si possible en profondeur les fractures anormales et a rendu nécessaire la réalisation d'un sondage incliné à 45° (voir figure 1).

Le sondage carotté de bout en bout a fait l'objet d'une description macroscopique (cf II), il a ensuite été diagraphié (cf. III). Les carottes ont été réexaminées et ont fait l'objet de diverses analyses complémentaires (pétrographie, fracturation, géochimie, radiogéochimie, minéraux argileux).

II. Description du sondage (L. Dejonghe et C. Jodart) (figure 2)

Données techniques

- Numérotation Service Géologique de Belgique : 207W312IIc.
- Localisation : sondage implanté sur le territoire de la commune de Bièvre (Oizy) au Sud de la carrière située sur la route Baillamont Oizy.
- Coordonnées Lambert de l'orifice (repérage : P. Van Wichelen) :
 - X = 196.826
 - Y = 65.212
 - Z = 370.530
- Sondage incliné à 45° dans la direction N géographique 17°E.
- Effectué du 06 octobre 1987 au 23 décembre 1987.
- Pour le compte du Service Géologique de Belgique.
- Par la firme EFCO BENELUX.
- Avant trou jusqu'à 2,00 m. Puis sondage à câble, double carottier, au diamètre intérieur de 85,0 mm jusqu'à 17,15 m, puis, au diamètre intérieur de 63,5 mm jusqu'à la base.
- Arrêté à la profondeur de 104,90 m.
- Niveau de la nappe à l'équilibre établi à 18,20 m de profondeur (mesure effectuée le 15 mars 1988 à la fonte des neiges).
- Diagraphie effectuée par DIASOL.

Description lithologiques des sondages

0,00 à 2,00 m : Avant trou. Pas de carotte.

2,00 à 3,75 m : Débris de phyllade noirâtre montrant localement des lits gréseux grisâtre, à grain fin, mm à cm, aux formes irrégulières, souvent boudinées.

3,75 à 4,70 m : Quartzophyllade formé par l'alternance de lits gréseux grisâtres, à grain fin, mm à dm,

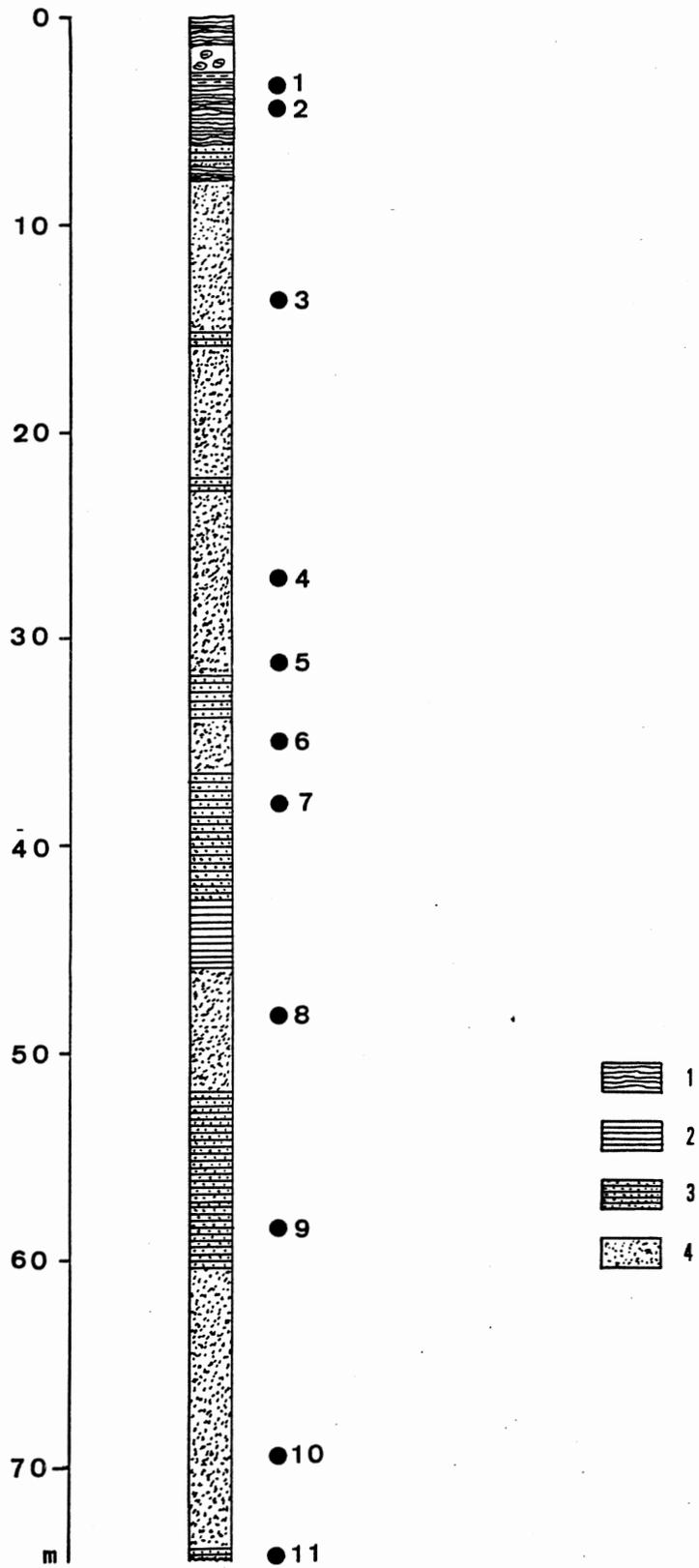


Figure 2. Sondage de la carrière d'Oizy - Log lithostratigraphique du sondage.
 1 : argiles de couverture (altération); 2 : phyllades; 3 : quartzophyllades; 4 : grès.
 Les ronds noirs et les numéros localisent les échantillons analysés.

aux formes irrégulières, souvent boudinées et nodulaires, et de lits pélitiques sombres, mm à cm. Entre 4,30 et 4,80 : Stratification très changeante (45°-90°), slumping ?

4,70 à 8,70 m : Phyllade noirâtre montrant localement des lits gréseux grisâtres, à grain fin, mm à cm, aux formes irrégulières, souvent boudinées. Localement, des fines lamines pélitiques sombres, discontinues, recoupent obliquement la stratification (= schistosité bien visible vers 6,40 m).

Vers 5,75 m : Fracture : 23°.

Vers 6,00 m : Fracture : 25°.

Vers 6,35 m : Stratification : 50°.

Vers 6,85 m : Fracture : 33°.

Vers 7,35 m : Fracture : 16°.

Vers 7,60 m : Fracture : 18°.

Vers 7,90 m : Fracture : 24° à remplissage argileux brunâtre et fins débris de phyllade

Vers 8,20 m : Fracture : 25°.

8,70 à 9,10 m : Quartzophyllade formé par l'alternance de lits gréseux grisâtres, à grain fin, cm à dm, et de lits pélitiques sombres, mm à cm.

Vers 8,95 m : Fracture : 68°.

Vers 9,10 m : Stratification : 50°.

9,10 à 9,85 m : Grès grisâtre, à grain fin montrant localement des lamines pélitiques sombres, mm ou submm, discontinues.

Vers 9,30 m : Fracture : 45°.

Vers 9,40 m : Fracture (68°) à remplissage argilo-limonitique brunâtre.

Vers 9,60 m : Fracture 70°.

9,85 à 11,00 m : Phyllade sombre formé par l'alternance de lits pélitiques noirâtres et de lits gréseux grisâtres, mm à cm, aux formes irrégulières, souvent perturbées et boudinées.

Vers 10,30 m : Veinule (28°) de quartz blanc et de limonite noirâtre (épaisseur : 0,02 m).

Vers 10,35 m : Fracture (27°) à remplissage argilo-limonitique brunâtre et noirâtre, accompagné de petits cristaux de quartz blanc.

11,00 à 12,30 m : Grés grisâtre à grain fin montrant localement des lamines pélitiques sombres, mm ou submm, discontinues, Stratification : 55°.

Vers 11,82 m : Fracture : 41°.

Vers 12,10 m : Fracture : 36°.

12,30 à 12,95 m : Grès fin sombre à grain moyen, localement à pigment limoniteux

Vers 12,40 m : Fracture : 27°.

Vers 12,80 m : Fracture : 28°.

Vers 12,90 m : Fracture : 32°.

12,95 à 16,55 m : Grés grisâtre à grain fin, argileux, à nombreuses lamines pélitiques sombres, submm, irrégulières, discontinues.

Très localement carié.

Vers 13,60 m : Stratification : 55°, Schistosité : 10°-20°.

Vers 14,80 m : Fracture : 20°.

Vers 15,00 m : Fracture : 11°.

Vers 15,90 m : Fractures : 87° et 24°.

Vers 16,30 m : Fractures : 83° et 33°.

Entre 16,40 et 17,00 m plusieurs niveaux d'oxydation brunâtres.

Vers 16,40 m : Fracture : 24°.

Vers 16,50 m : Stratification 55-60°.

16,55 à 16,80 m : Grés gris sombre à grain fin à moyen, localement à pigment limoniteux.

16,80 à 21,50 m : Grés grisâtre, à grain fin, argileux, montrant des fines lamines pélitiques sombres, submm, irrégulières, discontinues. Stratification : +/- 50°.

Vers 18,00 m : Fracture : 75°, à remplissage argilo-limonitique brunâtre. Fracture : 25°.

Vers 18,55 m : Fracture : 20°.

Vers 18,70 m : Fracture : 16°.

Vers 18,85 m : Fracture : 19°.

Vers 19,00 m : Fracture : 83° à fin placage limonitique noirâtre.

Vers 19,25 m : Fracture : 26°.

Vers 19,30 m : Fracture : 83° à fin placage limonitique noirâtre.

Vers 19,80 m : Fracture : 20°.

Vers 19,85 m : Fracture : 14°.

Vers 20,15 m : Fracture irrégulière (en moyenne 20°) à fin placage argilo-limonitique brunâtre et rouille.

Vers 20,70 m : Stratification : +/- 45°.

Vers 21,00 m : Fracture (82-83°) à fin placage argilo-limonitique brunâtre.

21,50 à 22,35 m : Quartzophyllade formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres, à grain fin, mm à cm, aux formes le plus souvent irrégulières, boudinées et, d'autre part, de lits pélitiques sombres, mm à cm, plus réguliers.

Vers 21,90 m : Fracture : 60° = stratification ? Fin niveau oxydé rougeâtre.

Vers 22,00 m : Veinule remplie de quartz, blanc, carié. Epaisseur : 0,002 m.

22,35 à 23,60 m : Grès gris-sombre à grain fin, argileux, montrant localement des fins lits pélitiques sombres, mm à cm.

Vers 22,95 m : Fracture : 28°.

Vers 23,10 m : Fracture : 45° à fin placage d'oxydes de fer rouges (hématite ?).

Vers 23,20 m : Stratification : +/- 55°.

Vers 23,50 m : Fracture 32° à fin colmatage argilo-limonitique brunâtre.

Vers 23,60 m : Discordance de stratification : 35° et 65°.

23,60 à 31,50 m : Grés grisâtre à grain fin, localement quartzophylladeux, montrant des lamines pélitiques sombres, mm à submm, aux formes irrégulières, parfois discontinues.

Vers 24,10 m : Fracture : 26° à fin remplissage argilo-limonitique brunâtre.

Vers 22,45 m : Fracture : 22°.

Vers 24,63 m : Niveaux d'oxydation.

Vers 25,15 m : Fracture : 21°.

Vers 25,25 m : Fracture : 11°.

Vers 25,65 m : Fracture : 15° à fin remplissage argilo-limonitique brunâtre.

Vers 26,05 m : Fracture : +/- 30°.

Vers 26,25 m : Fracture : 13°.

Vers 26,80 m : Fracture : 16°.

Vers 27,15 m : Stratification : 52°.

Vers 27,30 m : Fracture : 19°.
 Vers 27,40 m : Fracture : 10°.
 Vers 27,55 m : Fracture : 28° à remplissage argilo-limonitique brunâtre.
 Vers 28,20 m : Fracture : 25°.
 Vers 28,70 m : Fracture : 19° à fin placage d'argile brune.
 Vers 28,95 m : Fracture : 14°.
 Vers 29,40 m : Double fracture : 40 à 50°, à remplissage argilo-limonitique brunâtre.
 Vers 29,85 m : Fracture : 13°.
 Vers 29,90 m : Fracture : 16° à remplissage d'argiles brunes.
 Vers 30,00 m : Fracture : 16°.
 Vers 30,15 m : Fracture : 22°.
 Vers 30,35 m : Fracture : 46°.

Entre 30,50 et 31,50 m : Double fracture à fin placage limonitique noir accompagné localement de tâches d'oxydation brunâtres à rougeâtres.

Vers 31,40 m : Fracture : 24°.

31,50 à 32,35 m : Quartzophyllade formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres à grain fin, mm et cm, localement irrégulières et boudinées et, d'autre part, de lits pélitiques sombres, mm à cm.

Vers 31,65 m : Fracture 83° avec placage local d'oxydes de fer rouges (hématite ?).
 Vers 31,80 m : Stratification : 60-65°.

Vers 32,20 m : Fracture 27° avec placage local d'oxydes de fer rouges (hématite ?).

32,35 à 45,10 m : Grès grisâtre à grain fin, très argileux, micacé montrant des lamines pélitiques sombres, mm et submm, aux formes irrégulières et discontinues (schistosité transverse bien marquée). Dans la partie inférieure, le grès passe progressivement à un quartzophyllade. Très localement carié et oxydé, préférentiellement dans les lamines pélitiques.

Vers 32,70 m : Fracture : +/- 80° à remplissage argilo-limonitique brunâtre.
 Vers 32,95 m : Fracture : 83-84° à placage d'argiles limonitiques brunâtres et noirâtres.
 Vers 33,35 m : Roche cariée le long d'une fracture : 21°.

Vers 33,40 m : Fracture : 84° à placage limonitique noirâtre.
 Vers 33,85 m : Fracture : 16°.

Vers 33,95 m : Fracture : 11°.

Vers 34,30 m : Fracture subverticale à remplissage limonitique noirâtre. Fracture : 16°.

Entre 34,40 et 35,00 m : Fracture subverticale à placage limonitique noirâtre accompagné localement d'argiles limonitiques brunâtres.

Vers 34,45 m : Roche cariée et oxydée.

Vers 34,95 m : Fracture : 21°.

Vers 35,10 m : Lit gréseux oxydé (épaisseur 0,02 m) Stratification : plus ou moins 70°.

Vers 35,80 m : Fracture : 18°.

Vers 35,90 m : Fracture : 72°, à fin placage d'argiles brun foncé.
 Vers 36,20 m : Fracture : 76°, à fin placage d'argiles brun foncé.
 Vers 36,95 m : Fracture : 26°, avec placage limonitique brunâtre.
 Vers 37,40 m : Fracture : 75°, avec placage limonitique brunâtre.
 Vers 37,60 m : Fracture : 19°.

Vers 37,80 m : Fracture : 20°.

Vers 38,15 m : Fracture : 24°.

Vers 38,45 m : Fracture : environ 10°, à remplissage d'argiles brun foncé.

Vers 38,70 m : Fracture : 10°-12°, à remplissage d'argiles brun foncé.

Vers 39,00 m : Fracture : 14°.

Vers 39,15 m : Fracture : 10°.

Vers 39,60 m : Fracture : 18°.

Vers 39,75 m : Fracture : 11°.

Vers 39,90 m : Fracture : 17° et très localement roche cariée.

Vers 40,30 m : Fracture irrégulière (plus ou moins 75°) à fin placage d'oxydes de fer rougeâtre et d'argiles brun foncé.

Vers 41,40 m : Fracture : 19° : roche localement cariée.

Vers 41,20 m : Fracture : 77° à fin placage limonitique brun rougeâtre.

Entre 41,60 et 42,10 m : Fracture à pente variable : en moyenne 75° à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 42,00 m : Niveau gréseux à grain moyen, oxydé. Epaisseur 0,03 à 0,04 m.

Vers 42,20 m : Fracture irrégulière : 72° en moyenne, à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 42,70 m : Fracture irrégulière : 75° en moyenne à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 42,75 m : Fracture : 20°.

Vers 43,50 m : Stratification : 70°.

Vers 44,00 m : Fracture : 14°.

Vers 44,45 m : Fracture : 17°.

Vers 44,70 m : Fracture : 16°.

Vers 44,95 m : Fracture irrégulière : 65° en moyenne à placage limonitique rougeâtre.

45,10 à 47,80 m : Quartzophyllade sombre formé par l'alternance de lits gréseux grisâtres à grain fin, cm, plus ou moins réguliers et de lits pélitiques sombres, cm.

Localement, les alternances sont recoupées obliquement par des lamines pélitiques sombres discontinues, mm.

Vers 45,25 m : Fracture : 14°.

Vers 45,45 m : Fracture irrégulière : 75° en moyenne, à placage d'oxydes de fer brunâtres et rougeâtres.

Vers 45,75 m : Fracture : 13°.

Vers 45,95 m : Fracture irrégulière : 70°, à placage d'oxydes de fer brunâtres à rougeâtres.

Vers 46,05 m : Stratification : 60-65°.

Vers 46,10 m : Fracture irrégulière : environ 60°, à placage d'oxydes de fer brunâtres à rougeâtres.

Entre 46,10 et 46,30 m : Groupe de fractures irrégulières grossièrement parallèles entre-elles : 50-65°, à mince remplissage d'oxydes de fer rougeâtres et brunâtres.

Vers 46,70 m : Stratification : 65-70°.

Vers 47,05 m : Double fracture : 50°-55° à placage limonitique brunâtre.

Vers 47,40 m : Fracture : 21°.

Vers 47,60 m : Stratification : environ 75°.

47,80 à 49,25 m : Grès gris sombre, à grain fin, très argileux, micacé.

Vers 47,95 m : Fracture : 40°.

Vers 48,05 m : Fracture : 44°.

Vers 48,40 m : Fracture : 30°.

Vers 49,40 m : Fracture : 12° à remplissage argilo-limonitique brunâtre.

49,25 à 51,70 m : Grès grisâtre, à grain fin, montrant des lamines pélitiques sombres, submm, discontinues.

Vers 49,40 m : Fracture : 12° à remplissage argilo-limonitique brunâtre.

Vers 49,55 m : Fracture : 19° à fin placage d'oxydes de fer rougeâtres et brunâtres.

Entre 49,70 et 49,85 m : Zone broyée lors du carottage.

Evènement dû à la présence d'une veinule de quartz blanc, probablement épaisse de 0,02 m, et d'une zone fracturée. (Fractures : 20° environ à remplissage d'argile-limonitique brunâtre).

Vers 50,45 m : Veinules : 60° de calcite blanche, submm, digitées.

Vers 50,55 m : Fracture : 16°.

Vers 50,90 m : Fracture : 16°.

Vers 51,00 m : Fracture : 18° (schistosité grossière).

Vers 51,35 m : Veinule environ 60°, de calcite blanche et pyrite.

Vers 51,55 m : Veinule : 65° de calcite blanche.

Vers 51,60 m : Stratification : 80°.

51,70 à 64,85 m : Quartzophyllade formé par l'alternance d'une part, de lits gréseux, grisâtres, à grain fin, micacés, aux formes le plus souvent irrégulières, parfois boudinés, mm à cm.

Vers 51,80 m : Veinule : environ 65° de calcite blanche, submm.

Vers 52,45 m : Fracture : 7°, et veinule : 70° de calcite blanche.

Vers 52,75 m Veinule : 70° de calcite blanche, mm (Epaisseur : 0,001 à 0,002 m).

Vers 53,20 m : Fracture : 21°.

Entre 53,20 et 53,40 m : Veinules de calcite blanche. Deux directions grossièrement perpendiculaires : 60° et 65°.

Entre 53,40 et 53,70 m : longue veinule : 70 à 85°, de calcite blanche avec très localement de la pyrite sur les épontes.

Epaisseur moyenne : 0,002 m.

Entre 53,90 et 54,45 m : Longue fracture : 83°, à placage local de calcite blanche.

Vers 54,20 m : Stratification : 75°.

Vers 54,45 m : Fracture : 6°.

Vers 54,65 m : Fracture : 72° à placage local de calcite blanche et très localement de pyrite.

Vers 54,80 m : Fracture : 9°.

Entre 54,85 et 55,00 m : Fracture : plus ou moins 70° à fin placage local de pyrite.

Entre 55,00 et 55,25 m : Fracture : plus ou moins 70° à placage local de pyrite et de calcite blanche.

Vers 55,60 m : Stratification : 70-75°.

Vers 55,90 m : Stratification : 75°.

Vers 56,80 m : Fracture irrégulière et petites veinules mm, de calcite blanche.

Vers 56,95 m : Niveau gréseux grisâtre, à grain fin, pluricm dont la position est énigmatique. En effet, il est oblique, par rapport à la stratification. Il s'agit peut-être d'un remplissage de fracture synsédimentaire.

Vers 57,05 m : Double fracture parallèle : 50°.

Vers 57,20 m : Niveau gréseux grisâtre, à grain fin, cm, oblique par rapport à la stratification.

Vers 57,25 m : Fracture : 50°, minéralisée en pyrite. Epaisseur 0,002 m.

Vers 57,45 m : Niveau gréseux grisâtre, à grain fin, plurim, irrégulier, oblique par rapport à la stratification.

Vers 57,50 m : Fracture : 55°, localement à fin placage de pyrite.

Vers 57,55 m : Double fracture parallèle : environ 55°.

Vers 57,85 m : Fracture irrégulière, environ 60°.

Entre 57,85 m : Fracture irrégulière, environ 60°.

Entre 57,85 m et 58,00 m : Zone très fracturée.

Vers 58,10 m : Fracture : environ 65°, avec pyrite et calcite blanche. Epaisseur : 0,002 m.

Vers 58,20 m : Fracture : 22°.

Vers 58,25 m : Stratification : environ 75°.

Vers 58,55 m : Fracture 28°, remplie de calcite blanche, mm.

Vers 58,80 m : Fracture : 8°.

Vers 58,90 m : Fracture : 8°.

Vers 59,20 m : Fracture : 62°.

Vers 59,70 m : Fracture : 7°.

Vers 59,80 m : Stratification : 70°.

Vers 60,05 m : Fracture : 9°.

Vers 60,50 m : Fracture : 64°, à fin placage limonitique brunâtre.

Vers 61,00 m : Fracture irrégulière : plus ou moins 70°, localement à fin placage limonitique brunâtre.

Entre 61,00 et 61,55 m : Nombreuses veinules de calcite blanche mm, de longueur cm à plurim.

Vers 61,95 m : Fracture : 13°.

Vers 62,25 m : Fracture : 18°.

Vers 62,40 m : Fracture : 10°.

Vers 62,70 m : Fracture : 8°.

Vers 62,90 m : Fracture : 19°.

Vers 63,35 m : Fracture irrégulière avec localement un fin placage de pyrite.

Vers 63,55 m : Fracture irrégulière : 14° avec localement un fin placage de pyrite.

Vers 63,80 m : Fracture : 61°, minéralisée en pyrite. Epaisseur : 0,001 m.

Vers 63,95 m : Fracture : 9°.

Vers 64,00 m : Stratification : 70°.

Vers 64,75 m : Fracture : 51° remplie de pyrite et calcite blanche. Epaisseur : 0,001 m.

Entre 64,80 et 64,90 m : Fracture irrégulière en moyenne 80°, à fin placage de calcite blanche. Epaisseur 1 mm.

64,85 à 73,40 m : Grès grisâtre, à grain fin à moyen, argileux, moins argileux à partir de 69,35 m, réagissant faiblement à l'HCl, localement à lamines pélitiques sombres, submm à mm, parfois cm.

Vers 64,90 m : Fracture : 40° à fin placage de calcite.

Vers 65,05 m : Fracture : 7° à fin placage de calcite.

Vers 65,15 m : Fracture : 28° à fin placage de calcite.

Vers 65,25 m : Fracture : 38° à fin placage de calcite.

Vers 65,55 m : Fracture : 41°.

Vers 66,10 m : Fracture : 15°.

Vers 66,30 m : Fracture : 25°.

Vers 66,45 m : Fracture : 60°, localement à fin placage de pyrite.

Vers 66,60 m : Stratification : 55°.

Entre 66,70 et 66,90 m : Zone fracturée à placage local de pyrite et de calcite blanche.

Vers 67,15 m : Double fracture : 17° et 32°.

Vers 67,60 m : Fracture irrégulière : en moyenne 65°, à placage de calcite blanche et d'oxydes de fer brunâtres et veinules de calcite blanche : en moyenne 10°.

Vers 67,65 m : Fracture : 30°.

Vers 68,05 m : Zone à débitage lamellaire : 30°, à fin placage de calcite.

Vers 68,25 m : Stratification présumée : 18°.

Vers 69,10 m : Fracture : stratification présumée : 53°.

Vers 69,65 m : Fracture : 16°.

Vers 69,80 m : Fracture : 26° localement à fin placage de calcite blanche.

Vers 69,95 m : Fracture irrégulière : en moyenne 30°, localement à fin placage de calcite blanche et d'oxydes noirâtres (oxydes de Fe et de Mn).

Vers 70,15 m : Fracture : 13°.

Vers 70,25 m : Veinule : 68°, à calcite blanche. Epaisseur variable jusqu'à 0,002 m.

Vers 70,40 m : Fracture : 16°.

Vers 70,55 m : Veinule : en moyenne 20°, à calcite blanche. Epaisseur 0,001 à 0,002 m.

Vers 70,75 m : Fracture irrégulière environ 20°, à fin placage d'oxydes de fer brunâtre.

Vers 70,90 m : Fracture : 8°.

Vers 71,15 m : Fracture : 55°, à fin placage de calcite blanche et d'oxydes noirâtres.

Vers 71,50 m : Fracture irrégulière : en moyenne 55°, à fin placage d'oxyde de fer brunâtre et noirâtre et de calcite blanche et veinule de calcite.

Vers 71,80 m : Fracture : 15°.

Entre 71,80 et 72,40 m : Nombreuses veinules parallèles : 60° de calcite blanche, submm.

Vers 72,20 m : Fracture : 37°, à fin placage de calcite blanche.

Entre 72,95 et 73,80 m : Longue fracture irrégulière : en moyenne 5°, localement à fin placage d'oxydes de fer brunâtres ; zone très fracturée.

73,40 à 85,40 m : Quartzophyllade formé d'une part par l'alternance de lits gréseux grisâtres, à grain fin, réagissant localement à l'HCl, mm à pluricm, souvent boudinés, et d'autre part de lits pélitiques sombres, mm à pluricm.

Vers 73,70 m : Stratification : 85°.

Vers 75,10 m : Veinules : 60-70°, de calcite blanche. Epaisseur maximum : 0,002 m.

Vers 75,75 m : Fracture : 6°, stratification 88-89°.

Vers 76,10 m : Veinules discontinues de calcite blanche. Epaisseur : max 0,002 m.

Vers 76,20 m : Fracture irrégulière : en moyenne 30°.

Vers 76,35 m : Fracture irrégulière : en moyenne 35°, localement à fin placage de calcite blanche.

Vers 76,70 m : Veinule irrégulière : 15°, de calcite blanche localement cm.

De 76,80 m : Fracture : 23°.

Vers 77,20 m : Stratification : 85°.

Vers 77,55 m : Fracture : 61°, de calcite blanche.

Vers 77,80 m : Fracture : 8°.

Entre 78,50 et 79,10 m : Stratification : 85-90°.

Vers 79,00 m : Fracture : 15°, à fin placage de calcite blanche.
Vers 79,50 m : Stratification : 80°.
Vers 79,95 m : Fracture : 14°, stratification : 82°.
Vers 80,30 m : Fracture : 13°.
Vers 80,60 m : Stratification subverticale.
Vers 81,65 m : Fracture : 8°.
Vers 81,90 m : Fracture : 4°.
Vers 82,25 m : Fracture : 6°.
Vers 82,60 m : Fracture : 10°.
Vers 83,00 m : Fracture : 21°.
Vers 83,50 m : Fracture irrégulière : en moyenne 27°.
Vers 83,80 m : Fracture irrégulière : en moyenne 60°, localement à fin placage de pyrite.
Vers 83,95 m : Double fracture : 82° et 45°, de calcite blanche. Pyrite sur les épontes.
Entre 84,00 et 84,50 m : Longues veinules de calcite blanche et pyrite, d'inclinaison variable, mm, ramifiées.
Vers 85,20 m : Fracture : 23°.
85,40 à 104,60 m : Grès grisâtre, à grain fin, argileux (très argileux à partir de 104,10 m), micacé, réagissant très localement à l'HCl, avec par endroits des lamines pélitiques sombres, mm à cm.
Vers 85,60 m : Fracture : 22°.
Entre 85,60 et 85,90 m : Veinule : 80° de calcite blanche, submm.
Entre 85,90 et 86,40 m : Longue fracture irrégulière : en moyenne 5°, remplie de calcite blanche et pyrite.
Epaisseur maximum : 0,003 m.
Entre 86,70 et 86,90 m : Veinule : 70° de calcite blanche, épaisseur maximum 0,002 m.
Vers 87,10 m : Fracture : 80°, de calcite blanche avec, localement, de la pyrite sur les épontes.
Epaisseur maximale 0,002 m.
Vers 87,70 m : Stratification : environ 70°.
Vers 87,95 m : Fracture : 0°.
Vers 88,00 m : Fracture : 15° avec pyrite.
Vers 88,15 m : Fracture : 18°.
Vers 89,30 m : Fracture : 17° minéralisée en pyrite.
Entre 89,30 et 89,50 m : Veinule de calcite blanche, mm et submm, décrochée par des petites failles à très faible rejet.
Vers 89,95 m : Fracture : 34°.
Vers 90,05 m : Veinule : 5° de calcite blanche accompagnée de limonite brun-rougeâtre.
Vers 90,25 m : Fracture : 25° minéralisée en pyrite.
Vers 90,55 m : Veinule irrégulière : en moyenne 50°, de calcite blanche.
Vers 90,70 m : Fracture : 45° localement minéralisée en pyrite.
Vers 90,95 m : Fracture : 44° minéralisée en pyrite.
Vers 91,05 m : Fracture : 34° minéralisée en pyrite.
Vers 91,50 m : Veinule : 25° de quartz et calcite blancs avec localement, de la pyrite sur les épontes.
Epaisseur 0,028 m.
Vers 91,55 m : Fracture : 6° localement minéralisé en pyrite.

Vers 92,10 m : Veinule : en moyenne 10° de quartz et calcite blancs. Epaisseur : 0,005 m
 Vers 92,30 m : Fracture : 35° localement à fin placage de pyrite.
 Vers 92,60 m : Fracture : 35°.
 Vers 93,00 m : Fracture : 30°.
 Vers 93,15 m : Filonnet : 23° à quartz et calcite blancs. Epaisseur : 0,02 m.
 Vers 93,22 m : Fracture irrégulière subhorizontale localement à fin placage de pyrite.
 Vers 93,75 m : Fracture : 32°.
 Vers 93,80 m : Fracture : 40°.
 Vers 94,20 m : Fracture : 54° remplie de calcite blanche et pyrite en cristaux parfois mm.
 Vers 94,35 m : Fracture : 40° avec calcite blanche et pyrite en cristaux parfois mm.
 Epaisseur 0,003 à 0,004 m.
 Vers 94,42 m : Fracture : plus ou moins 40° avec calcite blanche.
 Vers 94,46 m : Veinule : 10° de quartz et calcite blancs et localement pyrite. Epaisseur 0,006 m.
 Vers 95,02 m : Veinule subhorizontale de quartz et calcite blancs. Epaisseur 0,005 m.
 Vers 95,20 m : Fracture : 13°.
 Vers 95,70 m : Veinule : en moyenne 30° de quartz et calcite blancs. Epaisseur 0,001 à 0,003 m.
 Vers 96,00 m : Filonnet : 27° de quartz et calcite blancs et très localement de pyrite altérée. Epaisseur 0,02 m.
 Vers 96,55 m : Fracture irrégulière : en moyenne 55° à fin placage de calcite blanche et de limonite brunâtre.
 Vers 96,75 m : Fracture : 36° minéralisée en pyrite.
 Vers 97,87 m : Veinule : 15-20° de quartz et calcite blancs. Epaisseur variable 0,001 à 0,006 m.
 Entre 98,15 et 98,65 m : Nombreuses veinules : 50-70° de quartz et calcite blancs, subm à mm.
 Vers 98,78 m : Fracture : 38° à fin placage de calcite blanche.
 Vers 98,95 m : Veinule : 53° de calcite blanche.
 Vers 99,40 m : Fracture : 5° localement à fin placage de pyrite
 Vers 99,75 m : Veinule : 60° de calcite et quartz blancs, submm.
 Vers 99,85 m : Veinule : 45° de calcite et quartz blancs.
 Vers 100,80 m : Veinule : 8-9° de calcite et quartz blancs.
 Epaisseur 0,002 m. Fracture grossièrement parallèle à la veinule à fin placage de pyrite.
 Vers 101,20 m : Veinule : 60° de quartz et calcite blancs. Epaisseur : 0,003 m.
 Vers 102,45 m : Fracture irrégulière : environ 20°, minéralisée en pyrite. Epaisseur 0,001 m.
 Vers 102,55 m : Veinule : 40° minéralisée en pyrite et calcite blanche. Epaisseur 0,005 m.
 Vers 103,40 m : Fracture irrégulière : 45° minéralisée localement en pyrite.
 Vers 103,60 m : Veinule : 50°, minéralisée en pyrite, submm.
 Entre 103,85 et 104,10 m : Zone fracturée. Veinule d'inclinaison changeante de quartz et calcite blancs. Epaisseur variable 0,001 à 0,007 m.
 Vers 104,10 m : Fracture : 17°.
 Vers 104,30 m : Fracture : 17°. Fracture : 50° à fin placage de calcite blanche.
 104,60 à 104,90 m : Quartzophyllade formé d'une part par l'alternance de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, micacés, cm et d'autre part de lits pélitiques sombres, mm à cm.
 Base du sondage à 104,90 m.

REMARQUES

- 1) Les fines lamines pélitiques sombres, submm à parfois cm, obliques par rapport à la stratification, déterminent une schistosité grossière dont l'inclinaison varie de 10 à 30° environ.
- 2) Une lecture continue de la radioactivité au scintillomètre GEC-Elliott Type 1957A indique une valeur avoisinant les 9-10, micro R/h sur toute la longueur du sondage. Aucune anomalie radiométrique marquante n'a pu être détectée.

III. Diagraphies-interprétation (J.M. CHARLET)

1°) Introduction, mode de traitement

Les campagnes de diagraphies ont été réalisées par DIASOL, le Professeur Charlet J-M (FPMs) assurant le contrôle des mesures sur le terrain et l'interprétation. L'appareillage utilisé est un système de la "Robertson Research Geologing" équipé d'une sonde pour les diagraphies nucléaires. Deux types de diagraphies ont été réalisées :

- gamma-total naturel ou GR : détecteur NaI (TI) de 2"/1"1/2.
- gamma-gamma ou log de densité avec deux types d'écartement entre les détecteurs NaI (TI) et une source au Cs137 (LSD ou long spaced density avec un détecteur 2"/1" et HRD ou high resolution density encore appelé short spaced density avec un détecteur 2"/1/2"). L'outil utilisé est appelé TRI.

La vitesse de remontée de l'outil adaptée à la constante de temps (2 sec) a été de 3m/minute. Les conditions normales de travail consistent en un enregistrement simultané de la GR - LSD - HRD. Toutefois nous avons déjà pu constater qu'une interprétation quantitative de la GR enregistrée dans ces conditions étaient gênées par l'influence de la source Cs sur la GR (pic de réflexion parasite dès que la sonde passe le niveau de la nappe, déplacement de la ligne de base...). Aussi avons-nous demandé l'exécution de deux opérations successives : GR+LSD et HRD (avec source). GR + LSD (sans source). Le détecteur LSD joue alors le rôle d'une seconde GR moins sensible puisque le volume du détecteur LSD est plus faible. Les données de DIASOL sont fournies sous une forme digitalisée (taux de comptage tous les 5 centimètres). Un programme a été écrit pour lire les cassettes, procéder au recalage en profondeur (en tenant compte de la distance entre les détecteurs) et traiter les données. Les moyennes des taux de comptage (en cps) et les dispersions peuvent être calculées par passe. Un programme de convolution des données a en outre été transposé pour les besoins de l'étude du TRS 80 modèle 2 à l'AT. Ce programme est conduit en utilisant la méthode itérative de Scott I.H. (1961) qui consiste à découper l'anomalie radioactive réelle en couches d'épaisseur standard et de concentrations ajustables de telle manière que l'ensemble génère une anomalie globale analogue à la déflexion réelle observée. La forme d'anomalie engendrée par une couche standard a été calculée grâce à la formule d'Alekseev et Grammakov reprise et adaptée par A. Schmitt (1978). Le calcul de l'intégrale d'Alekseev et Grammakov a été mis sur microordinateur TRS 80, modèle 2 par J-L. Walem et la méthode de Scott, dans son principe même, a été adapté pour les besoins de nos études. Alors que dans sa version primitive la méthode de Scott se base sur une anomalie de couche standard enregistrée sur modèle, la version adaptée calcule la forme de l'anomalie en prenant compte les paramètres physiques et géométriques de sondage. Pour le calcul des teneurs, l'épaisseur de la couche standard a été fixée à 20 centimètres, les coefficients adoptés pour la contribution des couches

adjacentes (déterminées à partir de l'équation d'Alekseev et Grammakov) ont été de 30% et de 6%. Le calcul passe par passe de 20 centimètres a été mené de la manière suivante : soit I_i le taux de comptage mesuré pour la passe i . On détermine une valeur I_i nouvelle telle que : $I_i = 6 (g_{i-2} + g_{i+2}) + 30 (g_{i-1} + g_{i+1}) + 100 g_i$ en % de la contribution des passes adjacentes et on compare I_i à I_i . On détermine alors une nouvelle valeur de g_i telle que $g_i = g_i + (I_i - I_i)$, le calcul étant mené par itérations successives jusque des valeurs telles que I_i est voisin de I_i . Les valeurs initiales de g_i sont données par $g_i = I_i \times 0,64$ ($0,64 = 100 - (30+6)$ en %). Les intensités exprimées en cps sont converties en teneurs eU à partir d'un coefficient de calibrage déterminé préalablement.

2°) Interprétation

a) Anticoïncidence

Une première approche a consisté à sélectionner une série de passes par l'examen qualitatif des diagraphies, passes choisies pour correspondre à de bons contrastes de taux de comptage. La radioactivité Beta + Gamma totale a été mesurée grâce à une technique en anticoïncidence.

L'appareillage utilisé est un Intertechnique RA12 constitué de deux compteurs (un compteur de garde et un compteur de mesure) à flux gazeux (hélium-isobutane) placé dans un château de vieux plomb de 10 cm d'épaisseur. La technique de l'anticoïncidence qui élimine systématiquement les rayonnements qui frappent le compteur de garde et de mesure permet d'obtenir un bruit de fond qui ne dépasse pas 2,5 à 3,5 coups par minute. Les essais ont été réalisés sur 5 gr de matière en effectuant 6 comptages de 10 minutes et la radioactivité a été ramenée en coups par minute et par gramme. Les taux de comptage ont été ensuite convertis grâce à un calibrage préalable en eU (taux de comptage que l'on obtiendrait pour un échantillon contenant X ppm U en équilibre radioactif). Les résultats sont présentés au tableau 1 colonne eU-2.

b) Etude du sondage

Une faible zone anomalique complexe se dégage de la diagraphie au voisinage de la surface entre les profondeurs 2-10 m (1,4 - 7,10 m en valeurs corrigées). L'eU moyen atteint 17,7 ppm (tableau 2) avec des teneurs estimées en uranium de 7 à 8 ppm. Il s'agit probablement d'une série de fractures minéralisées analogues à celles localisées en affleurement dans la carrière. De la profondeur 10 à 80-90 m. Les valeurs moyennes (tableau 2) sont typiques d'un faciès schistogréseux (12 à 14 eU en ppm). Les anomalies ponctuelles apparaissent toutefois fréquentes (plus de 10% des valeurs calculées) et ce jusque 80-90 m avec un maximum entre 50-60 m. On peut interpréter ces anomalies ponctuelles comme liées à une série de fractures minéralisées. En vue de vérifier le bien fondé de cette interprétation, les contenus des fractures ont été analysées par anticoïncidence (tableau 3) atteignant 200-300 ppm en eU et ce jusque des profondeurs corrigées de 40 à 50 m. L'influence de ces fractures est cependant noyée en diagraphie par l'effet de matrice et ne se traduit que par une série d'anomalies ponctuelles à 20-25 ppm en eU.

A partir de la profondeur de 90 m (63 m en valeur corrigée) la valeur moyenne tombe à 8-9 ppm en eU (tableau 2), valeur que l'on peut attribuer à l'existence d'une lithologie plus gréseuse.

IV. Interprétation des données des observations de terrain

Cette interprétation a surtout porté sur l'examen de la fracturation. En effet les données antérieures avaient établi la liaison entre les anomalies radiométriques et des fractures ouvertes à remplissage limonitique. Au-delà même de cette constatation il avait été montré qu'une famille de fracture d'orientation N100 - N110 est porteuse de ces anomalies uranifères. Le relevé systématique des fractures (orientation géométrique prise à partir de l'axe du forage) permet de construire les histogrammes de la figure 3. On peut en tirer que 2 familles de fractures représentent 84% des mesures faites, que l'une d'entre elles (A) constitue plus de 50% de la population. Si l'on considère les ensembles plus restreints de fractures à remplissage limonitique et/ou calcitique on observe que la famille A perd de son importance devant la famille B qui dans tous les cas représente alors plus de 60% de la population. Il apparaît donc que, sur ce sondage, on puisse déterminer la présence de deux familles de fractures et établir que les remplissages de toute nature se rencontrent, tout comme à l'affleurement, préférentiellement dans l'une d'entre elles. Il sera donc intéressant d'observer les résultats des analyses radiométriques sur les remplissages (cf. VI-2).

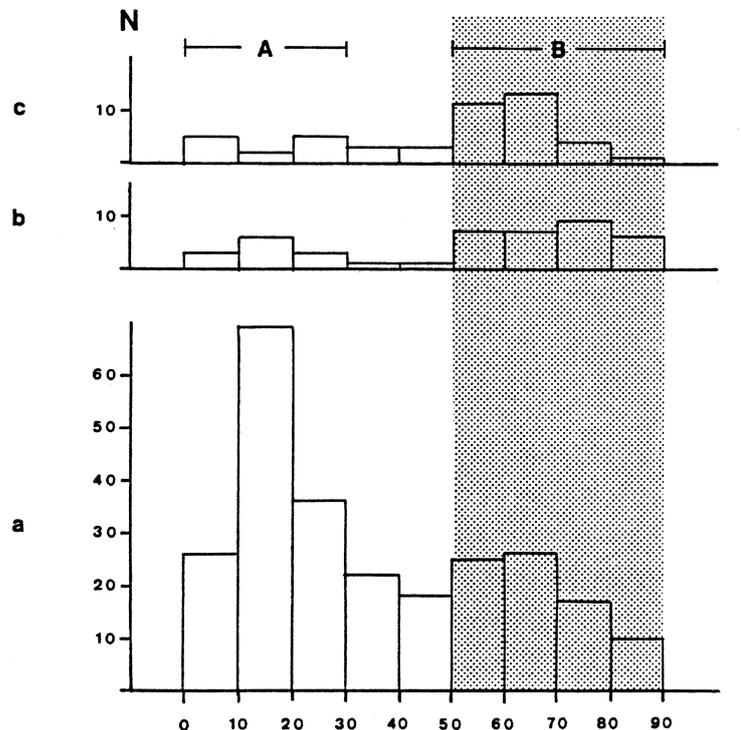


Figure 3. Histogramme de distribution des orientations des fractures mesurées à partir de l'axe des carottes. N est exprimé en % et I en degrés.

a : toutes fractures confondues; b : fractures à remplissage limonitique; c : fractures colmatées par de la calcite et/ou du quartz. Le grisé met en évidence la famille B qui est celle des fractures à remplissage. Ce dernier, à l'affleurement lorsqu'il est limonitique, est souvent à teneur anormale en uranium.

V. Présentation des faciès pétrographiques

Les faciès rencontrés appartiennent tous au Gedinnien inférieur. Seuls les échantillons du haut du sondage sont attribuables aux quartzophyllades de Braux (-5 m). Ceci au sens faciologique du terme puisque nous ne disposons pas dans cette zone d'éléments de datation. Le reste des carottes a une coloration de gris bleu à noir qui "caractérise" les phyllades de Levezey (E. ASSELBERGHS, 1946).

Le sciage en long a permis la mise en évidence de quelques structures tectonosédimentaires intéressantes (cf planche I et commentaires).

VI. Etudes géochimiques et radiogéochimiques

1°) Introduction

Outre l'intérêt lié à la prospection de l'uranium l'un des objectifs principaux de la campagne était d'établir une caractérisation géochimique et radiogéochimique des faciès rencontrés. Sur l'ensemble des 104,90m de carotte (soient 74,20m en corrigeant la profondeur atteinte de l'inclinaison du sondage) nous avons sélectionné 11 échantillons représentatifs des différents faciès.

2°) Etude radiogéochimique

a) Etude des remplissages de fractures et de l'encaissant (figure 4).

Le peu de matière récolté nous a conduit à ne réaliser que des études de radioactivité globale. Les résultats sont présentés en figure 4 et tableaux 3 et 4. Il en ressort immédiatement que les remplissages limonitiques sont nettement plus radioactifs que la roche encaissante. Ce fait d'observation va dans le même sens que ce qui était déjà connu. En outre, il apparaît que la radioactivité est directement liée au caractère limonitique du remplissage. Ce dernier caractère disparaît avec la profondeur du fait de la fermeture des fractures qui sont également de moins en moins nombreuses ou alors colmatées par des remplissages calcitiques, pyriteux voir même quartzeux. Le caractère superficiel et supergène de ces anomalies se confirme ainsi. La faible masse de ces remplissages explique qu'ils n'aient que peu d'influence en diagraphie et/ou en spectrométrie gamma au laboratoire. Nous avons donc "vu" les racines extrêmes de cette anomalie. En outre, le contrôle tectonique déjà observé à l'affleurement semble confirmé ici encore.

b) Dosage en spectrométrie gamma de l'U - Th - K20 (tableau 5 et figure 4).

Les analyses réalisées confirment les observations faites à partir des analyses en anticoincidence et de la diagraphie. Les teneurs en radioéléments sont normales. Seul un échantillon (n°1) paraît avoir concentré faiblement, l'uranium. C'est un quartzophyllade, très grossier à boules de grès montrant une altération ferrugineuse. Les solutions chimiques drainant les couches les plus superficielles *per descensum* peuvent avoir favorisé cette concentration limitée.

Pour ce qui est des autres échantillons, il est possible de dire qu'ils sont caractéristiques des faciès régionaux rencontrés dans ce sondage à savoir des phyllades à forte charge siliceuse, des quartzophyllades parfois très gréseux et des grès à forte charge argileuse.

3°) Etude géochimique

a) Introduction

Les échantillons étudiés en spectrométrie gamma ont fait l'objet de plusieurs autres analyses : le dosage de la silice libre permettant de caractériser rapidement les faciès et de prendre en compte la part de SiO_2 qui n'est pas associée aux argiles : dosage des majeurs et traces par fluorescence X et enfin, celui d'un nombre assez important d'éléments chimiques par activation neutronique. L'objectif de ces analyses est de tenter de caractériser ces faciès rocheux par leur chimie.

b) Dosage de la silice libre (figure 4 et tableau 6)

La figure montre qu'à l'exception d'un échantillon (n°4), la lithologie décrite précédemment correspond à une réalité chimique, les fluctuations du taux de silice libre accompagnent celle du caractère plus ou moins arenacé du sédiment. L'échantillon n°4 est un grès dont la charge pélitique est plus proche que celle d'un quartzophyllade (galets mous, "copeaux" pélitiques ?...) que d'un grès même argileux. L'échantillon n°1 a fait l'objet de deux analyses (1a et 1b), ceci du fait de sa grande hétérogénéité. C'est en fait une quartzophyllade à boules de grès très importantes. Les résultats illustrent bien la chose : la gangue (1a) montre un taux de SiO_2 libre comparable à celui des autres quartzophyllades alors que les boules gréseuses (1b) montrent un taux de SiO_2 libre du type de celui d'un gré franc.

c) Dosage des majeurs par fluorescence X (figure 5 et tableau 7)

Ces dosages ont été réalisés dans et par le service de géochimie du Professeur J.C. Duchesne de l'Université de Liège.

L'examen des résultats ne révèle pas d'anomalies, ils traduisent le caractère plus ou moins arenacé ou plus ou moins pélitique du matériel.

d) Dosage des éléments traces par fluorescence X (figure 6 et tableau 7).

Pas plus que pour les radioéléments ou que pour les majeurs nous ne rencontrons d'anomalies marquantes. Seul le cérium paraît, sur un échantillon, montrer une concentration un peu forte : 154 ppm, la concentration moyenne des shales, prise comme référence dans la littérature est de 48 ppm). Nous reviendrons plus loin sur le comportement des terres rares.

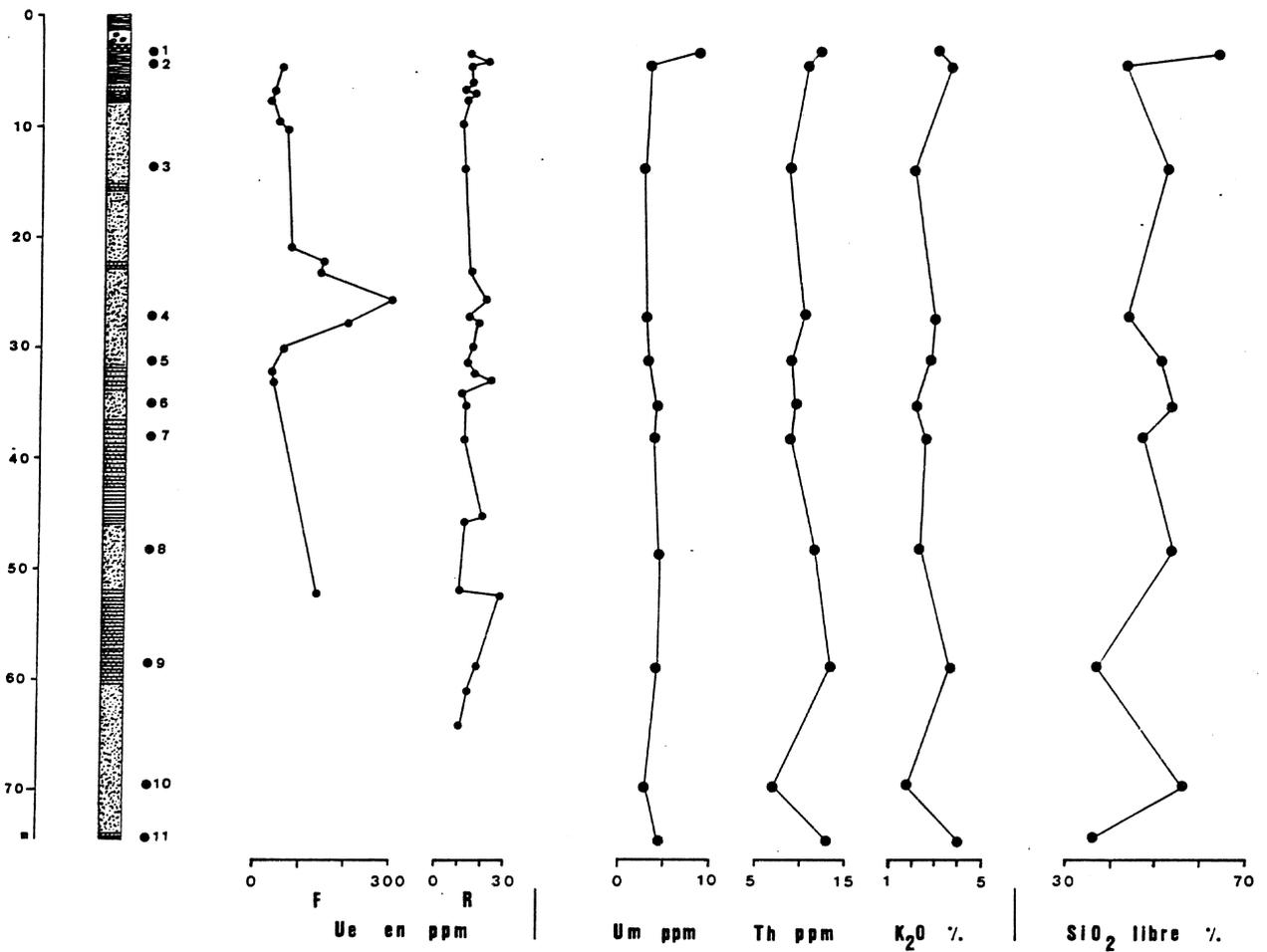


Figure 4. Sondage de la carrière d'Oizy.

A. Estimation par anticoïncidence des teneurs en uranium des remplissages de fracture (F) et de l'encaissant (R).

B. Teneurs en radioéléments des roches rencontrées, mesurées par spectrométrie gamma.

C. Proportion de silice libre contenue dans ces mêmes roches.e) Dosage par activation neutronique (figure 7 et tableau 8).

e) Dosage par activation neutronique (figure 7 et tableau 8).

Les échantillons du sondage de Oizy ont été dosés par activation neutronique par "Physics and radioisotopes services" à Cleveland (G.B).

Si nous ne considérons pas les terres rares, les logs de la figure 7 illustrent que les roches analysées sont normales.

f) Les terres rares (TR) (figure 8 et 9 tableaux 9 et 10)

Les teneurs en 6 terres rares (TR) (Lanthane, Néodyme, Europium, Ytterbium, Lutétium et Cérium), plus l'Yttrium ont été mesurées, pour l'ensemble des échantillons. Il ne faut pas prendre en compte la teneur en Nd de 3 échantillons car en dessous des limites de détection (selon l'analyste) (cf tableau 9). La normalisation a été faite par rapport aux shales. Les spectres de chaque échantillon ont été établis ainsi que celui de la teneur moyenne (fig.8), ils montrent une relative richesse en TR légères (La, Ce, Nd). Si on les compare au spectre de TR des remplissages de fractures minéralisées (limonite et uranium) de la carrière de Oizy et de la région on constate qu'ils sont notablement différents. Ils montrent un net déficit en TR légères mais aussi en TR lourde. Ceci illustre que les conditions d'oxydation ont joué un rôle important lors de la genèse des anomalies radiométriques. Le fait que les remplissages de fractures comportent une part non négligeable de matériel hérité de l'encaissant semble avoir aussi une influence.

L'examen de la figure 7 indique que seul l'échantillon n°5 semble montrer un excès en TR. C'est un grès qui pourrait renfermer quelques minéraux porteurs de TR (monazite,...).

VII. Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 micromètres (diffraction X) (figure 10 et tableau 11).

Les analyses et identifications de minéraux argileux ont été réalisées par J.F. Deconninck du laboratoire de Dynamique sédimentaire de l'UFR des Sciences de la Terre de l'Université des Sciences et Techniques de Lille-Flandres-Artois (France).

L'objet de ces analyses était d'identifier et d'établir les proportions en minéraux argileux contenus dans la fraction inférieure à 2 micromètres. La composition minéralogique de cette fraction est essentiellement basée sur le couple illite-chlorite bien connu dans les échantillons du Dévonien inférieur de l'Ardenne. Dans le cas du sondage de Oizy, on doit y ajouter la smectite qui, modestement, apparaît dans les échantillons au-delà de 10 m de profondeur (côte corrigée). Les minéraux argileux sont accompagnés de quartz et feldspaths d'autant plus nombreux que le faciès est plus gréseux.

VIII. Traitement statistique des données

L'ensemble des données a été traité par analyse en composantes principales (A.C.P), la masse de données en notre possession a rendu nécessaire d'opérer en plusieurs phases. Les résultats obtenus sont présentés dans les figures 10 à 12 et les tableaux 12 à 14. Il est certain que les échantillons traités ici sont trop peu nombreux mais les résultats peuvent déjà faire l'objet de quelques commentaires.

L'ensemble des données de la campagne de sondages dans le Dévonien inférieur sera repris dans une synthèse générale. Le traitement des analyses en diffraction X (DIFX) et fluorescence (FLX) (figure 11 et tableau 12) sera le seul commenté car le plus illustratif. Si l'on considère la projection de la position des variables dans le plan F1, F2 on peut déterminer un pôle détritique argileux dont le poids est important (axe 1) qui s'oppose au pôle siliceux sur le même axe. On peut donc envisager qu'il sera possible de caractériser les échantillons à partir de ce dipôle. Pour ce qui est de l'uranium, il semblerait qu'il tende à s'associer au chrome mais pas très nettement. Le point à retenir à ce stade c'est le rôle, habituel, de "réceptacle" pour de nombreux éléments que semblent jouer les argiles, notamment l'illite.

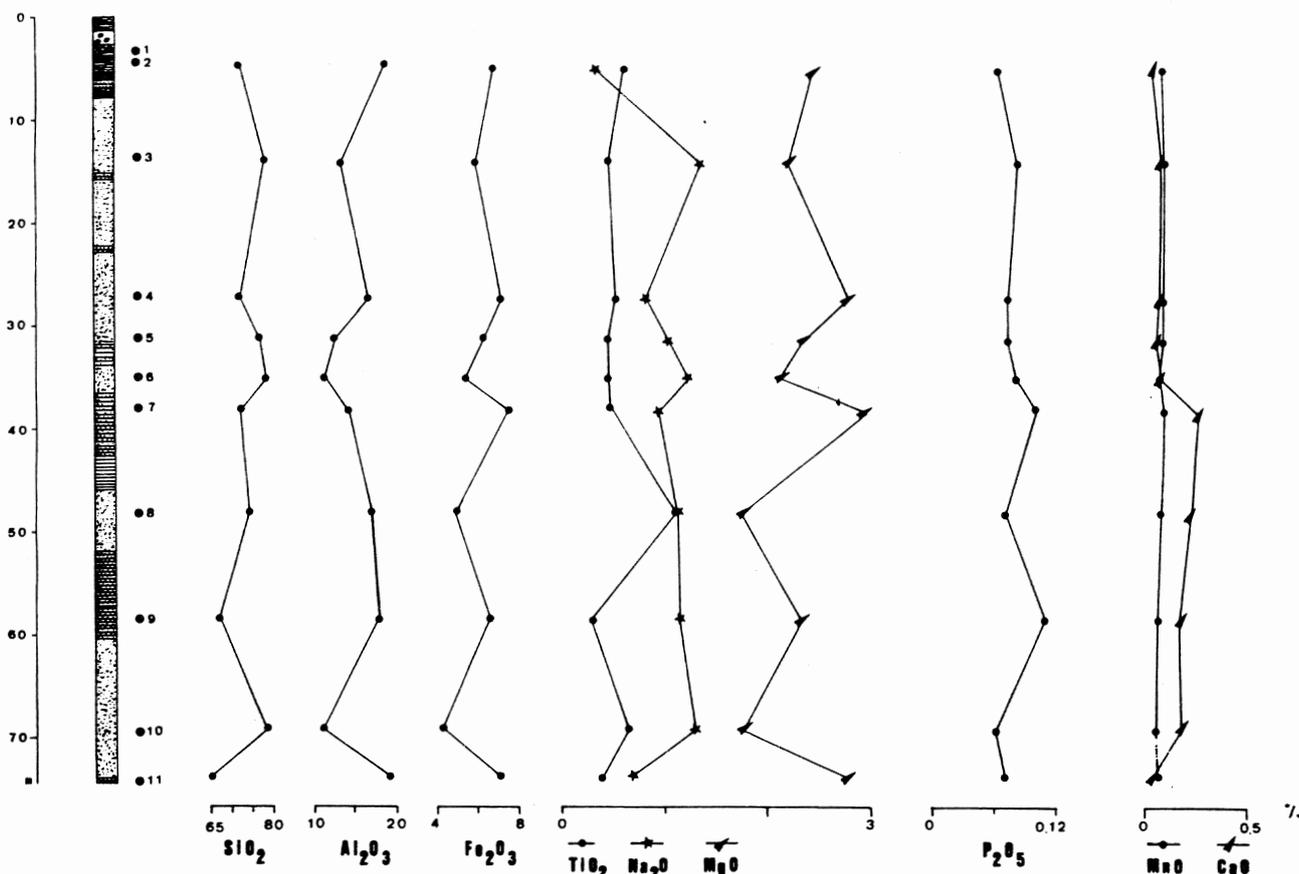


Figure 5. Sondage de la carrière d'Oizy. Dosage des majeurs par fluorescence X.

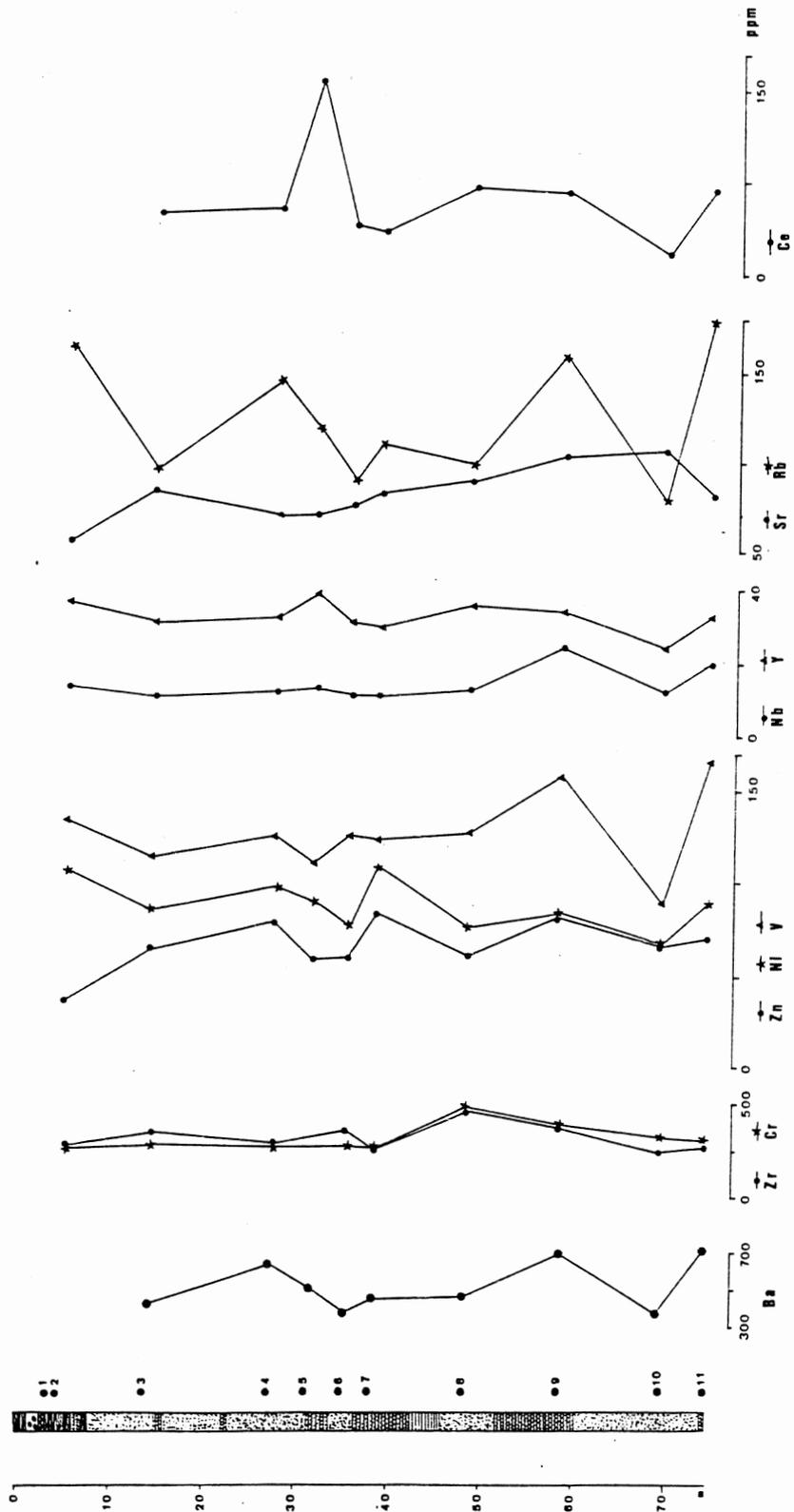


Figure 6. Sondage de la carrière d'Oizy. Dosage des éléments traces par fluorescence X.

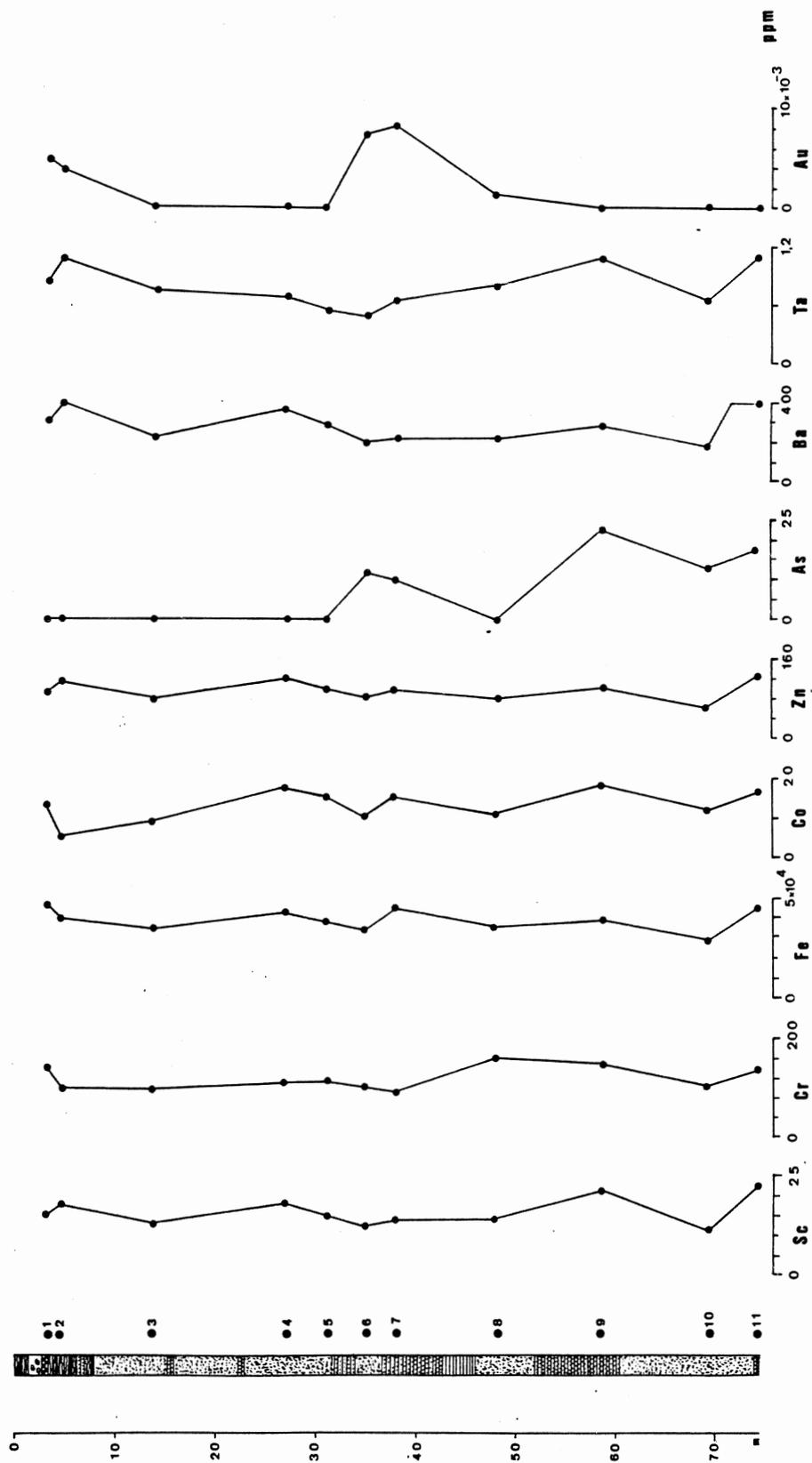


Figure 7. Sondage de la carrière d'Oizy. Dosage par activation neutronique de 9 éléments.

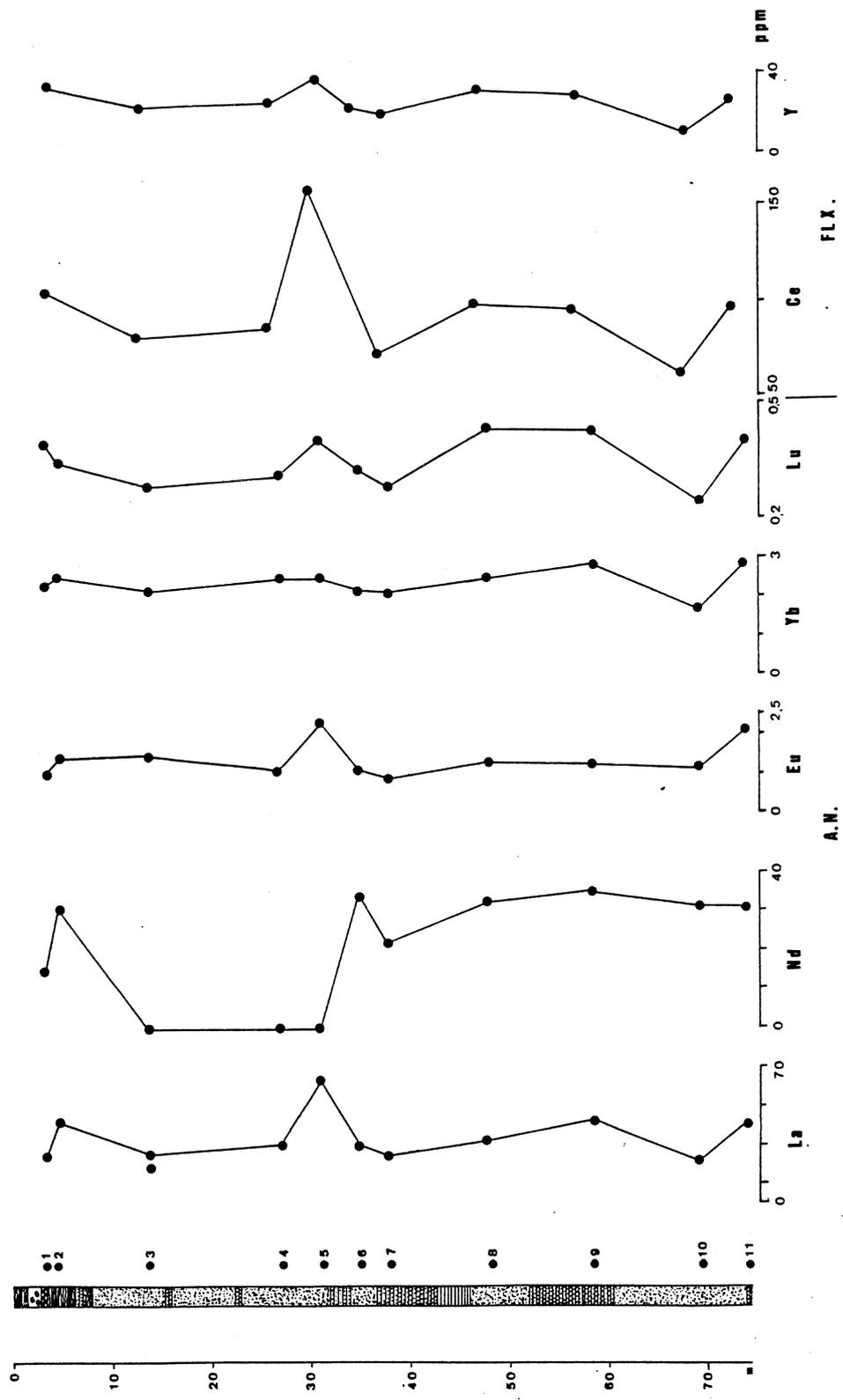


Figure 8. Sondage de la carrière d'Oizy. Dosage des terres rares par activation neutronique (A.N.) ou par fluorescence X (FLX).

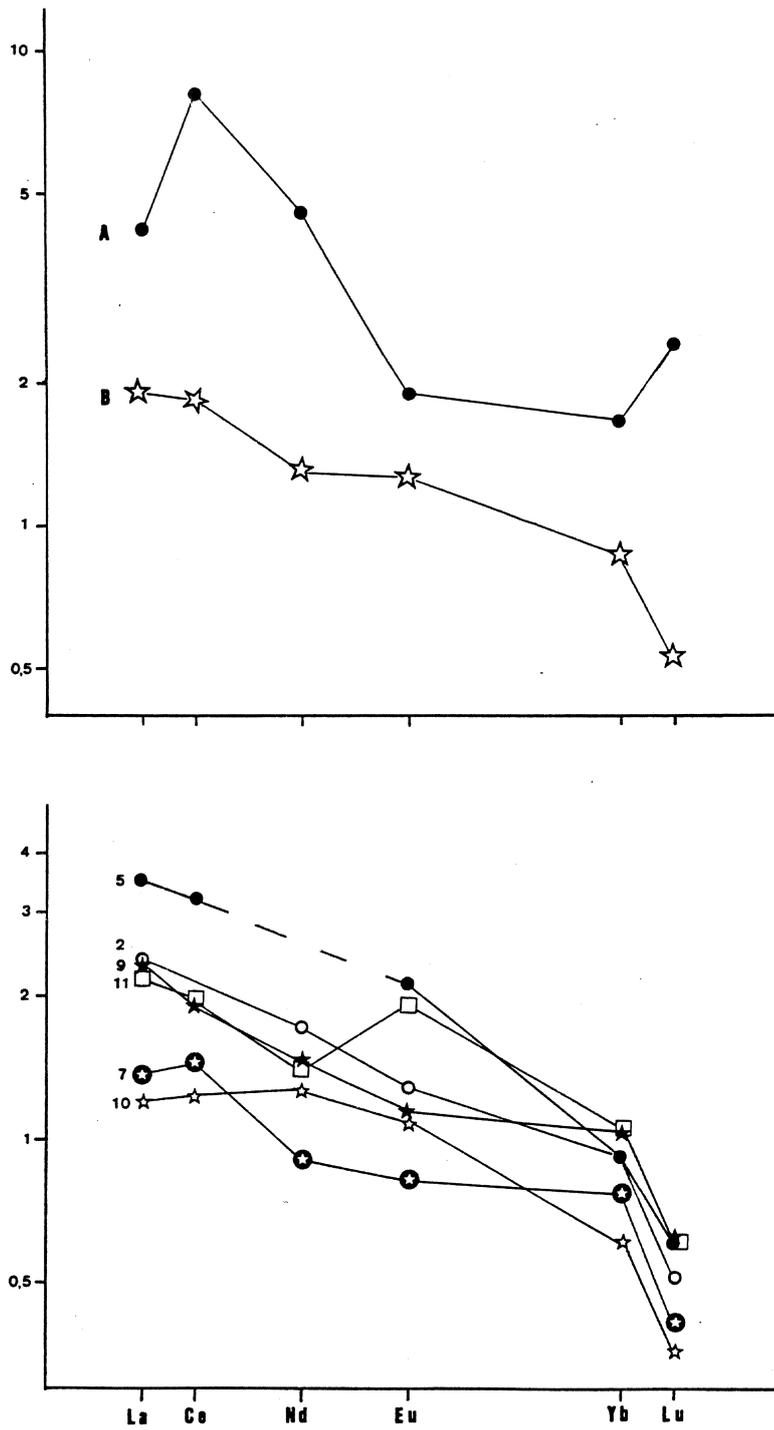


Figure 9. Sondage de la carrière d'Oizy. Spectre des terres rares, normalisation par rapport aux shales.

I : spectres de quelques uns des échantillons.

II : comparaisons entre le spectre moyen des échantillons du sondage (B) et celui des remplissages de fractures connues à l'affleurement (A).

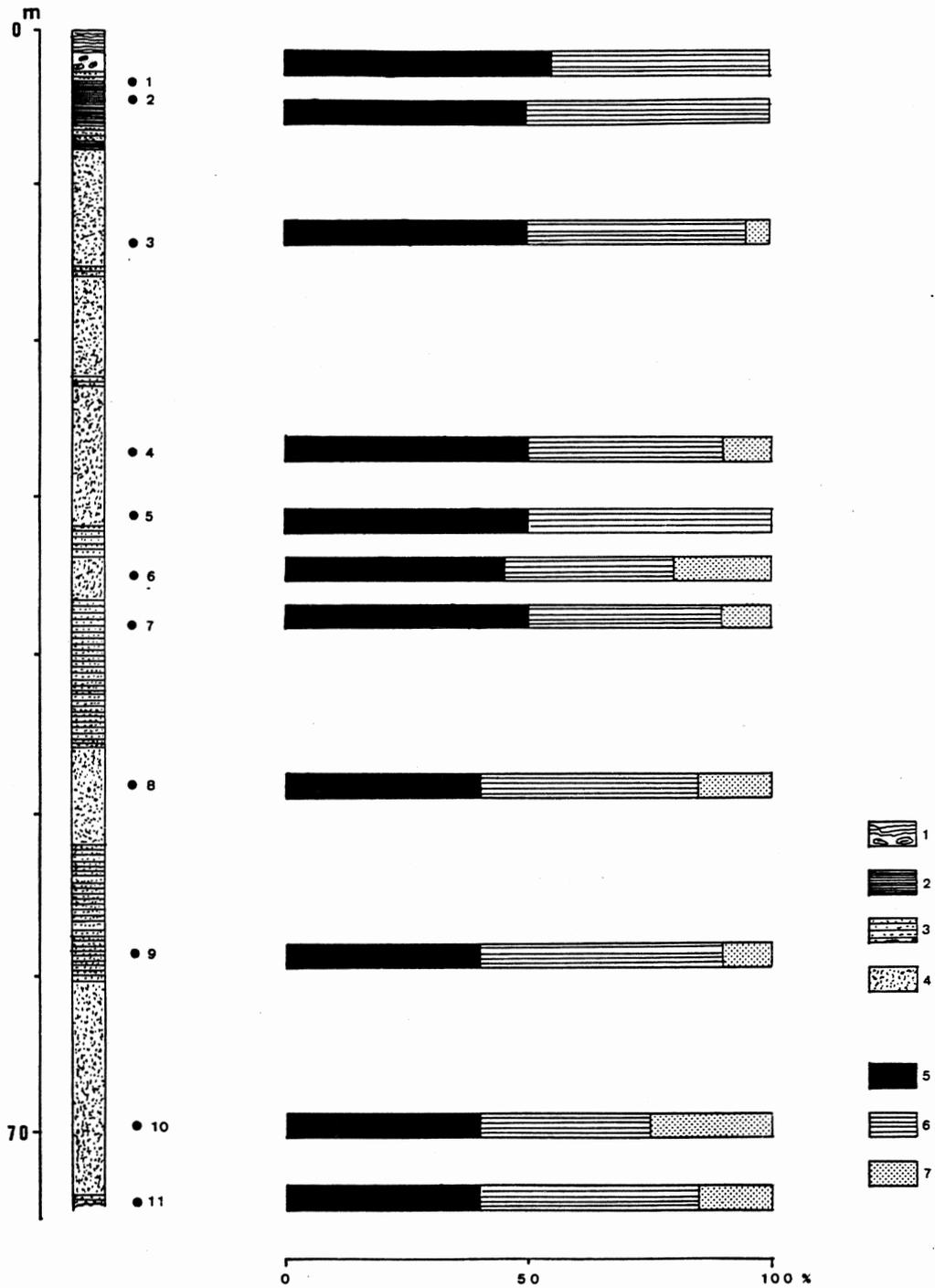


Figure 10. Minéralogie des argiles : composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 micromètres de 11 échantillons étudiés.

1. Couverture et argiles d'altération; 2. Phyllades; 3. Quartzophyllades; 4. Grès; 5. Chlorites; 6. Illites; 7. Smectites.

La position des échantillons dans le même plan F1-F2 semble répondre à ce que l'on attendait ; c'est à dire que les échantillons de grès sont tirés par le pôle silice alors que les échantillons plus argileux se répartissent en fonction de leur charge argileuse et de leur charge géochimique sur ces argiles.

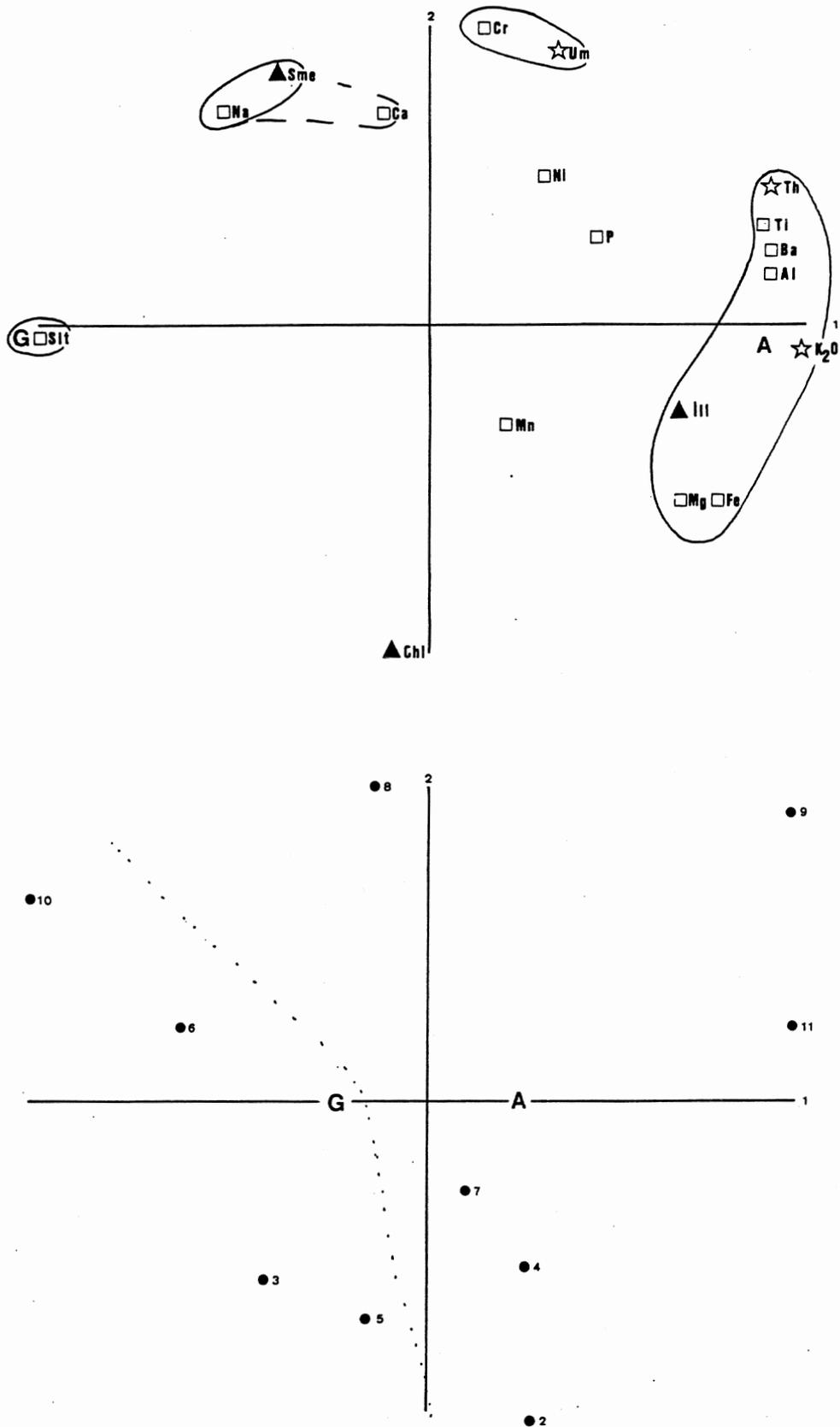


Figure 11. Carrière d'Oizy. Analyse en composantes principales : résultat des analyses en fluorescence X et diffraction X - plan F_1 - F_2 .

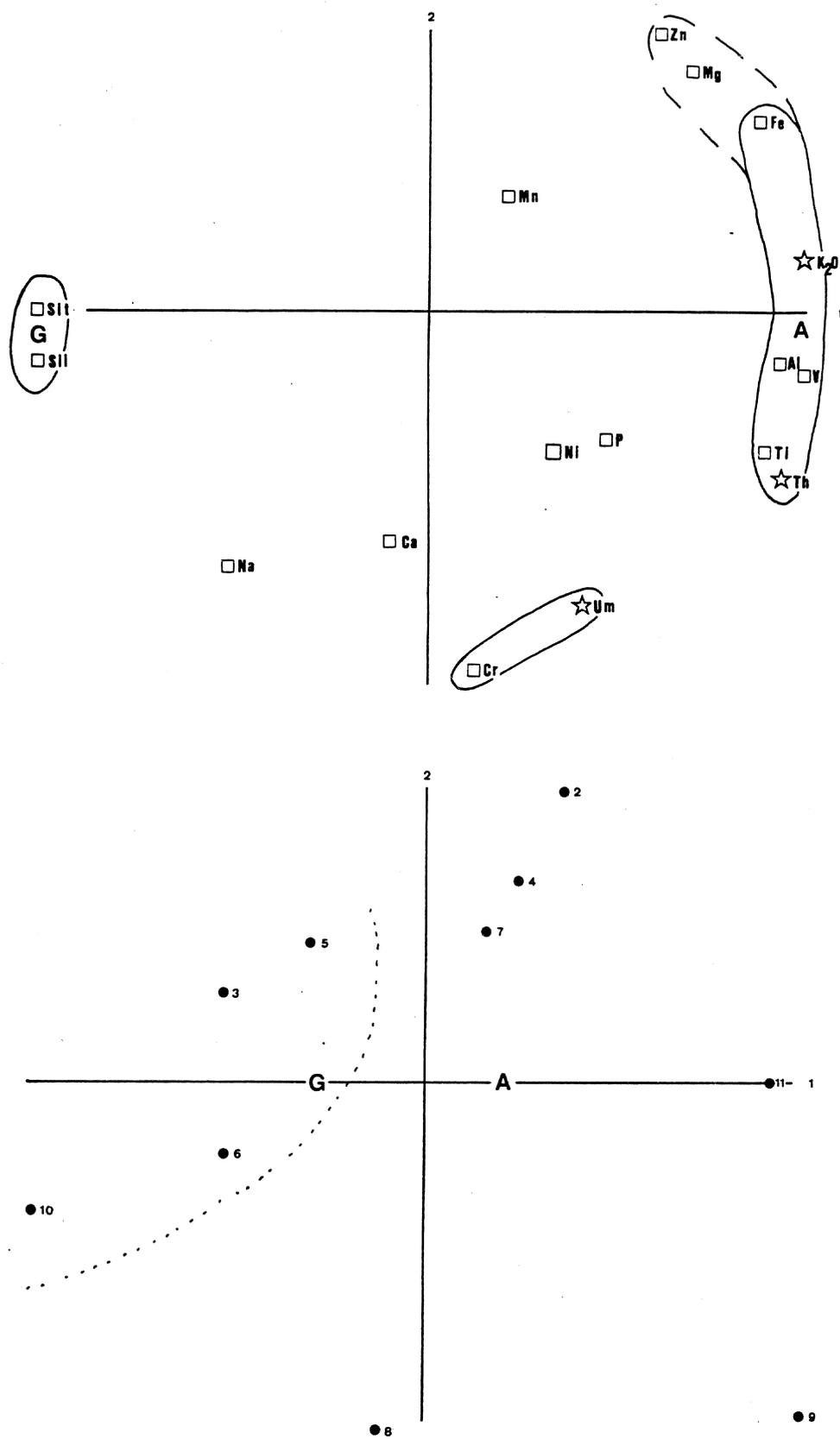


Figure 12. Sondage de la carrière d'Oizy. Analyse en composantes principales : résultats des dosages en fluorescence X et de la spectrométrie gamma - plan F_1 - F_2 .

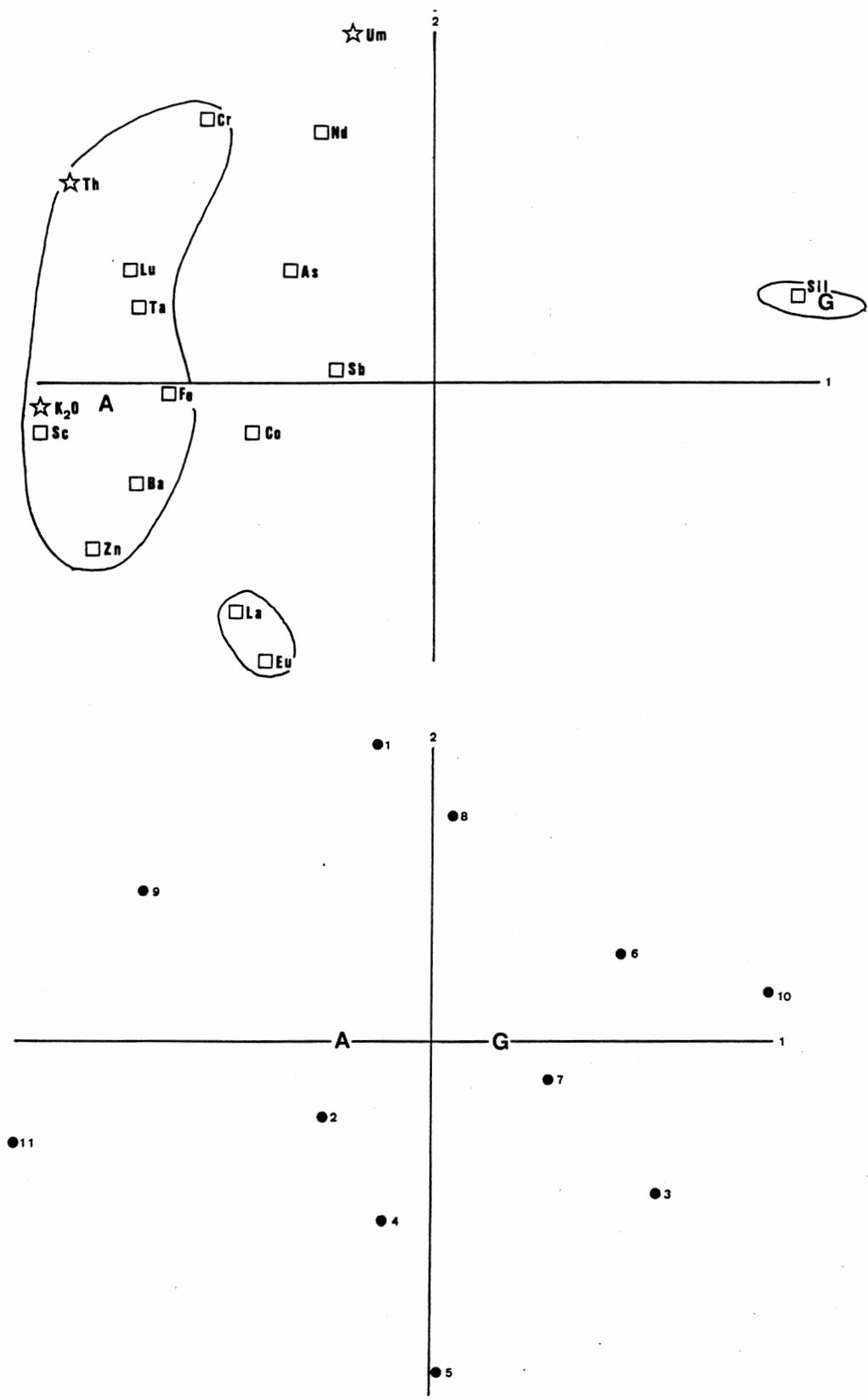


Figure 13. Sondage de la carrière d'Oizy. Analyse en composantes principales des résultats des dosages en activation neutronique et en spectrométrie gamma - plan F_1 - F_2 .

IIIème PARTIE : SONDAGES 207W313, 207W314 ET 207W315 SUR LE SITE URANIFERE DIT "BRIGITTE I" SITUE A MONCEAU EN ARDENNE.

I. Introduction

Les études de surface et de faible profondeur (5 à 10 m) ont débouché sur la mise en évidence d'une structure uranifère à minéraux exprimés (torbernite et autunite). Les cartes de répartition de l'uranium (figure 14) révèlent que l'indice est calé selon une direction N 45° E sur une structure linéaire. L'idée qui avait conduit à la décision du schéma d'implantation des sondages était que l'uranium observé en subsurface était le témoin potentiel d'une minéralisation plus profonde. Ne connaissant pas à priori la direction du pendage de la structure recherchée, il a été choisi de réaliser 2 sondages inclinés, conjugués de 75 m et un sondage de 50 m vertical sur le lieu même de l'anomalie principale.

Les trois sondages ont été décrits (voir II) et diagraphiés (III). En fonction des résultats, il a été choisi pour des raisons budgétaires de porter les efforts analytiques sur le sondage vertical (spectrométrie gamma) et surtout sur le sondage incliné III qui avait révélé une assez forte anomalie uranifère à une profondeur plus importante que ce que nous connaissions déjà (spectrométrie gamma, géochimie,...).

II. Description lithologique des sondages (L. Dejonghe et C. Jodart)

1°) Sondage de Monceau I - Tranlets : 207W313 (figure 15)

Données techniques

- Numérotation Service Géologique de Belgique : 207W313.
- Localisation : sondage implanté sur la commune de Bièvre (Monceau) au SW de l'étang des Tranlets.
- Coordonnées Lambert de l'orifice (repérage P. Van Wichelen) :
X = 196.018
Y = 66.925
Z = 371.929
- Sondage vertical.
- Effectué du 3 décembre 1987 au 29 décembre 1987.
- Pour le compte du Service Géologique de Belgique
- Par la firme EFCO BENELUX
- Sondage, simple carottier, au diamètre intérieur de 165 mm, jusqu'à 3,10 m puis à câble, double carottier, au diamètre intérieur de 85 mm jusqu'à la base.
- Arrêté à la profondeur de 50,20 m.
- Diagraphie effectuée par DIASOL.

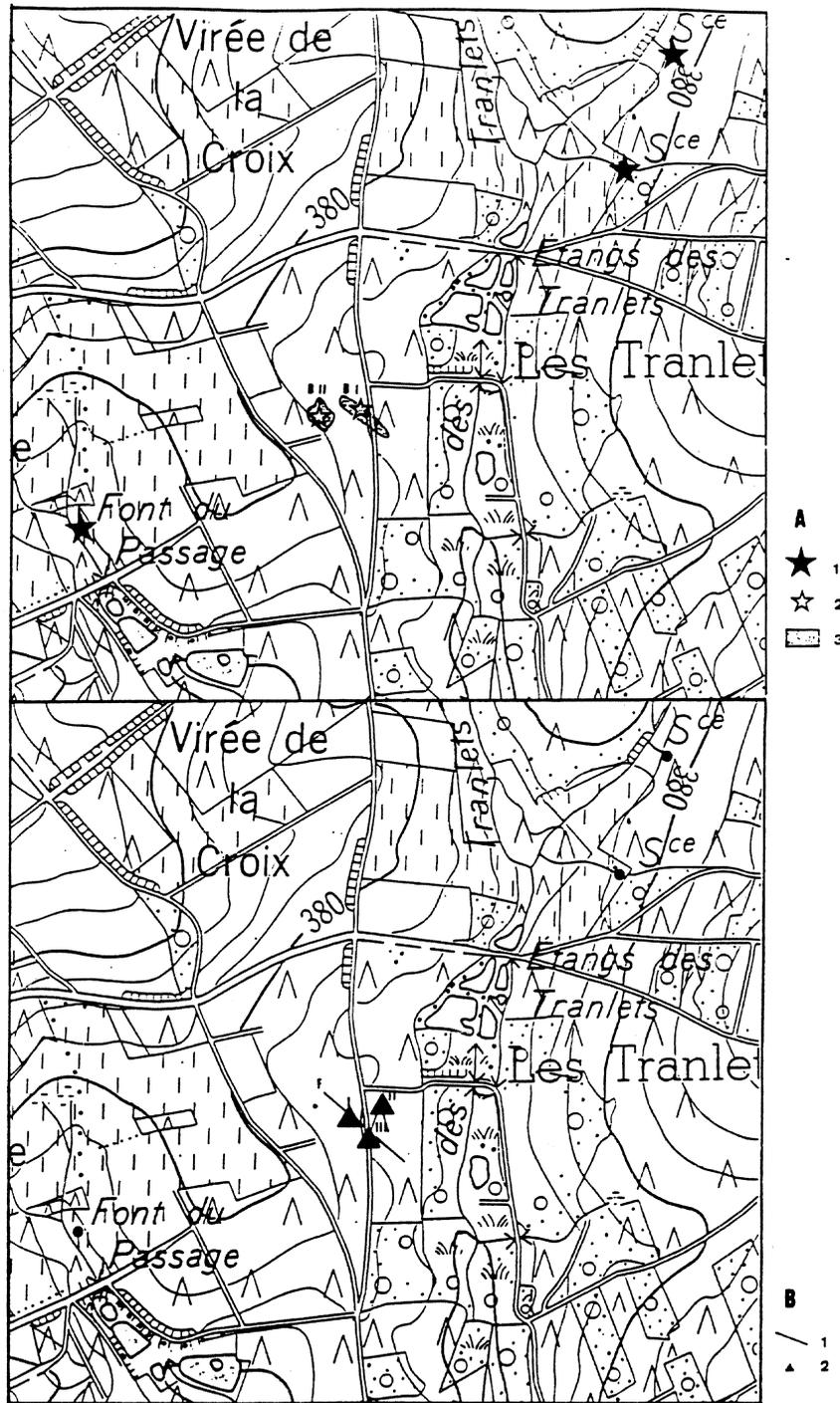


Figure 14. Monceau - Brigitte I.

A. Situation des anomalies et/ou indices radon et uranium.

1. anomalie radon (eaux de source).
2. indice et anomalie en uranium (surface).
3. extension des anomalies de surface.

B. Implantation des trois sondages.

1. faille.
2. sondage.

Description lithologique

0,00 à 0,75 m : Argiles brunâtres progressivement plus claires, avec quelques débris de grès gris-verdâtre à grain moyen, micacé, altéré, souvent oxydé.

0,75 à 1,85 m : Argiles brun-verdâtre, à nombreux débris hétérométriques de grès gris-verdâtre à grain moyen, micacé, altéré, à trace d'oxydation.

1,85 à 3,10 m : Argiles-sableuses gris-verdâtre à nombreux débris hétérométriques de grès gris-verdâtre, à grain moyen, très micacé, altéré.

3,10 à 4,50 m : Grès gris-verdâtre à grain moyen, très micacé, plus ou moins altéré.

Entre 3,10 et 3,30 m : Fractures à fin placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 3,50 m : Niveau : 30° d'argiles verdâtres et limonitiques brunâtres, cm.

Vers 3,65 m : Fractures sécantes : 30° et 60° à fin placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 3,80 m : Fracture : 41°, idem.

Vers 3,90 m : Fracture : 38°, idem.

Vers 3,95 m : Fracture : 40°, idem.

Vers 4,30 m : Fracture : 40°.

Vers 4,35 m : Fracture : 31°.

4,50 à 4,60 m : Argiles-sableuses gris-noirâtre, micacées, à veinules limonitiques brun-rougeâtre, cm

4,60 à 10,60 m : Grès gris-verdâtre à grain moyen, très micacé, plus ou moins altéré, contenant très localement des fines lamines pélitiques sombres, submm.

Vers 4,80 m : Fracture : 5°.

Vers 5,00 m : Cassure irrégulière à fin placage limonitique brun-rougeâtre.

Vers 5,10 m : Niveau : 40° d'argiles verdâtres à fin débris de grés. Epaisseur environ 0,03 m.

Vers 5,30 m : Cassure irrégulière, subverticale, à fin placage limonitique brun-rougeâtre.

Vers 5,45 m : Fracture : 30° à fin placage limonitique brunâtre à noirâtre.

Vers 5,80 m : Fracture irrégulière : 45° en moyenne, à fins débris de grès verdâtre très altéré, à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 6,65 m : Fracture : 40°. Niveau très altéré à débris de grès verdâtre et d'argiles limonitiques brun-rougeâtre.

Entre 6,65 et 6,85 m : Fracture irrégulière subverticale à fin placage limonitique brunâtre et noirâtre

Vers 6,85 m : Fracture irrégulière ; environ 50°, à fin placage limonitique noirâtre.

Vers 7,15 m : Niveau plus ou moins 20° d'oxydation brun-rougeâtre.

Vers 7,35 m : Fracture : 30°.

Vers 7,60 m : Niveau d'oxydation brun-rougeâtre, d'allure irrégulière.

Vers 7,67 m : Fracture : 20° à fin placage noirâtre.

Entre 8,00 et 8,30 m : Zone altérée et fracturée à débris gréseux verdâtres et limonitiques brun-rougeâtre.

Entre 8,40 et 8,85 m : Longue fracture irrégulière, subverticale entre 8,50 et 8,85 m, à fin placage limonitique brun-rougeâtre et noirâtre.

Vers 9,10 m : Fracture irrégulière : 12°.

Vers 9,20 m : Fracture : 2-3°.

Vers 9,35 m : Fracture irrégulière : 8°.

Vers 9,65 m : Fracture irrégulière : en moyenne 30°.

Vers 9,75 m : Niveau d'oxydation brun-rougeâtre et noirâtre, cm, en moyenne 15°.

Vers 9,85 m : Fracture irrégulière : en moyenne 25°, à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 10,40 m : Niveau subhorizontal d'argile limonitique brun-rougeâtre, mm.

Vers 10,55 m : Fracture : 16° à fin placage limonitique brun-rougeâtre.

Pas de récupération de carotte entre 10,60 et 12,10 m.

12,10 à 13,80 m : Grès gris-noirâtre, à grain fin, très argileux, très micacé, altéré, à lamines pélitiques noirâtres, submm, irrégulières.

Vers 12,55 m : Fracture : 45-50°.

Vers 13,15 m : Niveau d'oxydation brun-rougeâtre, cm.

13,80 à 14,00 m : Argiles gris-noirâtre.

14,00 à 16,00 m : Grès gris-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacé, altéré, fracturé.

Entre 14,60 et 14,90 m : Fracture : 70° à fin placage limonitique brun-rougeâtre.

Entre 15,35 et 15,60 m : Fracture : 70° localement à fin placage limonitique brun-rougeâtre.

Entre 15,75 et 16,00 m : Niveau : 65°, d'oxydation brun-rougeâtre, mm et fracture subverticale à fin placage limonitique rougeâtre.

16,00 à 16,12 m : Schiste noirâtre, micacé, altéré, avec traces d'oxydation brun-rougeâtre.

Vers 16,12 m : Stratification : 50°.

16,12 à 18,05 m : Grès gris-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacé, altéré, localement très fracturé, avec par endroit des placages limonitiques brun-rougeâtre.

Entre 16,15 et 16,30 m : Niveau d'oxydation brun-rougeâtre, mm.

Vers 16,60 m : Fracture : 40°.

Vers 16,80 m : Fracture irrégulière : environ 50°.

Vers 16,95 m : Fracture : 40°.

18,05 à 18,27 m : Argiles gris-verdâtre.

18,27 à 18,90 m : Quartzophyllade altéré, formé par l'alternance assez régulière de lits gréseux gris-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacés, mm, et de lits pélitiques gris sombres.

Vers 18,45 m : Stratification subhorizontale : environ 2°.

Entre 18,55 m et 19,05 m : Zone fracturée à fin placage limonitique brun-rougeâtre.

18,90 à 19,45 m : Phyllade altéré noirâtre formé par l'alternance de lits pélitiques noirs, mm à cm, et de lits gréseux gris-verdâtre, à grain fin, argileux, micacés, submm, le plus souvent discontinus.

Vers 19,30 m : Stratification : environ 2°.

19,45 à 19,75 m : Quartzophyllade altéré, formé par l'alternance assez régulière de lits gréseux gris-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacés, mm, et de lits pélitiques gris-sombres.

19,75 à 21,75 m : Phyllade altéré noirâtre formé par l'alternance de lits pélitiques noirs, réguliers, mm à cm et de lits gréseux gris verdâtre, à grain fin, argileux, micacés, parfois boudinés ou discontinus.

Vers 20,05 m : Fracture : 13°. Stratification : 2-3°.

Entre 20,65 et 20,90 m : Fracture : 82-83°.

Entre 21,30 et 21,65 m : Fracture : 73°.

21,75 à 21,95 m : Phyllade très altéré en argile noire.

21,95 à 22,65 m : Phyllade altéré noirâtre formé par l'alternance de lits pélitiques noirs, réguliers, mm à cm et de lits gréseux gris-verdâtre, à grain fin, argileux, micacés, irréguliers.

Vers 22,00 m : Stratification : 2-3°.

Vers 22,20 m : Fracture : 53°.

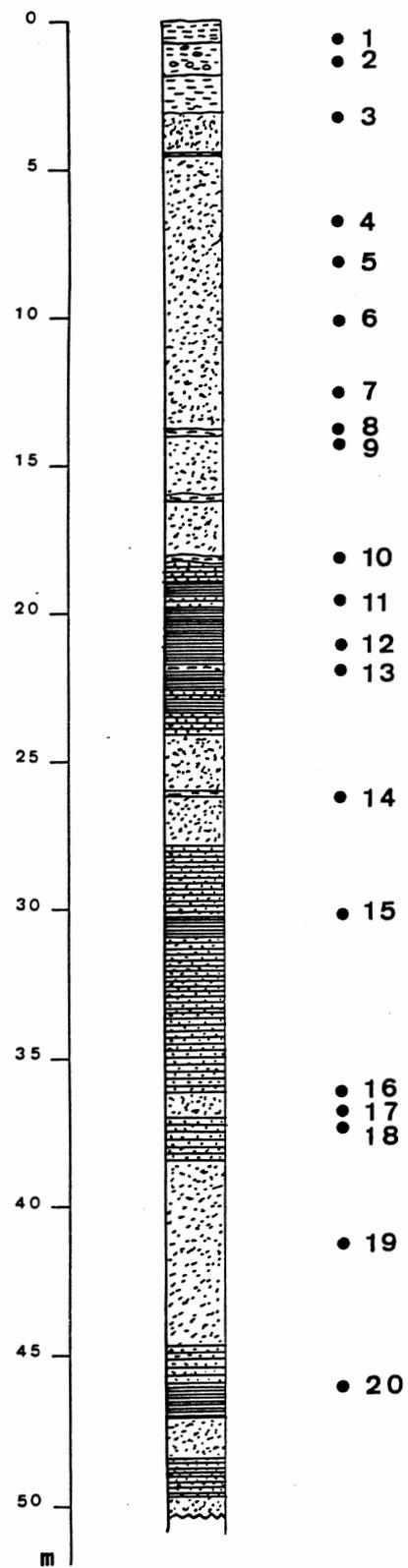


Figure 15. Monceau - Brigitte I. Sondage n°1 (voir légende figure 16). Log lithostratigraphique - situation des échantillons (ronds noirs).

Vers 22,35 m : Fracture : plus ou moins 30°.

22,65 à 23,00 m : Quartzophyllade formé par l'alternance de lits gréseux gris-verdâtre à grain fin, micacés, mm à cm, irréguliers, souvent boudinés et de lits pélitiques sombres, mm à cm. Stratification : subhorizontale.

23,00 à 23,30 m : Schiste noir très altéré.

Vers 23,02 : Fracture : 40°

23,30 à 24,10 m : Quartzophyllade formé par l'alternance de lits gréseux gris-verdâtre à grain fin, micacés, mm à cm, irréguliers et de lits pélitiques sombres, mm à cm

Entre 23,60 et 23,80 : Fracture : 70°.

24,10 à 25,98 m : Grès grisâtre, très argileux, micacé, à fines lamines pélitiques sombres, mm à cm. Stratification : 2-3°.

Vers 25,00 m : Schistosité : 55-65°.

Vers 25,25 m : Fracture : 64°.

Vers 25,55 m : Fracture irrégulière : en moyenne 60°.

Vers 25,80 m : Stratification : 6-7°.

Vers 25,90 m : Fracture : 33°.

25,98 à 26,16 m : Argiles gris sombre à fins débris de schistes.

26,16 à 27,80 m : Grès grisâtre, très argileux, micacé, à fines lamines pélitiques sombres, mm à cm.

Vers 26,30 m : Fracture irrégulière : en moyenne 40°.

Vers 26,85 m : Fracture irrégulière : en moyenne 60°, très localement à fin placage de pyrite.

Vers 27,15 m : Fracture irrégulière : en moyenne 65°, très localement à fin placage de pyrite.

27,80 à 28,30 m : Quartzophyllade altéré formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, micacés, mm à cm, souvent irréguliers et boudinés et, d'autre part, de lits pélitiques sombres, mm à cm. Très localement, la roche est cariée et recouverte d'un fin placage de pyrite.

Vers 28,00 m : Stratification : environ 5°.

28,30 à 28,35 m : Argiles noirâtres à fins débris de schistes.

28,35 à 30,35 m : Quartzophyllade altéré formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, micacés, mm à cm, souvent irréguliers et boudinés et, d'autre part, de lits pélitiques sombres, mm à cm.

Vers 28,80 m : Stratification : 6-7°.

Vers 28,85 m : Fracture : 32°.

Vers 29,10 m : Fracture : 25°.

Vers 29,33 m : Fracture : 30°.

Vers 29,60 m : Fracture : 35°.

Vers 29,90 m : Fracture : 32°.

Vers 30,10 m : Fracture : 64° très localement à fin placage de pyrite.

Vers 30,25 m : Fracture : 40° très localement à fin placage de pyrite.

Vers 30,30 m : Schistosité : 45-55°.

Vers 30,35 m : Stratification : 5-6°.

30,35 m à 30,90 m : Schiste noirâtre finement zoné.

Vers 30,50 m : Stratification : 3-4°.

Vers 30,75 m : Fracture : 30°.

30,90 à 36,10 m : Quartzophyllade altéré formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres,

à grain fin, argileux, micacés, mm à cm, souvent irréguliers et boudinés et, d'autre part, de lits pélitiques sombres, mm à cm.

Vers 31,00 m : Fracture : environ 75°, localement à fin placage limonitique rougeâtre et pyriteux.

Vers 31,35 m : Fracture irrégulière : 45-50° à fin placage limonitique brun-jaunâtre.

Vers 31,50 m : Fracture irrégulière : 45° en moyenne, à fin placage limonitique brun-jaunâtre.

Entre 31,50 et 31,90 m : Zone fracturée. Fractures subparallèles : 45-50°.

Vers 32,15 m : Fracture : 45° : remplie de quartz blanc et de pyrite.

Vers 32,35 m : Fracture : 45° localement à fin placage limonitique ? jaunâtre.

Vers 32,55 m : Fracture : 40°.

Vers 32,60 m : Fracture : 35°.

Entre 32,60 et 32,70 m : Zone très fracturée, localement à fin placage de pyrite.

Vers 32,80 m : Schistosité : 45-50°.

Vers 32,90 m : Fracture : 45°.

Vers 33,05 m : Stratification : 5-10°.

Vers 33,30 m : Fracture : 40°.

Vers 33,70 m : Stratification : 30-35°.

Vers 34,45 m : Fracture : 40° très localement à fin placage de pyrite.

Vers 34,70 m : Fracture : 30°, idem.

Vers 34,75 m : Fracture 30°, idem.

Entre 34,80 et 36,00 m : Longue fracture subverticale très localement à fin placage de pyrite.

Vers 35,40 m : Fracture transversale : 35°.

36,10 à 37,00 m : Grès grisâtre, à grain fin, argileux, micacé, à fines lamines pélitiques sombres, submm.

Vers 36,30 m : Fracture : 40°.

Vers 36,40 m : Schistosité 40-45°, Stratification : 55°.

Vers 36,45 m : Fracture irrégulière : en moyenne 40°, localement à fin placage hématique rouge.

Entre 36,60 et 36,90 m : pigment limoniteux.

Vers 36,80 m : Fracture : plus ou moins 40° à fin placage rouge (hématite).

37,00 à 37,05 m : Argile gris sombre à débris de schistes noirâtres.

37,05 à 38,40 m : Quartzophyllade formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, micacés, cm, irréguliers et, d'autre part, de lits pélitiques sombres, cm.

Entre 37,13 et 37,90 m : Zone très fracturée. Fractures : 35-45° localement à fin placage limonitique ? jaunâtre.

Vers 38,00 m : Stratification : 75°, Schistosité : 40-50°.

38,40 à 44,60 m : Grès grisâtre, à grain fin, argileux, localement très argileux, micacé, réagissant par endroit à l'HCl, localement à fines lamines pélitiques sombres.

Entre 38,60 et 39,20 m : Zone très fracturée.

Vers 38,10 m : Fractures : 25-30°.

Vers 39,20 m : Fracture : 22°.

Vers 39,30 m : Stratification : 70-75°. Veinules de calcite blanche, cariées vers le centre, 30-35°.

Epaisseur moyenne 0,002 m.

Entre 39,70 et 40,10 m : Mouchetures mm et cm de calcite blanche. La roche réagit bien à l'HCl.

Vers 40,30 m : Fracture : 30°, à fin placage limonitique ? jaunâtre.

Entre 40,60 et 42,10 m : Mouchetures et veinules discontinues de calcite blanche : subverticales à 80°.

Vers 40,80 m : Veinule de calcite blanche et rose, mm, 20° en moyenne.

Vers 41,30 m : Fracture : 45°.

Vers 41,40 m : Fracture : 43°. Stratification : environ 50°.

Entre 41,70 et 42,25 m : Longue fracture irrégulière : 75-80° remplie de calcite blanche.

Entre 42,30 et 42,55 m : Longue fracture : 80° en moyenne, localement remplie de calcite blanche.

Vers 42,60 m : Fracture : 42° : Stratification : environ 70°.

Vers 43,00 m : Fracture : 45°, localement à fin placage de calcite blanche.

Vers 43,25 m : Fracture : 25°, idem.

Vers 43,45 m : Fracture : 40°, idem.

Vers 43,75 m : Stratification : 25° ? Mouchetures de calcite blanche.

44,60 à 45,85 m : Quartzophyllade formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, localement finement zones, micacés, qui réagissent localement à l'HCl, irréguliers, cm, et, d'autre part, de lits pélitiques sombres, cm.

Vers 44,70 m : Fracture : 38°, localement à placage de pyrite.

Vers 44,80 m : Stratification : en moyenne 40°.

Vers 45,00 m : Schistosité : environ 45°.

Vers 45,12 m : Fracture irrégulière : 40-45°, localement remplie de calcite blanche.

Vers 45,25 m : Veinule de calcite blanche et pyrite ? altérée, mm.

Entre 45,45 et 45,75 m : Zone très fracturée. Fractures : 70-75°.

45,85 à 47,00 m : Phyllade sombre formé par l'alternance de lits pélitiques noirâtres, cm à dm et de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, qui réagissent localement à l'HCl.

Entre 46,00 et 46,15 m : Zone fracturée à placage de calcite blanche.

Vers 46,30 m : Stratification : 40-45°.

Vers 46,40 m : Fracture : 30°, localement avec calcite blanche et pyrite.

Vers 46,55 m : Stratification : 32°.

Vers 46,75 m : Fracture environ 60°, localement à fin placage de pyrite.

Entre 46,80 et 47,90 m : Longue fracture d'inclinaison variable avec localement de la calcite blanche.

47,00 à 48,35 m : Grès gris-sombre, à grain fin, argileux, très argileux à la base, localement finement zoné, réagissant à l'HCl, à fines lamines pélitiques sombres.

Vers 47,95 m : Fracture : 40°. Stratification : 45°.

Vers 48,05 m : Veinule de calcite et quartz blancs, 35°, épaisseur : 0,005 à 0,006 m.

Vers 48,20 m : Veinule : 40-45° de calcite et quartz blancs, mm.

Vers 48,30 m : Veinule : 40-45° de calcite blanche, épaisseur 0,001 à 0,003 m.

48,35 à 49,60 m : Quartzophyllade formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, micacés, qui réagissent localement à l'HCl, irréguliers, cm et, d'autre part, de lits pélitiques sombres, cm.

Vers 48,95 m : Stratification : 35°. Schistosité 35-45°.

Entre 49,10 et 49,25 m : Veinule de calcite blanche, mm, discontinue.

Vers 49,30 m : Stratification environ 40°.

49,60 à 50,20 m : Grès grisâtre, à grain fin, argileux, réagissant à l'HCl. Entre 49,70 et 50,20 m : Fracturation due au coinçage du carottier. Fractures localement à fin placage rouge (hématite).

REMARQUES

- 1) Les lamines pélitiques sombres, submm à parfois cm, obliques par rapport à la stratification, déterminent une schistosité grossière dont l'inclinaison varie de 40° à 60°.
- 2) Une lecture continue de la radioactivité au scintillomètre GEC-Elliott Type 1597A indique une valeur avoisinant les 4 à 6 micro R/h sur toute la longueur du sondage. Aucune anomalie radiométrique marquante n'a pu être détectée.

2° Sondage de Monceau II - Tranlets : 207W314 (figure 16)

Données techniques

- Numérotation Service Géologique de Belgique : 207W314
- Localisation : sondage implanté sur la commune de Bièvre (Monceau) au SW de l'étang des Tranlets.
- Coordonnées Lambert de l'orifice (repérage P. Van Wichelen) :
 - X = 196.055
 - Y = 66.949
 - Z = 369.507
- Sondage incliné à 45° dans la direction N géographique 240°
- Effectué du 6 janvier 1988 au 27 janvier 1988.
- pour le compte du Service Géologique de Belgique
- par la firme EFCO BENELUX
- Sondage, simple carottier, au diamètre intérieur de 133 mm jusqu'à 3,75 m puis, double carottier, sans câble, au diamètre intérieur de 116 mm jusqu'à 17,50 m et enfin, à câble, double carottier, au diamètre intérieur de 63,5 mm jusqu'à la base.
- Arrêté à la profondeur de 75,00 m.
- Diagraphie effectuée par DIASOL.

Description lithologique

0,00 à 0,70 m : Argile brun foncé. Couche humifère.

0,70 à 1,40 m : Argile brune.

1,40 à 3,30 m : Argile verdâtre à brun verdâtre, à quelques débris de grès à grain fin, très argileux, micacé.

3,30 à 5,45 m : Débris hétérométriques de grès brun-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacé, altéré et localement oxydé.

Vers 4,80 m : Fracture subverticale à placage limonitique brun-rougeâtre.

5,45 à 14,00 m : Grès gris-verdâtre, à grain fin, argileux, localement très argileux, micacé, localement très fracturé.

Vers 5,85 m : Stratification : 45°.

Vers 6,00 m : Oxydation brunâtre et rougeâtre, épaisseur : 0,02 m.

Entre 6,10 et 6,60 m : Roche très fracturée à niveaux oxydés brunâtres et rougeâtres.

Vers 7,45 m : Stratification : 45°.

Vers 8,50 m : Fracture : 30°, à placage limonitique brun-rougeâtre et noirâtre.

Entre 8,75 et 9,20 m : Roche bariolée par des oxydes brunâtres et noirâtres.

Vers 9,70 m : Stratification : 45°.

Entre 10,30 et 10,80 m : Roche bariolée par des oxydes brunâtres et noirâtres.

Vers 10,60 m : Stratification : 45°.

Entre 10,90 et 14,00 m : Le grès contient localement des fins lits pélitiques sombres, le plus souvent mm.

Entre 11,25 et 11,85 m : Roche fracturée et bariolée par des oxydes brunâtres, rougeâtres et noirâtres. Plusieurs niveaux d'oxydation.

Vers 11,85 m : Fracture : 45° (stratification), à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 12,15 m : Fracture : 30°, à placage d'oxydes noirâtres.

Entre 12,15 et 12,40 m : Fracture irrégulière, subverticale, à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 12,80 m : Fracture : 35-40° à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 13,05 m : Fracture irrégulière : 25-30°, à placage limonitique brun-rougeâtre.

Entre 13,20 et 13,80 m : Roche bariolée localement par des oxydes rougeâtres et brunâtres. Roche progressivement plus argileuse.

Vers 13,45 m : Fracture irrégulière : 35-40° à placage limonitique brun-rougeâtre.

14,00 à 14,50 m : Schiste gréseux gris sombre à noirâtre, altéré, micacé.

Vers 14,25 m : Fracture : 45° (joint de stratification).

14,50 à 14,95 m : Débris de grès gris-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacé, altéré, oxydé.

Vers 14,70 m : Fracture 60° à placage limonitique brun-rougeâtre.

14,95 à 16,35 m : Schiste gréseux gris sombre à noirâtre, micacé, altéré, localement à lits gréseux gris-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacés.

Vers 15,20 m : Fracture : 50°.

Vers 15,55 m : Fracture : 55° à placage limonitique brun-rougeâtre.

Vers 15,75 m : Fracture : 70°.

16,35 à 17,35 m : Quartzophyllade formé par l'alternance de lits gréseux gris-verdâtre, à grain fin, argileux, micacés, irréguliers, mm à cm, et de lits pélitiques sombres, mm à cm.

Vers 16,60 m : Fracture : 30°, à placage limonitique brun-rougeâtre.

17,35 à 17,50 m : Grès gris-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacé.

17,50 à 20,05 m : Grès gris-verdâtre, à grain fin, très argileux, micacé, de plus en plus argileux. Passage progressif à des schistes noirâtres.

Vers 18,00 m : Fracture irrégulière 65-70°, localement à placage limonitique jaunâtre, brunâtre et rougeâtre.

Vers 18,25 m : Fracture : 77°.

Vers 18,40 m : Fracture : 76°, localement à fin placage limonitique brunâtre.

Vers 18,55 m : Fracture : 71°, idem.

Vers 18,95 m : Fracture : 32°, à placage limonitique brunâtre.

Vers 19,15 m : Fracture : 30°.

Vers 19,35 m : Stratification : 48°.

Entre 19,40 et 19,70 m : Roche fracturée, environ 60°.

Entre 19,80 et 20,15 m : Roche très altérée. Tendance très argileuse.

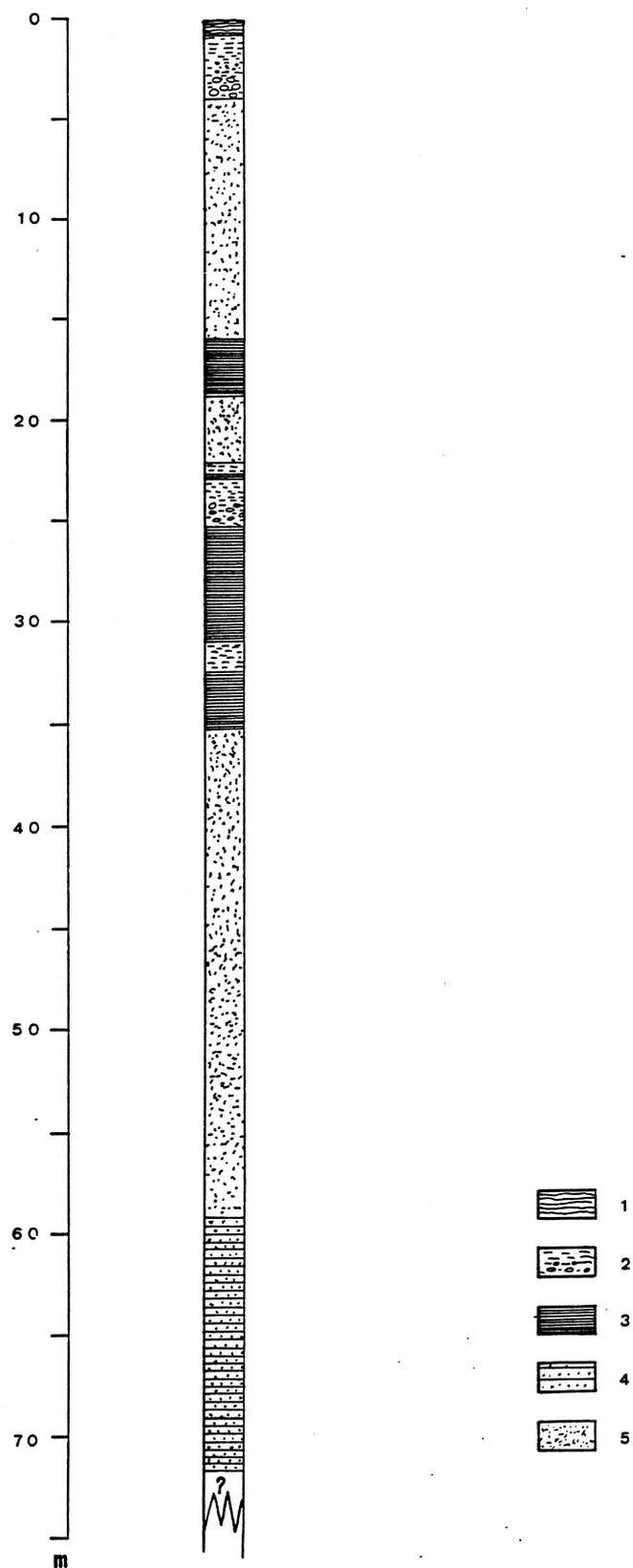


Figure 16. Monceau - Brigitte I. Log lithostratigraphique.

1. Humus, terre végétale; 2. Argile, cailloutis d'altération; 3. Phyllades; 4. Quartzophyllades; 5. Grès.

20,05 à 23,40 m : Schiste gris sombre à noirâtre, micacé, contenant des lamines gréseuses, gris-verdâtre, à grain fin, argileuses, micacées, submm et souvent discontinues.

Vers 20,60 m : Stratification : environ 40°.

Vers 20,75 m : Fracture : 55°.

Vers 21,25 m : Stratification : environ 40°.

Vers 22,00 m : Fracture : 60°.

Vers 22,15 m : Fracture : 60°. Stratification : 42°.

Entre 22,80 et 22,30 m : Nombreuses veinules, environ 45°, submm, minéralisées en pyrite.

Vers 23,23 m : Fracture : 40°.

23,40 à 47,90 m : Quartzophyllade formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres à gris verdâtre, à grain fin, très localement à grain moyen, argileux, micacés, mm à dm, irréguliers et perturbés par la schistosité grossière soulignée par des lamines pélitiques discontinues, obliques par rapport à la stratification, mm à subm, et, d'autre part, par des lits pélitiques gris sombre à noirâtre, mm à dm. A partir de 37,00 m, certains lits gréseux réagissent localement à l'HCl.

Vers 24,80 m : Fracture : 50° à remplissage limonitique jaunâtre (pyrite altérée ?).

Vers 25,75 m : Fracture : 30°.

Vers 25,85 m : Fracture : 45°.

Vers 26,00 m : Fracture : 55°.

Vers 26,30 m : Fracture : 45°.

Entre 26,40 et 26,50 m : Niveau à moules de coquilles : pendage 30-35°, Epaisseur 0,01 à 0,02 m.

Vers 26,45 m : Veinule : 45° à quartz et limonite.

Vers 26,60 m : Fracture : 30°.

Vers 26,80 m : Fracture : 40° localement à placage de pyrite altérée ?

Vers 26,85 m : Stratification : 25-30°.

Vers 26,95 m : Veinule : 30-35° à quartz, pyrite et limonite.

Vers 27,15 m : Fracture : 40°, localement à placage de pyrite.

Vers 27,50 m : Fracture : 35°.

Vers 27,65 m : Fracture : 55°. Fracture irrégulière : 45°.

Entre 29,10 et 29,30 m : Roche très fracturée.

Vers 29,35 m : Fracture : 65-70°, très localement à fin placage de pyrite.

Vers 29,70 m : Fracture : 70-75°.

Vers 30,30 m : Fracture : 50°, localement à placage de pyrite.

Vers 30,40 m : Fracture : 35°.

Vers 30,45 m : Stratification : 34-40°.

Vers 30,65 m : Fracture : 50°, localement à placage de pyrite.

Vers 30,75 m : Fracture : 25°.

Vers 30,80 m : Fracture : 55°.

Vers 31,30 m : Fracture : 50°.

Vers 31,60 m : Stratification irrégulière environ 55°, localement à placage de pyrite.

Vers 32,10 m : Schistosité (= inclinaison des lamines pélitiques sombres dans les lits gréseux) : 60-70°.

Entre 32,55 et 32,75 m : Fracture : irrégulière : 75-80°.

Vers 32,60 m : Fracture : 25°.

Vers 33,00 m : Schistosité : 70°.

Vers 33,30 m : Fracture : 32°.

Vers 33,35 m : Stratification : 45-50°.

Vers 33,40 m : Fracture : 70-75°, localement minéralisée en pyrite.

Entre 33,40 et 34,00 m : Débris de quartzophyllade. Manque 0,40 de carotte.

Vers 34,30 m : Fracture : 60°.

Entre 34,30 et 34,70 m : Roche très fracturée.

Vers 34,70 m : Fracture : 60°, très localement à fin placage de pyrite.

Vers 34,75 m : Schistosité : 60-65°.

Vers 34,90 m : Fracture irrégulière : 40° en moyenne, à fin placage de pyrite altérée.

Vers 35,00 m : Stratification : 50°. Schistosité : 60-65°.

Entre 35,38 et 35,43 m : Fracture irrégulière : 60°.

Entre 35,51 et 35,57 m : idem.

Entre 35,75 et 36,55 m : Fracturation importante due à la schistosité. Localement, placages de pyrite éventuellement altérée.

Vers 36,60 m : Fracture : 70° avec, localement, placage de pyrite altérée.

Vers 36,70 m : Stratification : 45°.

Vers 37,30 m : Stratification : 50-55°.

Vers 37,60 m : Fracture irrégulière : 55-60°.

Vers 37,80 m : Fracture irrégulière : 65°.

Vers 37,92 m : Niveau à moules d'organismes coquilliers, pyriteux. Epaisseur : plus ou moins 0,01 m.

Vers 38,40 m : Fracture irrégulière : 60-65°.

Entre 38,40 et 75,00 m : Nombreuses fractures : 55-65° liées à la schistosité. Localement, placage de pyrite.

Vers 38,80 m : Stratification : 45-50°.

Entre 39,35 et 41,60 m : Nombreuses veinules submm, alignées selon la schistosité, minéralisées en limonite jaunâtre et/ou pyrite.

Vers 39,48 m : Stratification : 44°.

Entre 41,20 et 41,30 m : Nombreuses mouchetures de calcite blanche. La roche réagit bien à l'HCl.

Entre 42,40 et 42,55 m : Roche fracturée, localement à placage de pyrite altérée.

Vers 43,00 m : Stratification : 60°, schistosité : 55° (plus ou moins perpendiculaire à la stratification).

Vers 43,25 m : Fracture : 50°.

Vers 43,40 m : Fracture : 50°.

Vers 44,00 m : Stratification : 50-55°, schistosité : 55-60°.

Entre 44,30 et 44,55 m : Roche fracturée.

Entre 45,90 et 46,25 m : Fracture irrégulière : 75° à subverticale, très localement à placage de pyrite.

Vers 46,50 m : Veinules irrégulières 50° et 75° de calcite et limonite. Fracture : 70-75° à placage de pyrite altérée jaunâtre.

Vers 46,80 m : Stratification : 50°.

Vers 47,75 m : Stratification : 50°. Schistosité : 55-60°.

47,90 à 49,30 m : Schiste gris sombre à noirâtre, micacé, contenant quelques lits gréseux, grisâtres, à grain fin, argileux à très argileux, micacés.

Entre 49,15 et 50,10 m : Nombreuses mouchetures et veinules submm de calcite, discontinues, alignées selon la schistosité : 55-60°.

49,30 à 51,40 m : Quartzophyllade formé par l'alternance d'une part de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, micacés, mm à dm, irréguliers et perturbés par la schistosité grossière soulignée par des lamines pélitiques sombres, obliques par rapport à la stratification, mm à submm, et, d'autre part, de lits pélitiques gris sombre à noirâtre, mm à dm.

Entre 50,80 et 51,05 m : Nombreuses mouchetures et veinules submm de calcite, discontinues, alignées selon la schistosité : 55-60°.

Entre 51,30 et 51,90 m : Longue fracture : subverticale à 80°, avec calcite et localement pyrite sur les épontes. Présence de stries de glissement.

51,40 à 53,90 m : Grès grisâtre, à grain fin et moyen, micacé, à lamines pélitiques sombres, submm à mm, obliques par rapport à la stratification.

Vers 52,05 m : Fracture irrégulière : environ 50° avec calcite, schistosité : 60-70°.

Vers 52,30 m : Fracture : 50-55° avec quartz.

Entre 52,75 et 53,25 m : Roche fracturée selon la schistosité avec, très localement, placage d'oxydes rougeâtres.

Vers 53,30 m : Fracture : 55-60°.

Vers 53,45 m : Veinule irrégulière : 65° en moyenne, parallèle à la schistosité, avec quartz, calcite rose et limonite brunâtre. Epaisseur : jusqu'à 0,006 m.

Vers 53,80 m : Stratification : 61°.

53,90 à 67,70 m : Quartzophyllade formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux, grisâtres, à grain fin, argileux, micacés, réagissant localement à l'HCl, cm à m, irréguliers et déformés par la schistosité grossière soulignée par les lamines pélitiques sombres, mm à submm, obliques par rapport à la stratification, et, d'autre part, de lits pélitiques sombres à noirâtres, mm à dm.

Vers 54,90 m : Schistosité : 55-60°.

Entre 55,0 et 55,60 m : Roche fracturée selon la schistosité, localement à placage de calcite. Veinules mm de calcite.

Vers 55,40 m : Fracture : 55° avec calcite.

Entre 55,85 et 55,95 m : Veinules 45-55) de calcite, épaisseur : jusqu'à 0,002 m.

Vers 56,50 m : Fracture (veinule) irrégulière : 35-40°, de calcite.

Vers 56,70 m : Fracture irrégulière : 50°, à placage de calcite.

Vers 56,75 m : Fracture irrégulière : 35°, idem.

Vers 57,20 m : Schistosité : plus ou moins 60°.

Vers 58,00 m : Stratification : 35-40°.

Vers 58,30 m : Schistosité : 60°.

Vers 58,80 m : Fracture (veinule) : 40°, remplie de calcite.

Vers 58,90 m : Fracture (veinule) : 40°, remplie de calcite.

Vers 59,00 m : Fracture : 45° avec calcite et très localement des oxydes de fer rouges (hématite ?)

Vers 59,10 m : Fracture : 35°, avec calcite.

Entre 59,95 et 60,25 m : Veinule : de calcite, cm, 65-70°, roche très fracturée selon la schistosité et mouchetures de calcite.

Vers 60,70 m : Schistosité : 70°.

Vers 61,00 m : Roche fracturée avec quartz.

Vers 61,30 m : Fracture : 50°.

Vers 61,35 m : Stratification : 40-45°.

Entre 61,75 et 61,85 m : Argile gris sombre avec quartz et oxydes de fer rougeâtres.

Entre 61,90 et 62,10 m : Veinule de quartz, environ 75°, épaisseur : de 0,001 à 0,002 m.

Vers 62,30 m : Fracture : 55°.

Vers 62,90 m : Stratification : 30-35°.

Vers 64,10 m : Stratification : 30-35°. Mouchetures et veinules discontinues de quartz.

Entre 64,60 et 64,75 m : Mouchetures et veinules discontinues de quartz.

Vers 64,60 m : Fracture : 37°.

Vers 64,70 m : Fracture : 32°.

Entre 65,00 et 66,00 m : Roche très fracturée selon la schistosité.

Vers 66,40 m : Schistosité : 40°.

Vers 67,00 m : Schistosité : 55-60°.

Vers 67,25 m : Stratification : 30-35°.

Vers 67,80 m : Fracture : 50°.

67,70 à 75,00 m : Schiste gréseux gris sombre à noirâtre, contenant quelques lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux à très argileux, cm à dm.

Vers 69,00 m : Veinule discontinue de quartz, 65°, épaisseur : environ : 0,001 m.

Entre 69,60 et 70,00 m : Roche très fracturée selon la schistosité.

Vers 70,30 m : Veinules, de quartz, submm, ramifiées selon la schistosité.

Vers 71,00 m : Stratification : 45°. Schistosité : 55°. Fracture : 40-45°, avec quartz.

Vers 71,25 m : Veinules de quartz, submm, ramifiées selon la schistosité.

Vers 71,90 m : Veinule : de quartz, 62°, avec pyrite sur les épontes. Epaisseur inférieure à 0,001 m.

Vers 72,50 m : Stratification : 40°.

Entre 72,60 et 72,80 m : Veinules convolutes de quartz.

Entre 73,05 et 73,15 m : Veinule de quartz discontinue, épaisseur : jusqu'à 0,002 m.

REMARQUES

Identiques à celles formulées pour le sondage MONCEAU I - LES TRANLETS 207W313.

3° Sondage de Monceau III - Tranlets : 207W315 (figure 17)

Données techniques

- Numérotation Service Géologique de Belgique : 207W315
- Localisation : sondage implanté sur le territoire de la commune de Bièvre (Monceau) au SW de l'étang de Tranlets.
- Coordonnées Lambert de l'orifice (repérage P. Van Wichelen) :
 - X = 196.028,5
 - Y = 66.911
 - Z = 370.979
- Sondage incliné à 45° dans la direction N géographique 354°E

- Effectué du 6 janvier 1988 au 28 janvier 1988
- pour le compte du Service Géologique de Belgique
- par la firme EFCO BENELUX
- Sondage, simple carottier, au diamètre intérieur de 133 mm jusqu'à 3,10 m, puis au double carottier, sans câble, au diamètre intérieur de 116 mm jusqu'à 30,70 m, et enfin à câble, double carottier, au diamètre intérieur de 63,5 mm jusqu'à la base.
- Arrêté à la profondeur de 75 m.
- Diagraphie effectuée par DIASOL.

Description lithologique

0,00 à 0,80 m : Argile brun-foncé. Couche humifère.

0,80 à 2,00 m : Argile brune

2,00 à 3,25 m : Argile gris-verdâtre à débris hétérométrique, de schiste sombre, de plus en plus abondants vers le bas, limonitique.

3,25 à 16,00 m : Grès grisâtre et gris-verdâtre, à grain fin, argileux, localement très argileux, micacé, très altéré et en débris jusqu'à 3,90 m. Localement riche en limonite brun-rougeâtre. Montre des fines lamines pélitiques sombres, souvent discontinues à partir de 14 m.

Vers 3,95 m : Fracture : 40-45°.

Vers 4,10 m : Fracture : 55-60°, à fin placage limonitique brun-rougeâtre.

Vers 4,20 m : Fracture : 40°.

Vers 4,45 m : Fines lamines pélitiques sombres 35-40° = stratification ?

Entre 4,70 et 4,75 : idem 30-35°.

Vers 4,90 m : Fracture : 45° à remplissage argilo-limonitique brun-verdâtre.

Vers 5,05 m : Fracture : 35°, à fin placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 5,40 m : Fracture : 25°, à fin placage limonitique noir.

Vers 5,60 m : Niveau : 35° très oxydé rouge à noirâtre, épaisseur : 0,015 m.

Vers 5,92 m : Fracture : 22°, à fin placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 6,05 m : Fracture : 40-45°, idem.

Vers 6,18 m : Fracture 25-30°, à fin placage limonitique noirâtre.

Vers 6,52 m : Fracture : 30°.

Vers 6,65 m : Fracture : 60-65°, localement à fin placage limonitique brunâtre à rougeâtre.

Vers 6,93 m : Fracture : 30-35°, à fin placage limonitique noirâtre.

Vers 7,10 m : Fracture : 45°, idem.

Entre 7,20 et 8,45 m : Roche bariolée par des teintes d'oxydation brunes, rouges et noires. Fracturée. Plusieurs niveaux de croûte ferrugineuse, cm.

Vers 7,62 m : Fracture : 35°, à fin placage limonitique noir.

Vers 7,90 m : Fracture : 40-45°.

Vers 8,70 m : Stratification : 45°.

Vers 9,25 m : Fracture : 50°.

Vers 9,60 m : Fracture : 45°. Joint de stratification minéralisé en quartz et limonite noire.

Entre 9,70 et 10,10 m : Roche bariolée par des oxydes de fer brunâtres, rougeâtres et noirâtres.

Vers 10,40 m : Stratification : 40-45°.

Entre 10,65 et 10,70 m : Roche bariolée par des oxydes de fer noirâtres.

Vers 11,25 m : Fracture : 25°, localement à placage limonitique noirâtre.

Vers 11,40 m : Fracture : 35°, à encroûtement ferrugineux, mm.

Entre 11,55 et 11,75 m : Roche bariolée par des oxydes de fer brunâtres, rougeâtres et noirâtres.

Entre 12,43 et 12,80 m : idem.

Vers 12,43 m : Fracture irrégulière : 30-35°.

Vers 12,63 m : Fracture irrégulière : 65-70° à placage limonitique noirâtre et rougeâtre.

Vers 13,10 m : Fracture irrégulière : 45-50° à placage limonitique noir.

Vers 13,20 m : Fracture irrégulière : 50°, idem.

Entre 13,20 et 13,50 m : Roche bariolée par des oxydes de fer rougeâtres, brunâtres et noirâtres, fracturée.

Vers 13,68 m : Fracture irrégulière : 60-65° à placage limonitique rougeâtre et brunâtre.

Vers 13,85 m : Fracture irrégulière : 40-45°, idem.

Vers 14,08 m : Fracture : 45°, à placage d'oxydes de fer noirâtres, rougeâtres et brunâtres.

Manque 0,25 m de carotte entre 14 et 15 m.

Entre 14,80 et 15,05 m : Roche bariolée par des oxydes de fer rougeâtres, brunâtres et noirâtres.

Entre 15,00 et 15,30 m : Fracture irrégulière : 80-85° à placage limonitique noir.

Entre 15,20 et 15,25 m : Fracture irrégulière : 50-55°, idem.

Entre 15,55 et 15,70 m : Fracture irrégulière : 80° en moyenne, à placage limonitique brun-rougeâtre.

16,00 à 18,80 m : Débris de schiste noirâtre, localement gréseux, et, à cet endroit, grisâtre.

18,80 à 19,90 m : Débris de grès grisâtre, à grain fin, très argileux, micacé, altéré.

19,90 à 22,08 m : Grés grisâtre, à grain fin, argileux, micacé, très fracturé localement en débris.

Vers 19,95 m : Stratification : 44°.

22,08 à 22,70 m : Argiles gris sombre à noirâtre. Anomalie radiométrique (3 fois le bruit de fond).

22,70 à 23,00 m : Schiste gris sombre à noirâtre, micacé, altéré, fracturé.

23,00 à 25,35 m : Argile gris sombre à noirâtre, à débris de schiste très altéré, micacé, localement avec cristaux de pyrite submm.

25,35 à 31,00 m : Schiste gris sombre à noirâtre caractérisé par l'alternance de lits pélitiques sombres, cm à mm et de fines lamines gréseuses, grisâtres, à grain fin, micacées, submm. Localement altéré en argile gris sombre. Localement, présence de cristaux de pyrite submm.

Vers 25,50 m : Stratification : 45-50°.

Vers 25,68 m : Veinule de quartz, submm, 55°.

Entre 25,75 et 25,80 m : Veinule de quartz avec limonite brunâtre, 55-60°.

Entre 26,00 et 26,20 m : Fracture : 70-75° à placage limonitique brun-rougeâtre.

Vers 26,80 m : Fracture : 49°, à fin placage limonitique rougeâtre.

Vers 27,25 m : Stratification : 43-45°.

Vers 27,82 m : Fracture : 32°.

Vers 27,95 m : Fracture : 45-50° = stratification.

Vers 28,70 m : Fracture : 32°.

Vers 28,85 m : Fracture : 40°.

Vers 29,50 m : Double fracture : 45°.

Vers 30,00 m : Stratification : 55-60°.

Vers 30,17 m : Fracture : 36°.

Entre 30,20 et 30,60 m : Fracture : 75-80°.

Vers 30,57 m : Fracture : 25° et niveau argileux gris sombre à noirâtre. Epaisseur : 0,010 m.

Vers 30,65 m : Fracture : 17°.

A partir de 30,60 m : Le schiste est de plus en plus altéré en argile.

31,00 à 32,50 m : Argile gris sombre à noirâtre, localement à débris de schiste noirâtre très altéré. Très localement, cristaux de pyrite, submm. Vers 32,50 m l'argile passe progressivement à un schiste très altéré.

32,50 à 35,40 m : Schiste gréseux gris sombre caractérisé par l'alternance de lits pélitiques sombres, mm à cm et de lits gréseux grisâtres, à grain fin, très argileux, micacés, aux formes irrégulières. La tendance gréseuse s'affirme progressivement vers le bas. Roche très schistosée (10-30°). Très localement, on observe des fins placages de pyrite sur les joints schisteux.

35,40 à 38,70 m : Grès grisâtre, à grain fin, très argileux, micacé, montrant des lamines pélitiques sombres, submm à mm. On observe de nombreuses fractures subhorizontales à 10°. Localement, fin placage de pyrite.

38,70 à 39,20 m : Débris de grès grisâtre, à grain fin, argileux, micacé (problème de carottage !).

39,20 à 55,75 m : Grès grisâtre à gris sombre, à grain fin, généralement très argileux, micacé, localement à tendance quartzophylladeuse. Montre des fines lamines pélitiques sombres, mm à cm. Localement fracture (10-30°) à placage de pyrite. Réagit localement à l'HCl.

Vers 39,90 m : Fracture subverticale minéralisée en pyrite.

Vers 40,55 m : Niveau à moules de coquilles.

Vers 40,60 m : Stratification : 70-80°.

Vers 41,35 m : Niveau à moules de coquilles.

Vers 41,40 m : Stratification 65-75°, schistosité 10-15°. Joints schisteux, localement recouverts de pyrite fraîche ou altérée (jaunâtre).

Vers 44,15 m : Niveau à moules de coquilles.

Stratification : 75-80° : Schistosité : 5-15°.

Entre 45,00 et 45,20 m : Fracture : 75-80° localement à placage de pyrite fraîche et altérée.

Vers 45,65 m : Schistosité : 20°.

Entre 47,05 et 48,25 m : Longue fracture irrégulière subverticale localement minéralisée en pyrite.

Vers 48,45 m : Fracture : 70°, à placage de pyrite altérée jaunâtre ?

Vers 49,10 m : Schistosité : 10-20°.

Vers 49,25 à 50,05 m : Zone fracturée.

Entre 50,40 et 50,80 m : Fracture-veinule subverticale à 80° avec pyrite altérée ?

Vers 50,85 m : Fracture : 45°.

Entre 51,20 et 51,40 m : Roche très localement cariée.

Entre 51,80 et 52,00 m : Fracture : 70°.

Entre 52,90 et 53,10 m : Zone très fracturée.

Entre 53,17 et 53,25 m : Idem.

Vers 53,40 m : Schistosité 10-15°.

Entre 53,95 et 54,15 m : "Mouchetures" de quartz (?) et calcite, orientées 70-75°.

Entre 54,50 et 54,70 m : Niveau à moules de coquilles. Réagit à l'HCl. Stratification : 70-75°.

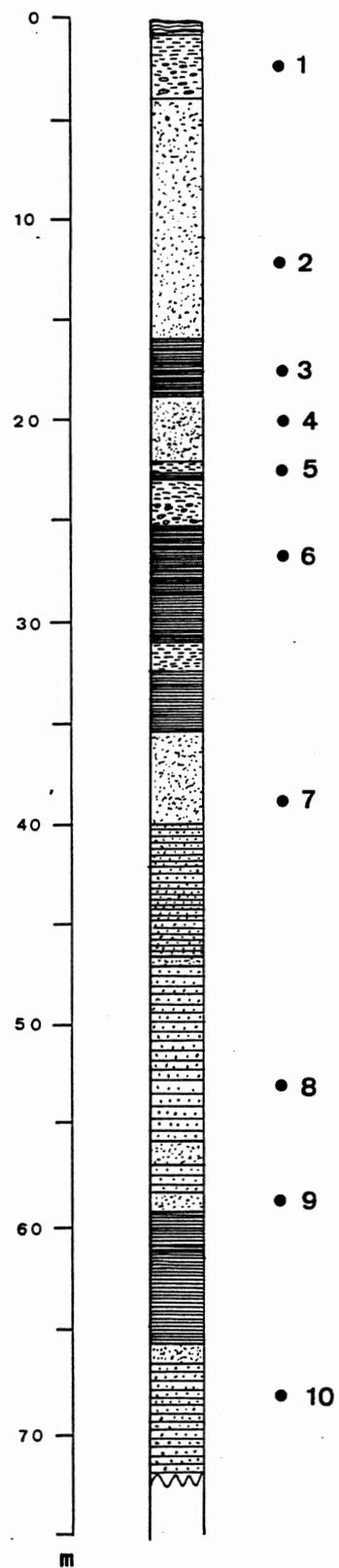


Figure 17. Monceau - Brigitte I. Sondage III. Log lithostratigraphique, situation des échantillons.

Entre 55,10 et 55,30 m : Veinule irrégulière 75-80° de calcite et quartz (?). Epaisseur 0,001 à 0,003 m, fracture irrégulière : 80°.

Entre 55,35 et 55,75 m : Zone très fracturée avec très localement des fins placages de pyrite.

55,75 à 59,20 m : Grès grisâtre à grain fin ou localement à grain moyen, argileux, très argileux et plus sombre entre 57,10 et 58,30 m, micacé, réagissant localement à l'HCl, alternant localement avec des lits pélitiques sombres, mm à cm. Montre également des lamines pélitiques sombres irrégulières (= schistosité grossière) obliques par rapport à la stratification.

Vers 55,90 m : Stratification : 65°.

Vers 56,70 m : Stratification : 65° Schistosité : 15-20°.

Veinule de quartz (?) et calcite. Epaisseur : inférieure à 0,001 m jusqu'à 0,002 m.

Vers 57,65 m : Fracture irrégulière : 70° en moyenne.

Vers 58,00 m : Idem, localement avec de pyrite, schistosité : 20-25°.

Vers 58,30 m : Veinule : 25°, de quartz et limonite ?

Vers 58,57 m : Fracture (veinule) : 20°, avec quartz et hématite.

Vers 59,15 m : Stratification : 60°.

Entre 59,25 et 59,60 m : Zone très fracturée. Débris de quartzophyllade et d'argile grise.

59,20 à 71,90 m : Quartzophyllade formé par l'alternance, d'une part, de lits gréseux grisâtres, à grain fin, argileux, micacés, irréguliers, mm à cm, à lamines pélitiques sombres submm (= schistosité grossière) obliques par rapport à la stratification, et d'autre part, de lits pélitiques sombres, cm. Vers

59,90 m : Stratification : 60°.

Vers 60,50 m : Stratification : 55-60°.

Vers 60,95 m : Niveau à moules de coquilles, mm.

Vers 61,20 m : Schistosité 10-20°.

Vers 61,80 m : Stratification : 60°.

Vers 62,30 m : Fracture : 60° = stratification, localement avec calcite blanche.

Vers 62,40 m : Stratification : 60°.

Vers 62,60 m : Veinule : 60-65° submm, avec calcite blanche.

Vers 64,10 m : Stratification : 55°. Veinules de calcite et oxydes de fer rouges vers le centre.

Vers 64,30 m : Fracture : 65°, à placage calcitique.

Vers 64,45 m : Veinule - 60° en moyenne - de calcite et oxydes de fer rouges vers le centre.

Epaisseur : jusqu'à 0,004 m.

Vers 65,25 m : Fracture : 70-75° localement avec placage de pyrite.

Vers 65,85 m : Veinules de calcite, 25°.

Epaisseur, 0,003 m. Lits gréseux à structures convolutés.

Vers 66,60 m : Stratification : 60°.

Vers 67,10 m : Fracture (veinule) remplie de quartz, avec pyrite sur les épontes.

Vers 67,30 m : Fracture (veinule) remplie de quartz, avec pyrite sur les épontes..

Entre 67,90 et 71,90 m : seulement 0,50 m de carotte récupérée sur 4,00 m foré.

De 71,90 à 75,00 m : pas de carotte.

REMARQUES

Identiques à celles formulées pour le sondage MONCEAU I - LES TRANLETS 207W313 sauf en ce qui concerne l'anomalie radiométrique détectée entre 22 et 23 m (3 fois le bruit de fond).

III. Interprétation des diagraphies (réalisation Diasol - Interprétation J.M. Charlet)

Les trois sondages ont été diagraphiés sur le site Brigitte. Les teneurs en eU (équivalent uranium) déterminées par tranches de 20 cm ont fait l'objet d'un calcul statistique par passes de 10 mètres (soit des valeurs moyennes et dispersion calculées par série de 50 mesures). Le log du sondage Brigitte incliné II (207W314) ne montre pas d'anomalies radiométriques et peut servir de base pour établir la valeur en équivalent uranium des faciès lithologiques rencontrés sur le site. Le tableau 15 montre que la valeur moyenne est de 12,6 eU (avec un écart type de 25%) ce qui correspond à une roche contenant 3-4 ppm en U, 10-11 ppm en Th et 2,5 - 3% en K20, soit les concentrations moyennes d'une formation schisteuse. On peut noter que les anomalies (valeur moyenne à + 2) sont rares, ponctuelles et ne représentent que 4 à 5% des valeurs calculées. Elles correspondent probablement à des joints enrichis en uranium. Le log du sondage vertical I (207W313) montre une anomalie de faible profondeur, complexe et s'étendant sur six mètres avec des concentrations maximum de 58 ppm en eU. Outre cette anomalie, les concentrations moyennes (voir tableaux) sont plus élevées que dans le sondage n° 207W314 (14,76 eU avec un écart type de 21%).

A partir de la profondeur de six mètres les anomalies deviennent ponctuelles, de faible amplitude et ne représentent que 7 à 8% des valeurs calculées. Le log du sondage incliné III (207W315) montre deux zones anomaliqes principales : l'une, à faible profondeur, s'étend jusque 6 m et atteint 90 ppm en eU; l'autre, située entre 16 et 30 m est complexe et montre une partie médiane à plus de 100 ppm en eU encadrée vers le haut et le bas par deux zones à 25-30 ppm en eU. Outre les anomalies, les concentrations moyennes (voir tableaux) sont plus élevées que dans le sondage n° 207W314 (14,78 et avec un écart type de 22%). Dans toute cette partie du log les anomalies restent ponctuelles, de faible amplitude et ne représentent que 7 à 8% des valeurs calculées. Une dizaine d'échantillons prélevés dans les sondages 207W313 et 207W315 ont fait l'objet d'une analyse en spectrométrie gamma. L'équivalent uranium fictif calculé à partir de la relation $eU = aU + aThTh + akK$ a été comparé à celui déterminé à partir de la diagraphie (tableaux 16 et 17). La corrélation entre les mesures sur carottes et les valeurs déterminées par la diagraphie est bonne ($r^2 = 0,995$). Le coefficient agulaire proche de 1 montre que les valeurs calculées par diagraphie sont bien représentatives des concentrations en radioéléments exprimées en eU ($y = 0,978 x + 1,563$: $y = eU \text{ calc.}$ $x = eU \text{ dia.}$).

IV. Interprétation des données des observations de terrain et des diagraphies

1°) Variation du pendage de la stratification

Les informations données par la description des carottes sont synthétisées à la figure 18. Dans deux d'entre eux le pendage, des couches passe brutalement de 0 à 35°. Le contexte sédimentaire régional à la charnière Gedinnien inférieur-Gedinnien supérieur ne permet pas de penser à un contact sédimentaire aussi brutal, même si les faciès des quartzophyllades de Braux sont à caractère régressif (faciès de type plages, estuaire...). Ce contact est interprété comme étant un contact par faille. Ceci est étayé par le fait que la fracturation est importante notamment dans le sondage n°I que certains plans de fractures montrent des stries de glissement. Ajoutons en outre que le fait que la variation de pendage de la stratification se rencontre entre -30 et -40 m au SI et SIII, que SII présente des couches de pendage constant sur toute sa longueur conduit à tracer un plan de faille passant à -35 m (environ)

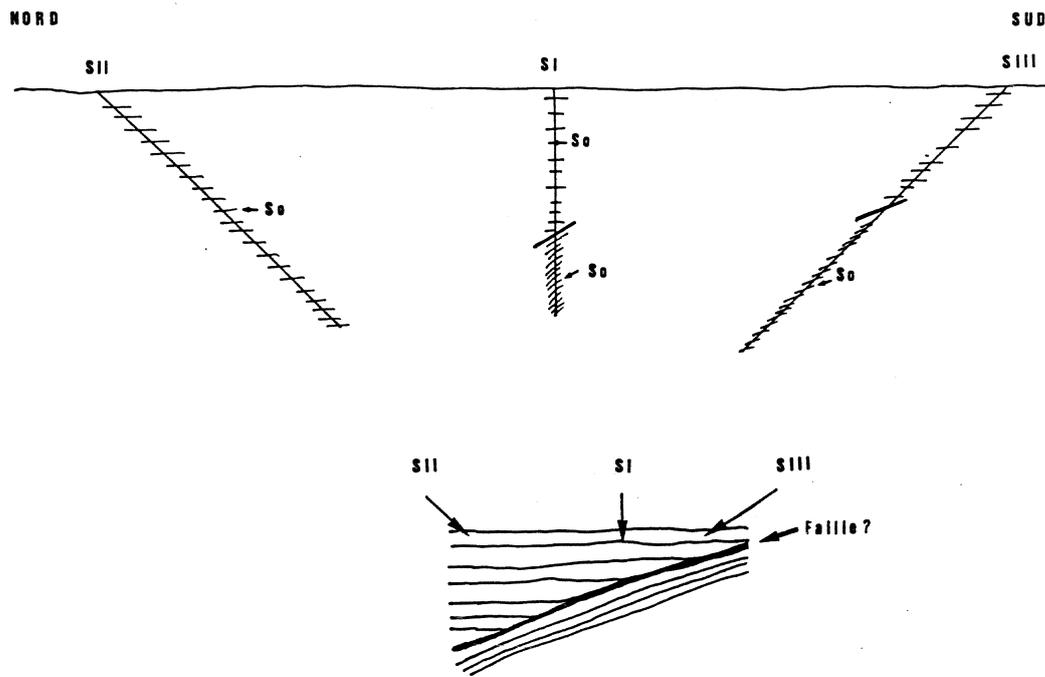


Figure 18. Monceau - Brigitte I. Interprétation des variations de pendage de la stratification (S_o). En fait, l'orientation probable de la faille est N45E.

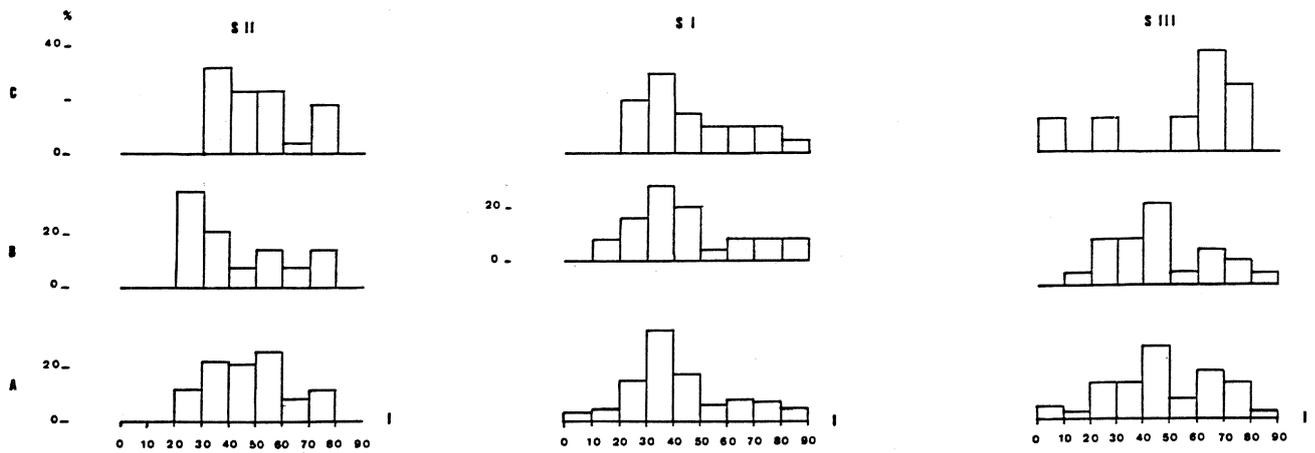


Figure 19. Monceau - Brigitte I. Histogramme de distribution des orientations des plans de fracture. Les mesures sont faites à partir de l'axe des carottes des sondages. (I : inclinaison sur l'axe, en degré).

A. toutes fractures confondues; B. fractures à remplissage limonitique; C. fractures minéralisées en quartz, calcite et/ou pyrite.

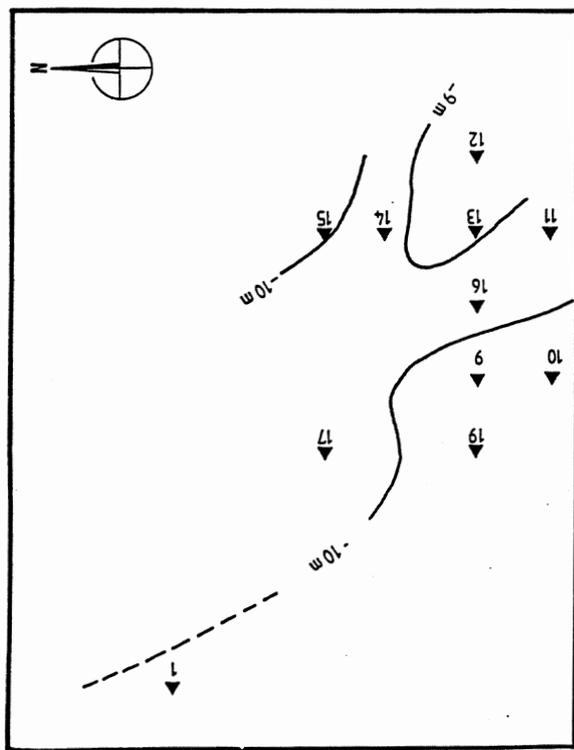
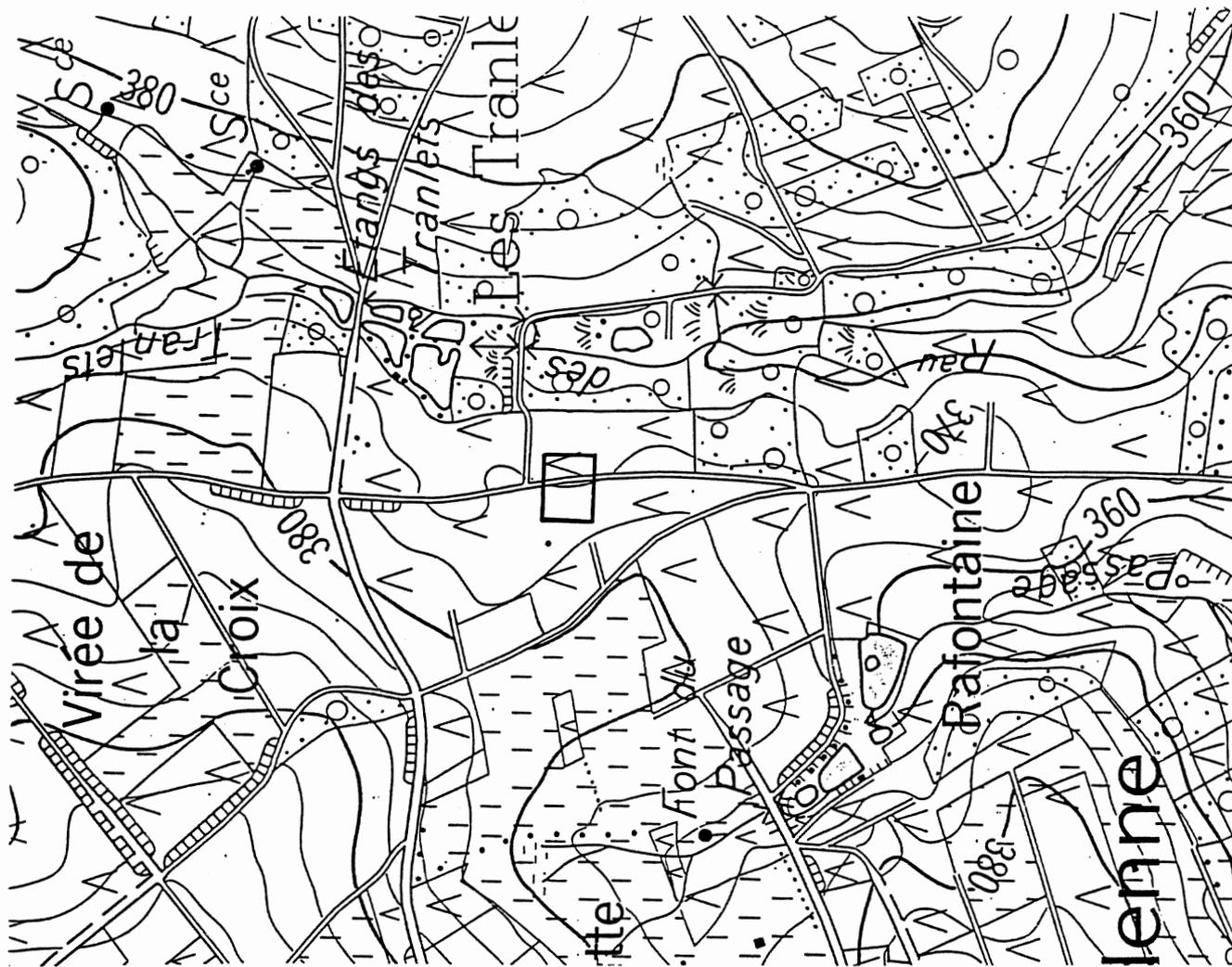


Figure 20. Monceau - Brigitte I. Carte du toit des phyllades de Levrezy (Gedinnien inférieur) établie sur le site à partir de dix sondages courts.

selon une orientation similaire à celle du linéament radioactif de surface (N45E) de pendage NE (figure 18B).

2°) La fracturation (fig 19)

Les plans de fracture ont été mesurés et étudiés de la même façon que dans le sondage de Oizy. Il n'est pas possible d'en tirer ici les mêmes enseignements. Notamment dans le sondage vertical une seule famille de plan est mise en évidence. Son inclinaison (20-50°) sur l'axe du sondage semble indiquer qu'elle accompagne le plan de faille préalablement défini. Localement donc les deux familles de plan de fracture connues à l'échelle régionale ne se retrouvent pas. Seule la direction N110-N130 s'exprime, dans le cas de la recherche de l'uranium elle apparaît être la plus importante car déjà dans la carrière de Oizy elle est porteuse des anomalies, aux Tranlets elle est associée à la minéralisation. Cependant les remplissages de fracture prélevés ici dans le sondage, hors des anomalies ne présentent pas de radioactivité particulière.

3) Altération des roches

Sur ce site des Tranlets - Brigitte I, la roche en place (le grès de Braux) est surmontée d'une couche argilo-sableuse, compacte, résultant d'une altération *in situ* du Gedinnien. Dans ce matériel des agrégats minéralisés en limonite, autunite et torbernite ont été découverts. La perméabilité des grès grossiers présents à l'affleurement, la fracturation et la schistosité ont facilité la circulation des fluides. Les phénomènes d'altération sont drainés *per descensum*. Ceci est illustré par les nombreux fronts d'oxydo réduction de type "roll front" rencontrés en sondage, ainsi que par les niveaux argilisés qui peuvent être encadrés par des couches plus saines. Cette argilisation (SIII) peut être associée à un niveau très radioactif. Ceci tendrait à confirmer que les fluides géochimiques enrichis en uranium ont effectivement circulé vers le bas et que la fracturation et les failles ont joué un rôle prépondérant dans la migration du niveau d'altération et de la minéralisation qui l'accompagne.

V. Présentation des faciès

Sur ce site, ainsi que nous l'avions déjà constaté grâce à une série de sondages courts, le contact entre les phyllades de Levrézy et les quartzophyllades de Braux (E. Asselberghs, 1946) se situe à environ 10 m de profondeur. Il est possible grâce à l'ensemble des données de sondage d'établir une carte du toit des phyllades de Levrézy pour ce site (figure 20).

Les faciès présents sont classiques pour la région.

Les "quartzophyllades de Braux" sont représentés par :

- des grès grossiers à stratification entrecroisées, beige à verdâtre,
- des quartzophyllades : succession de micro lits de grès fins et de niveaux pélitiques,
- des schistes noirs fins.

Dans les niveaux gréseux des niveaux d'oxydo-réduction ne sont pas rares.

Les "phyllades de Levrézy" sont représentées ici par des grès bleutés à grain fin et des phyllades grossiers, arénacées.

La schistosité dans certains faciès (surtout les phyllades) peut avoir transposé presque entièrement la stratification. Il devient alors délicat de faire la part de ce qui est sédimentaire et de ce qui est

tectonique. La fracturation a permis l'installation de remplissages de fractures: limonitique en haut de sondage, pyriteux, quartzeux et/ou calcitique en profondeur. Ces trois derniers minéraux pouvant être seuls ou associés.

VI. Etudes géochimiques et radiogéochimiques

1°) Introduction

L'objectif premier de la série de sondages (la recherche de l'uranium) et les impératifs budgétaires ont fait que les analyses ont été concentrées sur les sondages n°I et n°III. Le choix du n°III sur lequel le plus d'analyses a été fait est du à l'anomalie gamma rencontrée en diagraphie et sur les carottes lors de la première description.

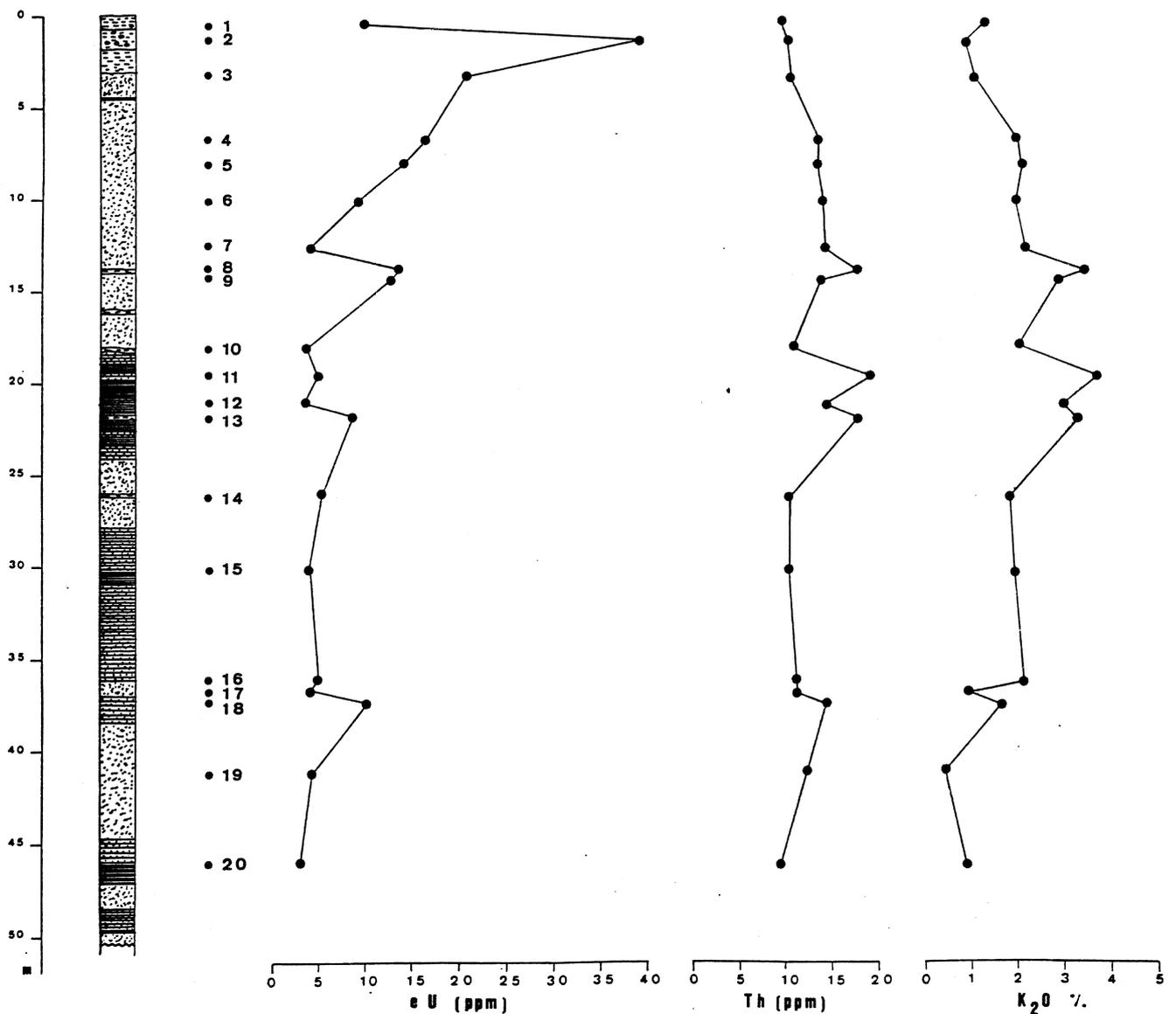


Figure 21. Monceau - Brigitte I. Sondage I : comportement des radioéléments.

2°) Le sondage n°I (figure 21)

Il s'agit du sondage vertical de 50 m implanté sur la zone même où les minéraux d'uranium avaient été rencontrés en surface. L'objectif principal était alors de déterminer le comportement de l'uranium à partir de la surface.

L'examen des résultats obtenus en spectrométrie gamma pour doser l'uranium, le thorium et le potassium ne révèle pas d'anomalies (figure 21, tableau 18). Ceci est en accord avec les données de la diagraphie.

Les plus fortes teneurs en U sont relevées dans les 7 premiers mètres, les 43 mètres restant ne montrent que des teneurs proches de celles du "bruit de fond" régional pour ce type de roche (Charlet J.M. et al., 1983).

Les teneurs en thorium sont elles plus régulières. La concentration moyenne pour les 20 échantillons est de 12,5 ppm, ce qui correspond au clarke. Les maxima enregistrés le sont entre 19 et 22 mètres, dans des niveaux phylladeux à quartzophylladeux (en fait des alternances de microlites de grès et de pélites) où les minéraux détritiques thorifères ne sont pas rares (monazites,...).

Le potassium est lui aussi présent en teneur normale.

3°) Le sondage n° III

Il s'agit ici du sondage incliné à 45° vers le Nord qui a rencontré une anomalie gamma.

a) Radiogéochimie. Dosage en U-Th-K₂O par spectrométrie gamma (figure 22 et tableau 19)

Les analyses de laboratoire confirment les résultats de terrain et les diagraphies. Il y a entre 20 et 25 m de profondeur une forte anomalie en uranium (251 ppm d'Um à 22,45 m). Sur le reste du sondage, les teneurs mesurées sont en accord avec les valeurs du clarke. L'anomalie se concentre dans un niveau entièrement argilisé par l'altération chimique *in situ*.

L'uranium a probablement été amené à partir de la surface par des eaux de percolation qui circulaient par les voies les plus faciles (schistosité, fractures, failles, niveau grossier). Il a donc pu être bloqué à certain niveau ainsi que cela semble être le cas dans ce sondage ou alors être drainé encore plus en profondeur.

Le thorium, classiquement associé au matériel détritique (insolubles) et le potassium plus facilement mobilisable mais très lié aux argiles donc porteur d'une partie du message concernant le matériel hérité, présentent ici des comportements similaires. Ceci illustre l'origine exogène de l'uranium qui se comporte de façon extrêmement différente.

Les teneurs en Th et K₂O sont tout à fait normales.

b) Etude géochimique.

. Introduction.

Dix échantillons étudiés en spectrométrie gamma dans ce sondage ont fait l'objet d'un certain nombre d'autres analyses : le dosage de la silice libre permettant de caractériser rapidement les faciès

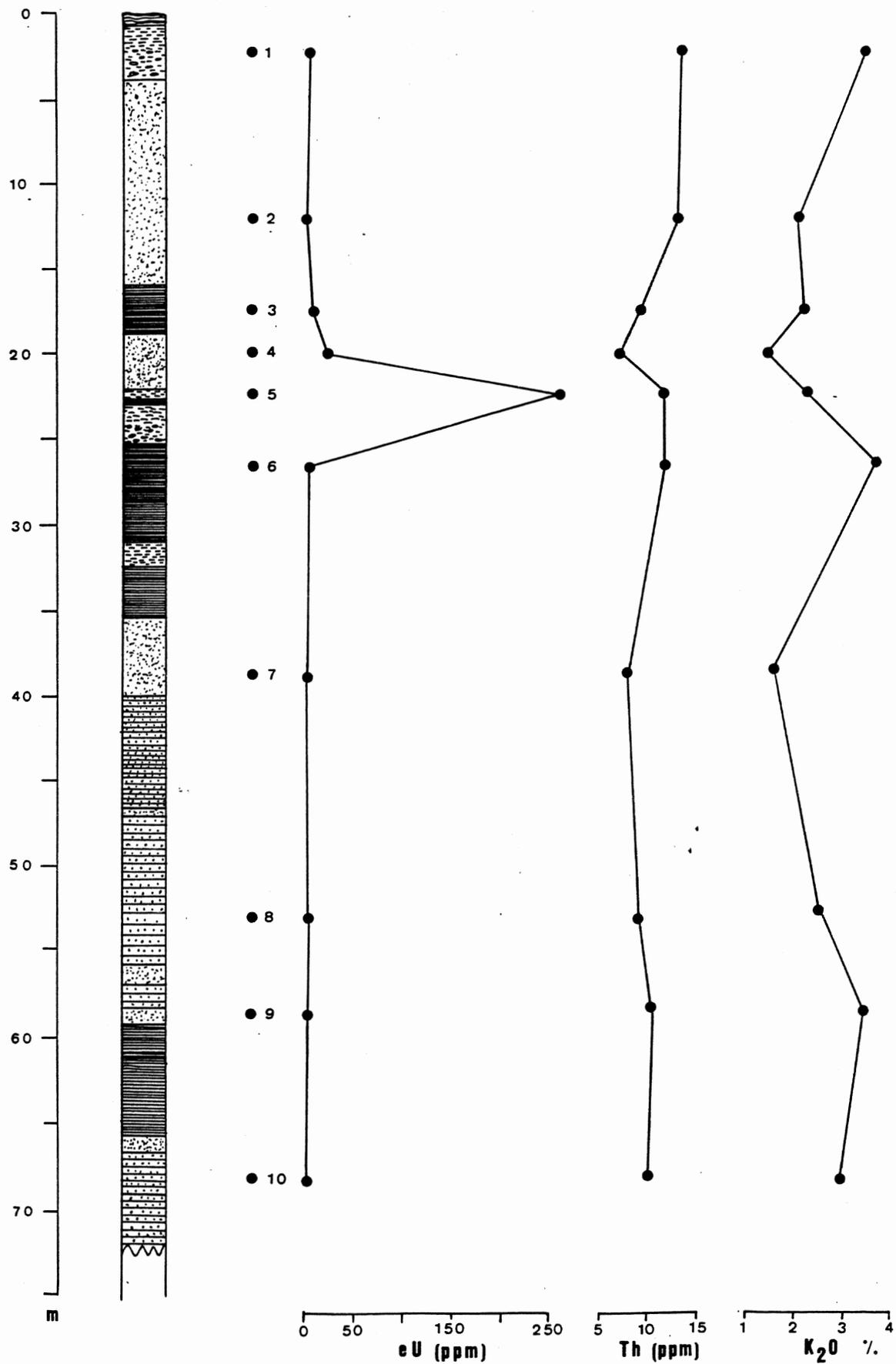


Figure 22. Monceau - Brigitte I. Sondage III : résultat du dosage en radioéléments par spectrométrie gamma.

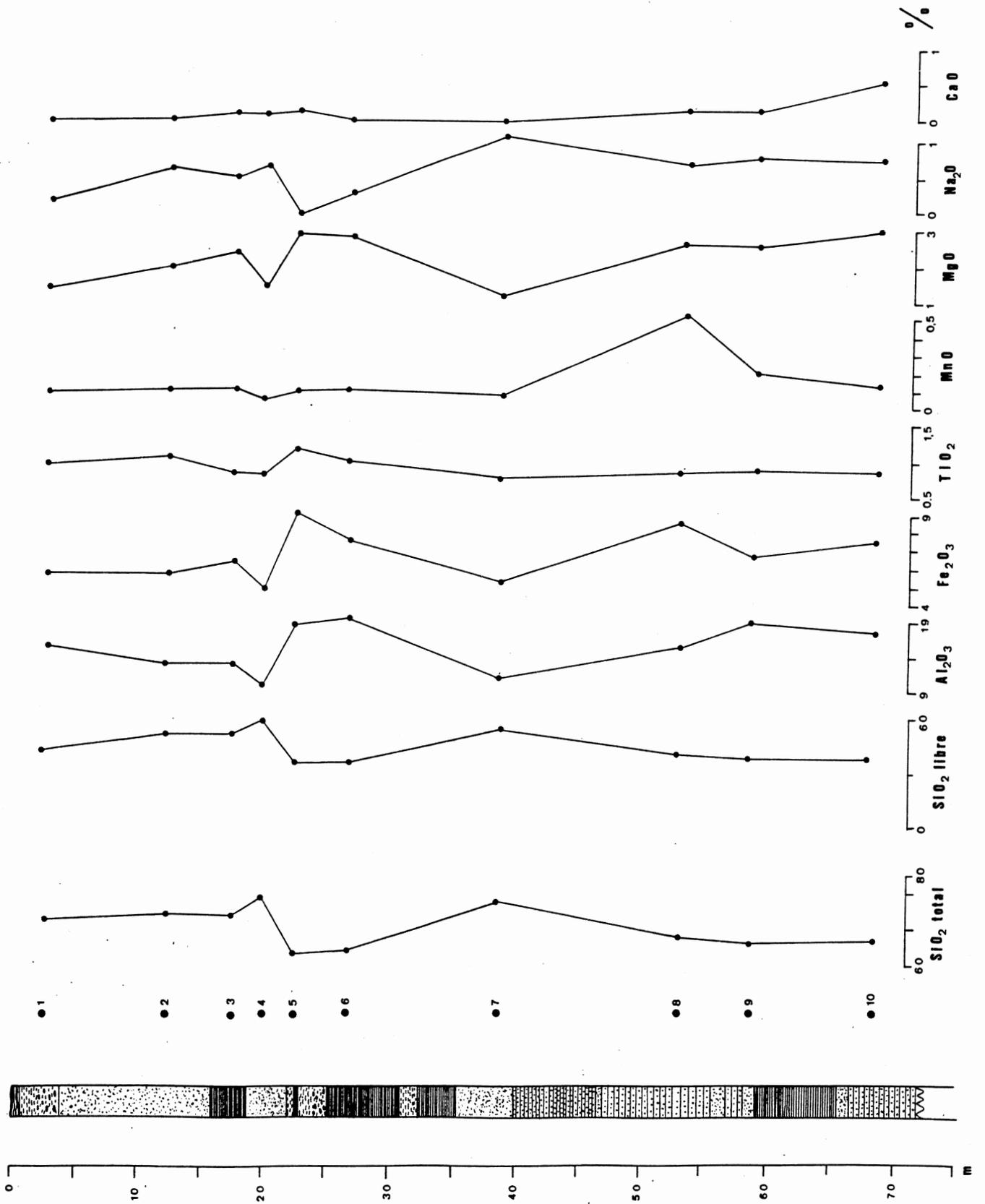


Figure 23. Monceau - Brigitte I. Sondage III : teneur en SiO₂ libre et dosage des majeurs par fluorescence X.

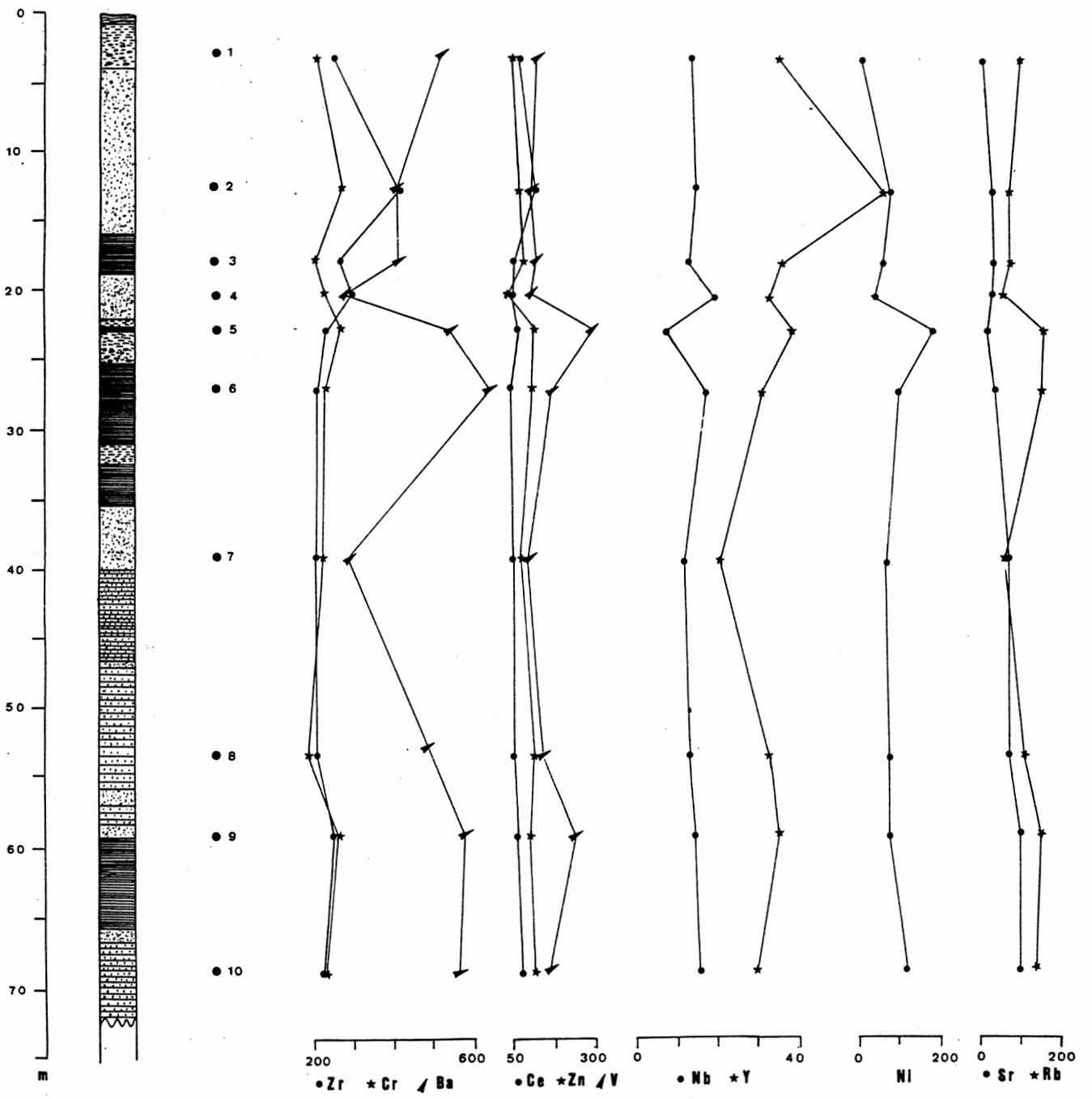


Figure 24. Monceau - Brigitte I. Sondage III : Dosage des éléments traces par fluorescence X. Teneurs exprimées en ppm.

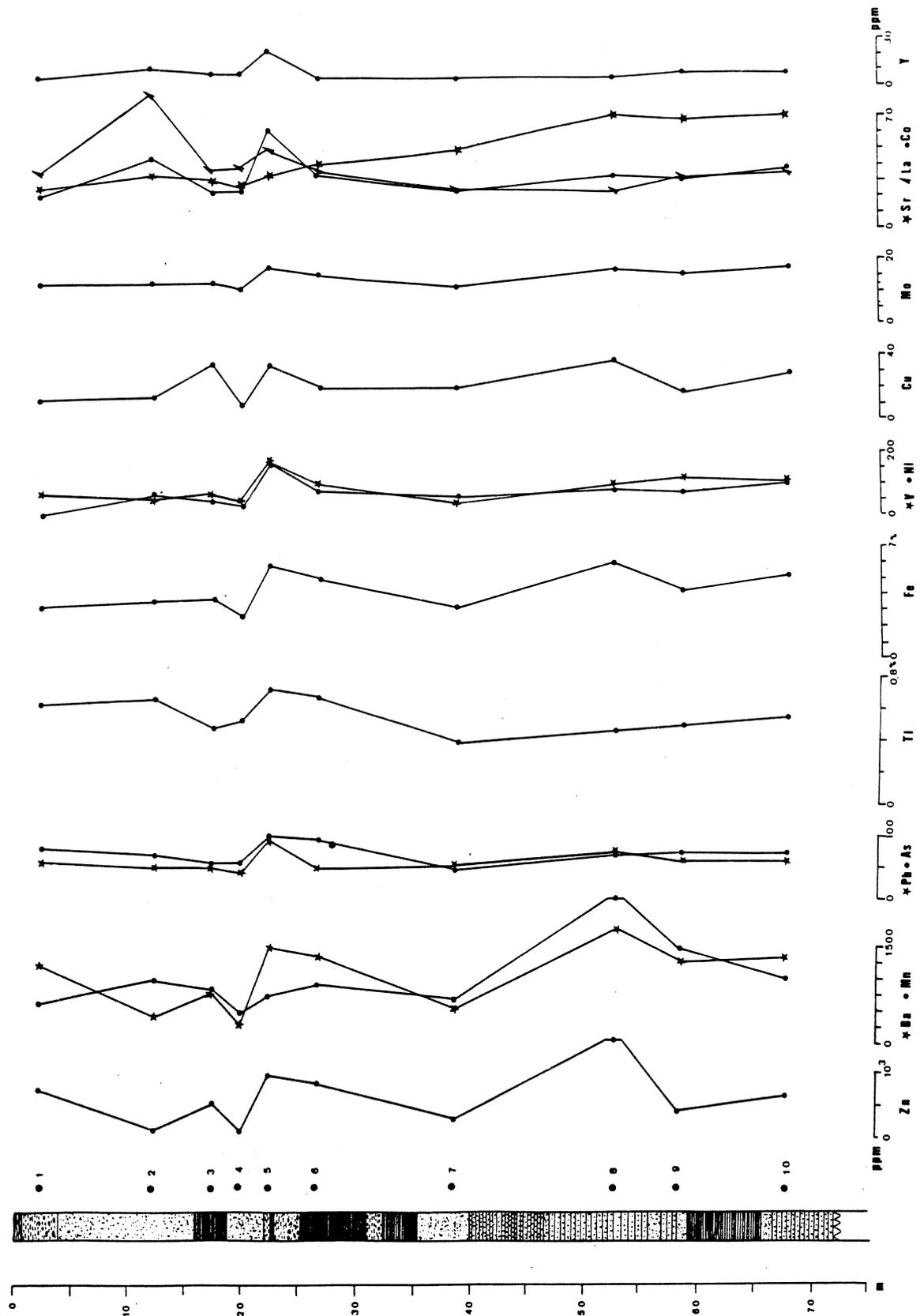


Figure 25. Monceau - Brigitte I. Sondage III : dosages au spectromètre à plasma de 15 éléments (majeurs et traces).

et de prendre en compte la part de SiO_2 qui n'est pas associée à des argiles; le dosage des éléments majeurs et de traces en fluorescence X et au spectromètre à plasma. L'objectif de ces dernières analyses étant de caractériser ces faciès rocheux par leur chimie en établissant des logs géochimiques pour ces sondages.

. Dosage de la silice libre (figure 23, tableau 20).

Ces résultats reflètent effectivement le caractère plus ou moins gréseux des échantillons. Il semble même possible de mettre en relation le niveau d'altération (argilisation) des roches avec le taux de silice libre. En effet, les roches les plus altérées (n° 5 et 6) sont aussi celles qui ont le plus faible taux de silice libre (environ 35%). La silice présente dans ces échantillons est liée aux minéraux argileux. Donc, il semble possible d'avancer que l'uranium présent dans les niveaux radioactifs serait plutôt fixé sur les phases résiduelles (argiles insolubles) qui ont résistées à l'altération ou alors dans des minéraux issus de l'altération, néoformés qu'il faudrait tenter de préciser. L'échantillon n°5 est le plus concentré en des éléments majeurs typiques des minéraux argileux : Al_2O_3 , K_2O , MgO , FeO , ou alors accompagnateurs de l'uranium tel que le titane.

Le niveau altéré semble donc bien se marquer dans la géochimie des majeurs.

. Dosage des éléments traces par fluorescence X (figure 24, tableau 22).

Peu de choses semblent sortir directement de ces résultats, quelques ruptures de pente du style de celles signalées pour les majeurs paraissent souligner le niveau argilisé mais assez discrètement. Seul les logs du vanadium et du nickel indiquent une anomalie à ce niveau.

. Dosages géochimiques au spectromètre à plasma (figure 25, tableau 23).

Les dosages en fluorescence X ont été confirmés et complétés au spectromètre à plasma. Les logs établis montrent les mêmes particularités que les précédents. Si on les observe, on notera que l'échantillon n°5 (250 ppm d'U) paraît concentrer des éléments tels que : Pb, As, Fe, Mn, V, Mo, Co, Y. Ce sont d'habituels accompagnateurs de l'uranium.

. Conclusions à la géochimie.

Les résultats obtenus sur le sondage III semblent permettre de distinguer le niveau argilisé (échantillons 4,5) du reste du sondage. Pour ce qui est des roches saines (ou plutôt moins altérées), les résultats en regard des faciès analysés semblent en accord avec ce qui est connu ailleurs.

VII. Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 micromètres (diffraction X) (figure 26, tableau 24).

Les analyses et déterminations ont été réalisées à Lille (USTLFA) par J.F. Deconninck (Laboratoire de Sédimentologie).

Les résultats obtenus montrent que le cortège de minéraux argileux est essentiellement composé

d'illites et de chlorites. Il est complété par une proportion non négligeable de smectite. Il semble que dans le cas qui nous intéresse, il faille associer la proportion de smectite au niveau d'argilisation de la roche. En effet, les niveaux les plus altérés du sondage sont aussi les plus riches en smectite (40 à 50%), on y rencontre également un peu de kaolinite autre témoin d'altération supergène.

Les minéraux accompagnateurs : quartz et feldspaths sont ici un double indicateur. Ils signalent le caractère plus ou moins gréseux de la roche mais ils peuvent fournir des indications sur son état de fraîcheur. Ainsi, leurs proportions augmentent avec l'enfouissement.

VIII. Traitement statistique : première approche.

Le nombre important de données en notre possession a fait que nous avons dû opérer plusieurs étapes.

Le faible nombre d'échantillon conduit à rester prudent dans les interprétations.

1°) Traitement des données de la spectrométrie gamma, de l'analyse des majeurs en fluorescence X et de la minéralogie des argiles (diffraction X) (figure 27, tableau 25)

Il est important de noter ici l'existence d'un pôle argile caractérisé par les illites (III.) qui semble porter un certain nombre d'éléments. L'uranium, s'il est porté par l'axe 1, n'est cependant pas lié aux illites; il est plutôt à mettre en relation avec les smectites.

D'une façon générale, les individus s'ordonnent de part et d'autre d'une droite qui sépare le domaine argileux (A) du domaine gréseux (G). La position de l'échantillon n° 1 peut être discutée; il s'agit d'un matériel argilo-sableux qui, dans certaines analyses, se comporte comme un grès et comme un matériel schisteux dans d'autres.

2°) Traitement des données de la fluorescence X et de la spectrométrie gamma (figure 28, tableau 26)

On retrouve ici un uranium lié au vanadium, nickel, titane, qui sont des accompagnateurs courants de ce métal.

Le thorium va également avec le titane mais aussi avec le cérium. Cette liaison avec les terres rares peut être attribuée à la présence de monazite dans certains des faciès régionaux.

Le potassium, quant à lui, suit les composants des argiles, c'est-à-dire, le magnésium, le fer, l'aluminium, déterminant ainsi un pôle argileux alors que le thorium définit un pôle détritique. Le pôle uranium est situé entre les deux indiquant peut-être par là même l'influence de l'argilisation due à une altération chimique sur la remobilisation de l'uranium présent dans les stocks sédimentaire et géochimique qui constituent ces roches gréso-schisteuses du Dévonien inférieur.

La répartition des échantillons dans le plan F1 F2 semble suivre le même schéma que dans l'analyse précédente.

3°) Traitement des données sur les radioéléments, les métaux et la minéralogie des argiles (figure 29, tableau 27)

On y définit essentiellement deux pôles : un pôle uranium qui regroupe de nombreux éléments : nickel, cobalt, plomb, vanadium, molybdène, arsenic, que l'on a coutume de qualifier d'accompagnateurs de l'uranium. Il est à noter qu'aucun des minéraux argileux ne se retrouvent dans ce pôle. Le thorium et le potassium sont eux avec l'illite définissant le pôle "détritique" ou plutôt de l'héritage car ces illites sont directement issues du Gédinnien.

Comme dans le cas précédent, la limite grès-argile peut aisément être tracée dans le plan F1 F2 pour les individus.

4°) Traitement des données de l'analyse géochimique au spectromètre à plasma (fig 30, tableau 28)

C'est probablement celle qui nous apporte le moins d'enseignement. Nous retrouvons la liaison de l'uranium avec le nickel, le cobalt et l'yttrium, ainsi que celle du thorium avec le titane.

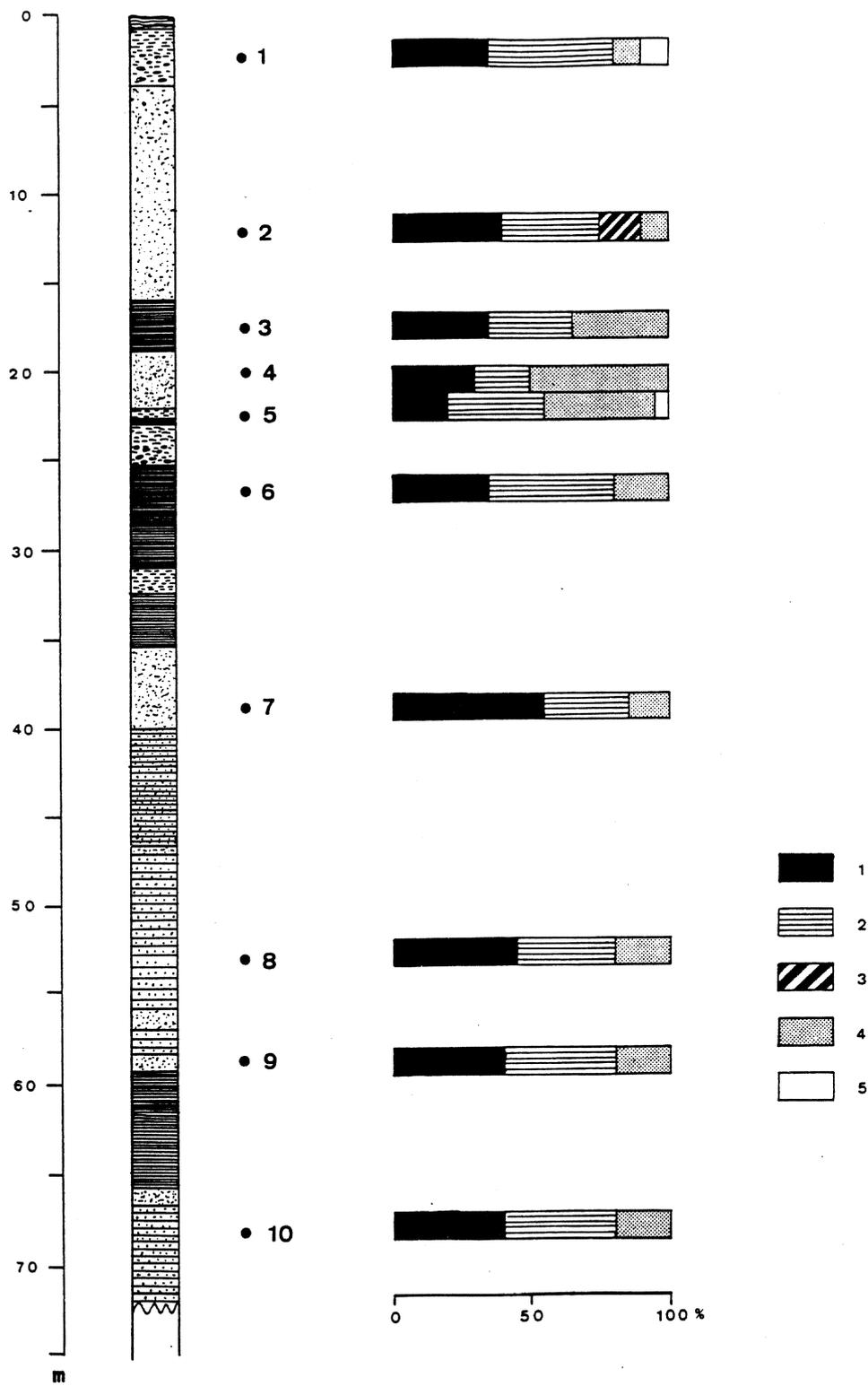


Figure 26. Monceau - Brigitte I. Sondage III : composition en minéraux argileux de la fraction inférieure à $2\mu\text{m}$.

1. Chlorite; 2. Illite; 3. Interstratifiés; 4. Smectites; 5. Kaolinite.

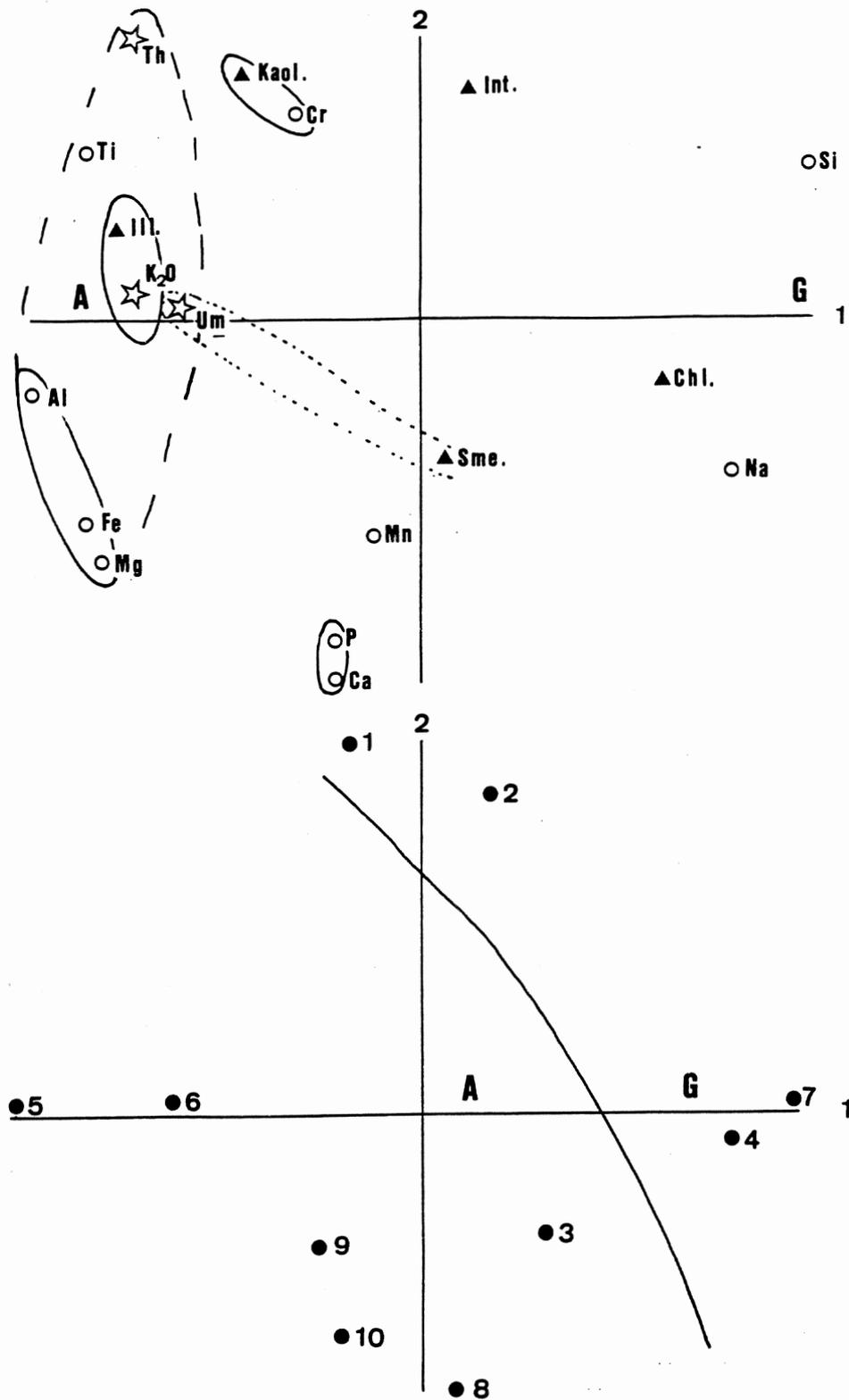


Figure 27. Monceau - Brigitte I. Sondage III : ACP des résultats de la spectrométrie gamma de la fluorescence X et de la diffraction X. Projection du plan F_1-F_2 .

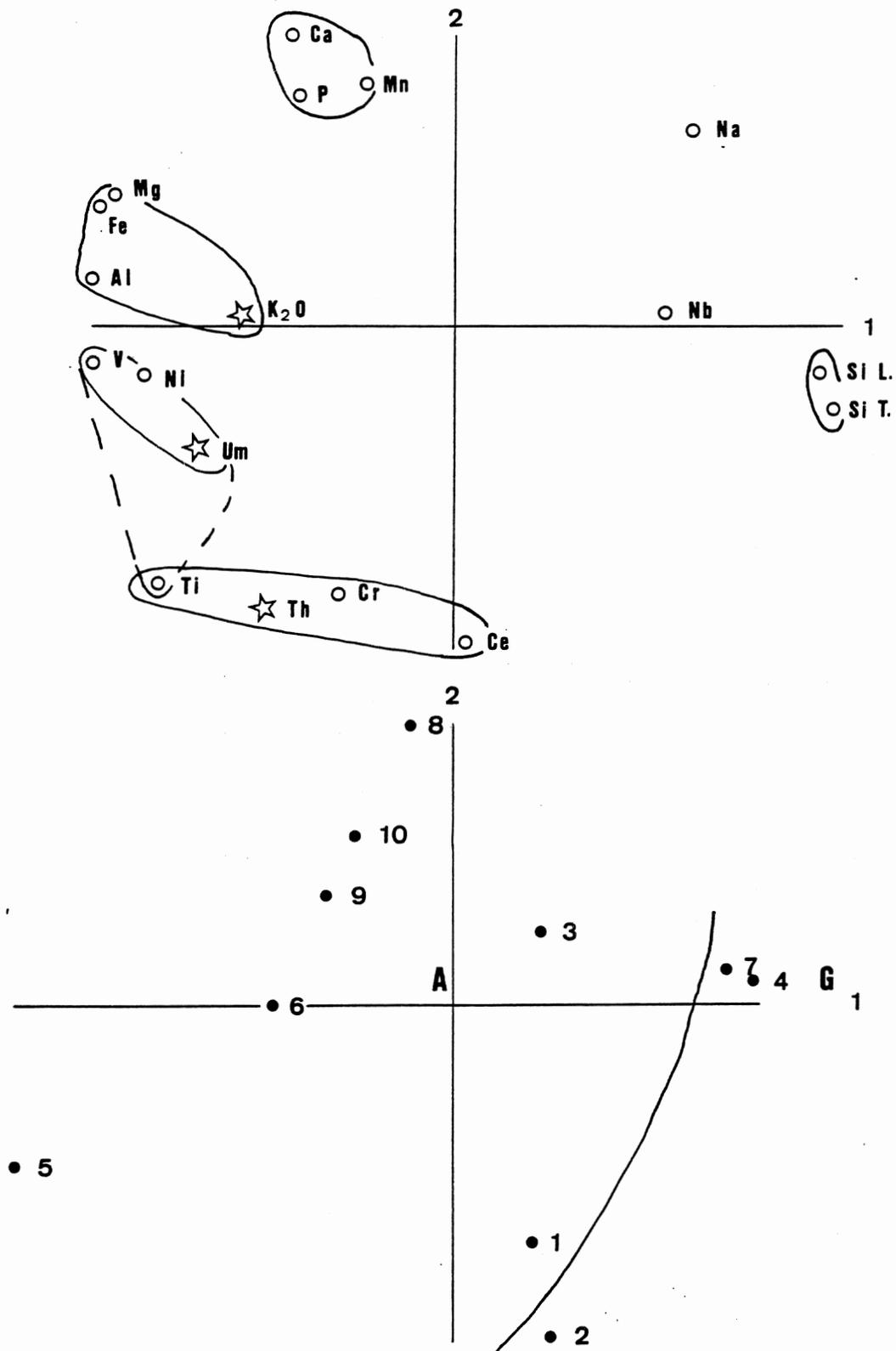


Figure 28. Monceau - Brigitte I. Sondage III : ACP des résultats de la spectrométrie gamma et de la fluorescence X. Projection du plan F_1 - F_2 .

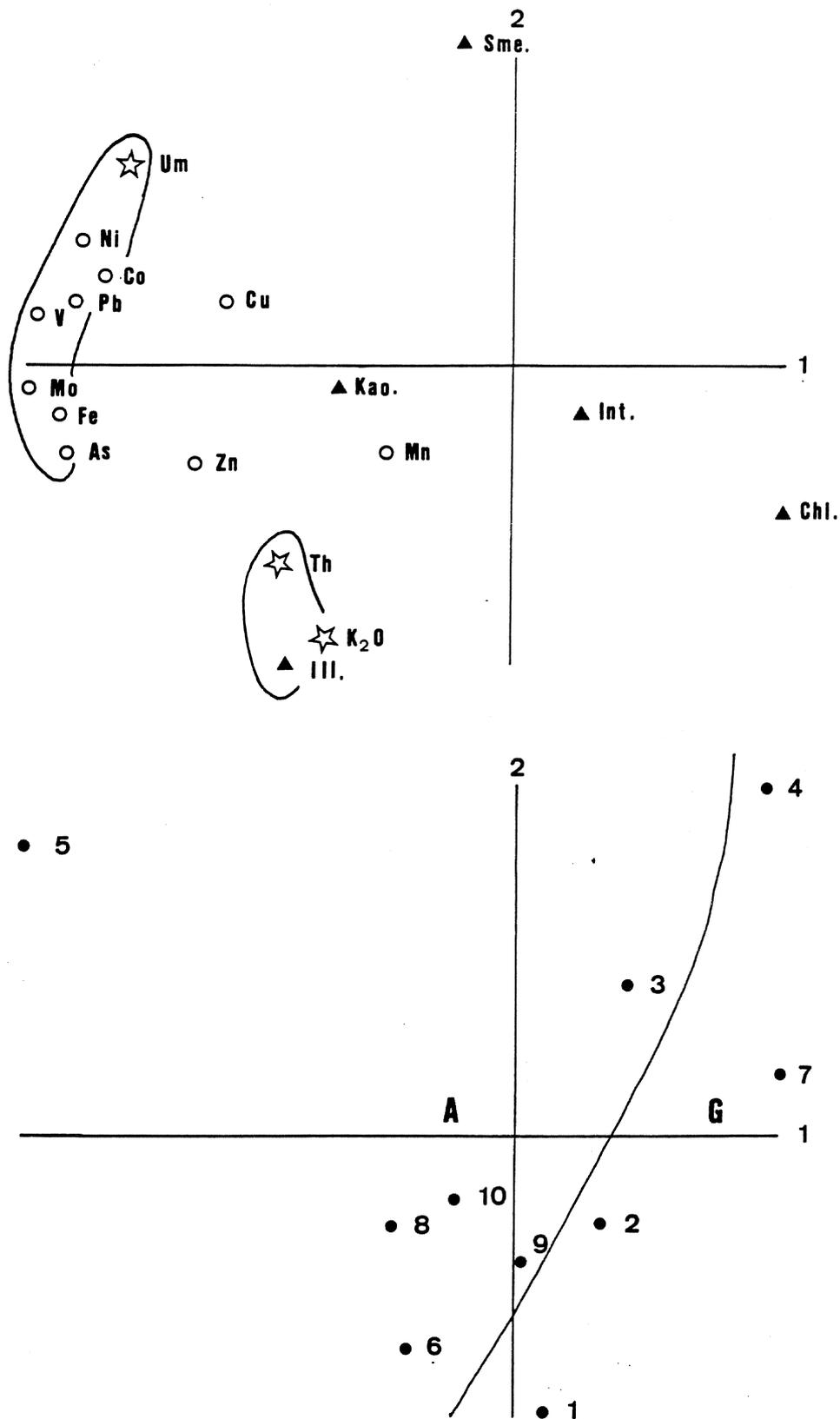


Figure 29. Monceau - Brigitte I. Sondage III : ACP des résultats de la spectrométrie gamma, de la fluorescence X (métaux) et de la diffraction X. Projection du plan F_1 - F_2

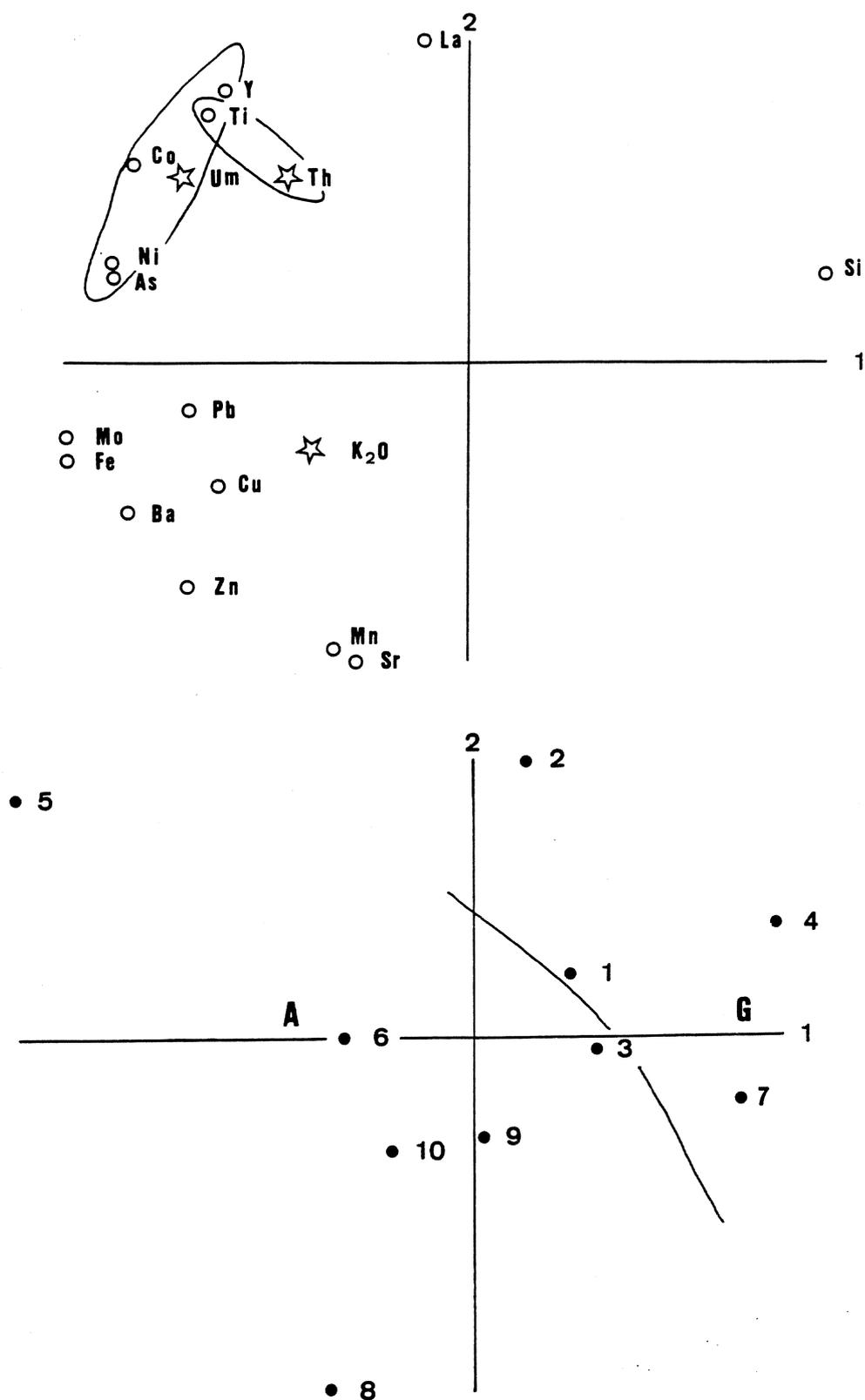


Figure 30. Monceau - Brigitte I. Sondage III : ACP des résultats de la spectrométrie gamma, des dosages au spectromètre à plasma. Projection du plan F_1 - F_2 .

IVème PARTIE : SONDAGE DE MONCEAU-ACHI, SONDAGE 207W316.

I. Introduction.

D'après les données de la cartographie géologique antérieure (Beugnies, 1982) et les études menées sur les teneurs en uranium dans ce secteur, une des hypothèses était que l'uranium, d'origine supergène dont certaines concentrations de surface ont été préservées au cours du temps (Oizy, Les Tranlets...) pouvait avoir été drainé par descensum.

Au cours de ce déplacement, l'U peut avoir rencontré des pièges du type faciès réducteur alors que les solutions percolantes étaient à caractère oxydant par exemple. Il fallait donc rechercher à proximité des principales anomalies et indices reconnues des structures favorables au piégeage de l'uranium. Ainsi, le synclinal de Monceau (figure 31) nous est-il apparu comme étant favorable à la mise en place d'une éventuelle concentration (faciès pyriteux, à caractère réducteur (les phyllades de Levezey, zone synclinale très fracturée pouvant favoriser la circulation des fluides,...)).

En outre, le fait d'implanter un sondage à ce niveau nous offre la possibilité de disposer un log lithologique de référence locale. En tout cas, il devait au moins compléter les données des autres sondages.

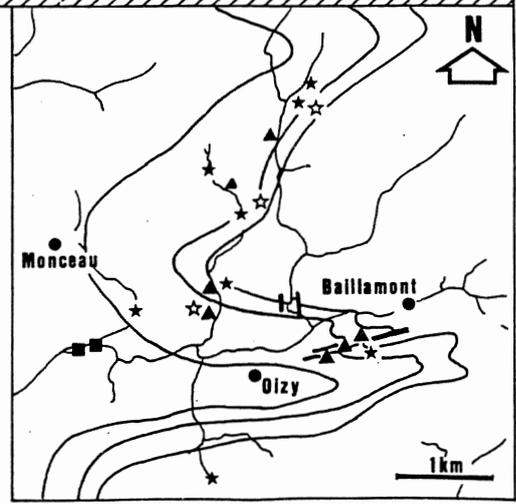
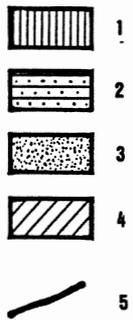
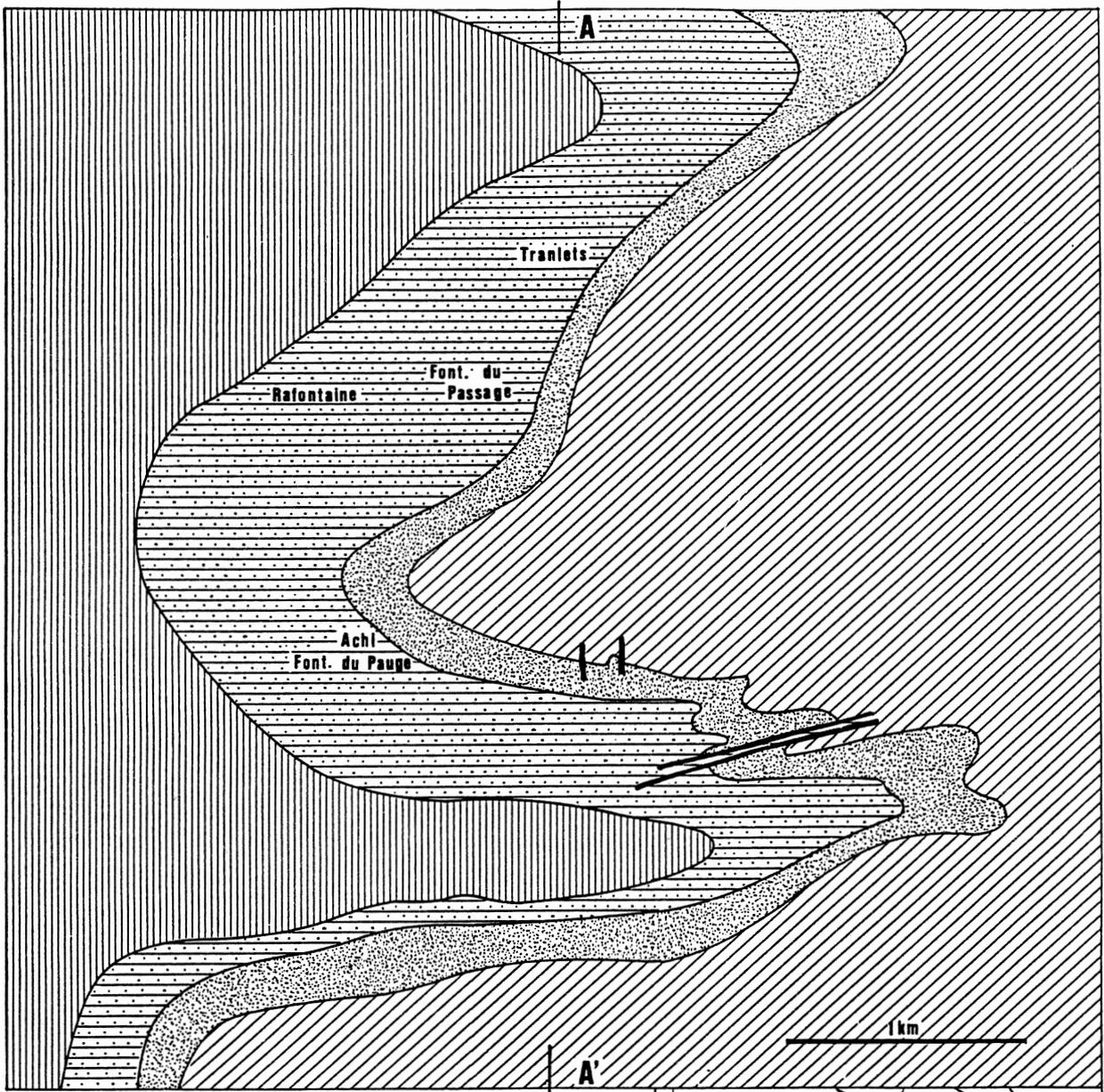
II. Description lithologique du sondage (L. Dejonghe, C. Jodard, P. Doremus) (fig.32).

Données techniques

- Numérotation Service Géologique de Belgique : 207W316.
- Localisation : sondage implanté sur le territoire de la commune, de Bièvre (Monceau) au voisinage du lieu-dit Achi.
- Coordonnées Lambert de l'orifice (repérage : P. Van Wichelen) :
 - x = 196.000
 - Y = 55.968
 - Z = 362,457
- Sondage vertical.
- Effectué du 16 décembre 1987 à fin mars 1988.
- Pour le compte du Service Géologique de Belgique.
- Par la firme EFCO BENELUX.
- Sondage au simple carottier, au diamètre intérieur de 135 mm jusqu'à 2 m, puis à câble, double carottier, au diamètre intérieur de 116 mm jusqu'à 57,18 m et enfin, à câble, double carottier, au diamètre intérieur de 63,5 mm jusqu'à la base.
- Arrêté à la profondeur de 215,10 m.
- Au niveau de la nappe à l'équilibre établi à m de profondeur.
- Diagraphie effectuée par DIASOL.

Description lithologique

0,00 à 0,45 m : Argile brun sombre à rares débris plurim de grès gris-verdâtre, à grain moye,, micacé.



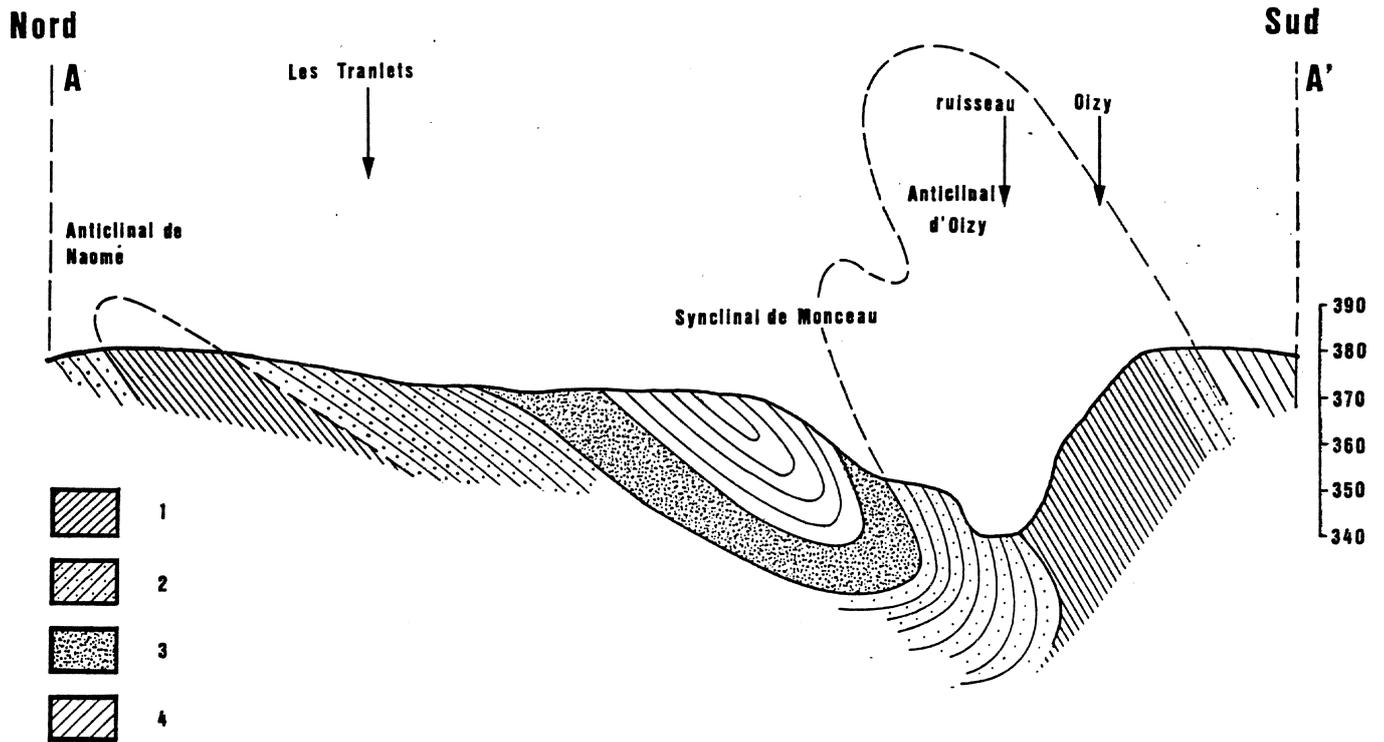


Figure 31. Carte et coupe géologiques dans la zone de Monceau.

- 1. Phyllades
- 2. Quartzophyllades } "Phyllades de Levrezy"
- 3. Quartzophyllades et grès de Braux } Gedinnien inférieur
- 4. Gedinnien supérieur
- 5. Failles; 6. Anomalies en U
- 7. Anomalie en Th; 8. Anomalies Rn dans les eaux de source
- 9. Anomalies Rn dans les sols.

0,45 à 3,40 m : Argile brune. A partir de 1,70 m, quelques débris de grès brunâtre à grain moyen, micacé, très altéré.

Entre 3,40 et 5,82 m : On a récupéré 0,60 m de carotte. Il manque environ 1,80 m de carotte.

3,40 à 5,82 m : Grès jaune-brunâtre, à grain fin à moyen, très argileux, très altéré, avec localement des traces d'oxydation rougeâtres.

Vers 3,50 m : Niveau d'oxydation : 70° environ, noir mm.

5,82 à 7,85 m : Grès gris-verdâtre à grain moyen, localement plus fin, argileux, micacé, très localement à pigment hématitique rougeâtre. Alterne localement avec des lamines pélitiques verdâtres (chloriteuses) mm à cm.

Vers 6,15 m : Fracture irrégulière 30-35°, à placage argilo-limonitique brun-jaunâtre et rougeâtre.

Vers 6,30 m : Fracture 60-65° à fin placage limonitique rouge et noir.

Vers 6,40 m : Fracture 32° à remplissage argilo-limonitique brunâtre.

Vers 6,60 m : Fracture 37°, idem.

Entre 6,65 et 6,80 m : Fin niveau 40-50° d'oxydes noirs soulignant la schistosité grossière.

Vers 7,20 m : Stratification : environ 70°.

Vers 7,80 m : Stratification : 65-70°.

7,85 à 13,21 m : Grès jaunâtre, localement verdâtre, à grain fin à moyen, argileux, micacé, montrant très localement de fines lamines limonitiques noirâtres.

Vers 8,00 m : Fracture 50° à remplissage argilo-limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 8,50 m : Stratification 45°.

Vers 9,50 m : Fracture 55°-60°, à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 9,70 m : Fracture irrégulière : 65-70° en moyenne, idem.

Vers 10,20 m : Fracture irrégulière subhorizontale à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 10,37 m : Fracture 25-30°.

Vers 10,45 m : Fracture 10° à placage d'oxydes brunâtres rougeâtres et noirâtres.

Entre 11,10 m et 11,70 m : Roche bariolée par des oxydes brunâtres, rougeâtres et noirâtres.

Entre 11,10 m et 11,25 m : Fracture irrégulière 70-75° en moyenne, à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Vers 11,25 m : Fracture 35°, idem.

Vers 11,90 m : Fracture 50° à fin placage d'oxydes noirâtres.

Entre 12,15 et 12,45 m : Roche fracturée irrégulièrement et localement à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Vers 12,35 m : Fracture 55° à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Vers 12,65 m : Fracture environ 70° localement à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Vers 12,70 m : Veinule : 45° de quartz. Epaisseur 0,001 à 0,002 m.

Vers 12,85 m : Fracture 25° à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Vers 12,95 m : Fracture 54° à placage argilo-limonitique brunâtre.

De 13,23 à 95,90 m : Grès grisâtre à gris verdâtre, localement jaunâtre, à grain fin à moyen, argileux, localement très argileux, micacé, localement quartzitique et/ou calcitique. Par endroits, présence de fines (submm) lamines pélitiques sombres, irrégulières, discontinues.

Vers 13,30 m : Fracture irrégulière 60-65° à placage limonitique brun-rougeâtre et noirâtre. Stratification environ 40°.

Vers 13,40 m : Fracture 37°, idem. Vers 13,57 m : Fracture 30°, à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 13,75 m : Fracture 35°, idem.

Vers 14,90 m : Fracture irrégulière 40-45° à placage d'oxydes noirâtres.

Entre 14,90 et 14,95 m : Roche bariolée par des oxydes noirâtres et brunâtres. Vers 14,95 m : Fracture et niveau limonitique : 20°.

Vers 15,50 m : Fracture irrégulière : 60° à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 16,03 m : Fracture 30° à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 16,37 m : Fracture 35°.

Vers 16,65 m : Fracture 40° avec niveau oxydé brunâtre à noirâtre. Epaisseur 0,02 à 0,03 m.

Vers 16,75 m : Fracture 40°, idem. Epaisseur 0,03 à 0,04 m et fracture irrégulière 60° à placage

limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 16,98 m : Fracture 40° à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 17,03 m : Fracture 35°, idem.

Vers 17,25 m : Fracture 25°, idem.

Vers 17,55 m : Fracture 40-45° à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 18,25 m : Fracture 47-48°.

Entre 18,60 et 18,90 m : Fracture irrégulière 70-75° à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Entre 18,90 et 19,90 m : Fracture irrégulière à pente variable en moyenne subverticale, à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Vers 19,73 m : Fracture 40° localement à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 20,15 m : Fracture 40°, idem.

Vers 20,25 m : Fracture 30°, idem.

Vers 20,40 m : Fracture 45° à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 20,50 m : Fracture irrégulière, 60° en moyenne, à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 20,85 m : Fracture irrégulière, 35-40°.

Vers 21,35 m : Fracture 60°, à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 21,55 m : Fracture 40°.

Vers 21,62 m : Fracture 43° à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 21,70 m : Fracture 55° à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 21,97 m : Fracture irrégulière, 30° en moyenne, idem.

Vers 22,50 m : Fracture 45°, à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 22,57 m : Fracture irrégulière 45° à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Vers 22,80 m : Fracture 30°, idem.

Vers 23,10 m : Fracture irrégulière, à placage limonitique rougeâtre, brunâtre et noirâtre.

Vers 23,45 m : Fracture irrégulière 70-75°, idem.

Vers 23,56 m : Fracture irrégulière 45° en moyenne, à placage limonitique brunâtre et noirâtre.

Entre 23,62 et 24,00 m : Roche très fracturée, en débris hétérométriques, altérée, avec argile brune.

Vers 24,00 m : Fracture 45°, parallèle à la stratification, à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Vers 24,50 m : Fracture irrégulière 40-50° à placage limonitique brunâtre, rougeâtre et noirâtre.

Vers 24,70 m : Fracture irrégulière 50-60°, idem.

Vers 25,00 m : Stratification 45°.

Vers 25,30 m : Fracture irrégulière 65° à placage limonitique rougeâtre, brunâtre et noirâtre.

Vers 25,80 m : Fracture irrégulière 45-50°.

Vers 26,50 m : Fracture 45°, à placage d'oxydes noirâtres.

Vers 26,65 m : Fracture 45-50°, à placage limonitique rougeâtre, brunâtre et noirâtre.

Entre 26,75 et 27,15 m : Roche fracturée. Fractures à 45-50° et à 35°, transverses les unes aux autres, à placage limonitique rougeâtre et noirâtre.

Entre 27,30 et 27,70 m : Fracture irrégulière à placage limonitique rougeâtre et noirâtre.

Vers 27,90 m : Stratification 45°.

Vers 28,25 m : Fracture irrégulière; 55° en moyenne, à placage limonitique rougeâtre, brunâtre et noirâtre.

Vers 28,55 m : Fracture 50°, idem.
 Entre 28,60 et 29,05 m : Fracture irrégulière subverticale à 70°, idem.
 Entre 29,75 et 30,10 m : Zone fracturée, à placage limonitique rougeâtre, brunâtre et noirâtre.
 Vers 30,15 m : Fracture irrégulière 45°, à placage limonitique rougeâtre, brunâtre et noirâtre.
 Entre 30,40 et 30,70 m : Zone fracturée, localement à placage limonitique rougeâtre.
 Vers 30,80 m : Fracture 70° à placage limonitique.
 Vers 31,80 m : Fracture 35°.
 Vers 31,90 m : Veinule discontinue 60° de quartz blanc. Epaisseur maximum 0,004 m.
 Vers 32,05 m : Fracture 50°.
 Vers 32,15 m : Fracture 50°.
 Vers 32,50 m : Fracture irrégulière 40-45°.
 Entre 32,90 et 33,30 m : Fracture irrégulière 85° à placage limonitique rougeâtre.
 Entre 33,80 et 34,80 m : Longue fracture, subverticale à 80°, avec quartz et oxyde de fer rougeâtre.
 Fractures sécantes 40-45°.
 Vers 34,90 m : Stratification 45°.
 Entre 35,05 et 35,30 m : Fracture irrégulière 80-85° en moyenne, avec quartz et oxyde de fer rougeâtre.
 Entre 35,65 et 35,95 m : Fracture 45°.
 Vers 37,80 m : Double fracture 45° et 30°.
 Vers 38,30 m : Fracture 50°.
 Vers 39,00 m : Fracture irrégulière 50°.
 Vers 39,55 m : Fracture 70-75°, à placage d'oxydes de fer rouges.
 Vers 39,70 m : Fracture 60° localement à placage de quartz.
 Vers 40,00 m : Fracture 45°.
 Vers 40,15 m : Fracture 45°.
 Vers 40,95 m : Fracture 45°.
 Vers 41,60 m : Fracture 45° parallèle à la stratification.
 Vers 41,90 m : Fracture 50°.
 Vers 42,35 m : Fracture 60°.
 Vers 42,75 m : Fracture 45°.
 Vers 43,00 m : Fracture 45°.
 Vers 43,10 m : Veinules 75-80° et mouchetures de quartz blanc, mm.
 Vers 43,60 m : Fracture irrégulière 45-50°.
 Vers 43,85 m : Fracture irrégulière 65° en moyenne localement à placage limonitique rougeâtre.
 Vers 44,25 m : Fracture 45°.
 Vers 45,02 m : Fracture 45°.
 Vers 45,25 m : Fracture 40°.
 Vers 45,60 m : Fracture 45-50°.
 Vers 46,35 m : Fracture 45° parallèle à la stratification.
 Vers 46,65 m : Veinule discontinue de quartz, mm.
 Vers 47,25 m : Fracture 45°.
 Vers 47,75 m : Veinules de quartz blanc. Epaisseur : submm à 0,005 m.
 Vers 48,05 m : Fracture irrégulière 55-60°.

Vers 48,15 m : Veinule discontinue de quartz blanc.

Vers 48,40 m : Idem.

Entre 48,70 et 49,05 m : Fracture 75° localement à placage de quartz et limonite brunâtre.

Vers 49,20 m : Fracture 45° parallèle à la stratification.

Vers 49,70 m : Fracture 40°.

Entre 50,05 à 50,30 m : Roche cariée, mm à cm, localement colmatée par du quartz.

Vers 50,50 m : Fracture irrégulière 55-60°, localement à placage limonitique brunâtre.

Vers 50,55 m : Fracture irrégulière 45°, idem.

Vers 51,05 m : Fracture 45° localement à placage de quartz et limonite brunâtre.

Vers 51,35 m : Veinules 50° incomplètement remplies de calcite. Epaisseur : 0,001 à 0,015m.

Vers 51,90 m : Fracture irrégulière environ 55° localement à placage limonitique rougeâtre.

Vers 52,70 m : Fracture 45° parallèle à la stratification.

Vers 53,20 m : Fracture 50°.

Vers 53,35 m : Veinule irrégulière et discontinue de quartz.

Vers 53,65 m : Fracture 45°.

Vers 53,85 m : Fracture irrégulière 70-75°, localement à placage de quartz et d'oxydes noirâtres.

Entre 54,25 et 54,45 m : Veinules minéralisées en quartz, mm.

Vers 54,35 m : Fracture irrégulière 60-70° à placage limonitique rougeâtre et brunâtre.

Vers 54,65 m : Fracture 35°.

Vers 55,40 m : Fracture 40, localement à placage de quartz.

Vers 55,70 m : Fracture 40°, idem.

Vers 56,30 m : Fracture 30°, localement à placage de quartz.

Vers 57,00 m : Fracture 35°.

Vers 58,30 m : Pseudomorphose de minéraux préexistants (cubiques ?) par de la pyrite et du quartz.

Lamines pélitiques orientées 35°.

Vers 60,80 m : Veinule 45° de quartz blanc, mm.

De 62,10 à 62,40 m : Lamines pélitiques plus abondantes. Stratification (ou schistosité ?) 35°.

Entre 68,75 et 69,00 m : Mouchetures pluricm de sulfures (pyrrhotite + chalcopyrite).

Entre 70,00 et 71,00 m : Abondantes tâches blanchâtres énigmatiques avec quelques mouchetures mm de sulfures. Rubanement frustré = stratification ? : 35°.

Entre 72,60 et 73,40 m : Rares et minces (infram) veinules quartzzeuses et carbonatées.

Entre 73,40 et 74,40 m : Mouchetures cm de sulfures.

Vers 75,00 m : Sulfures et carbonates.

Vers 76,50 m : Diaclase 70°.

De 82,70 à 86,45 m : Grès plus finement grenu et plus sombre.

De 95,90 à 103,40 m : Grès plus sombre, plus argileux, plus finement grenu, légèrement micacé. Stratification frustré 35° (ou schistosité ?).

De 103,40 à 103,75 m : Grès très argileux à schiste gréseux, très fragmenté.

De 103,75 à 109,30 m : Grès argileux, très légèrement micacé, sombre, pigment hématique rougeâtre dans et autour de fractures fermées parallèles à la stratification (ou schistosité ?) : 35° vers 104,00 et 45° vers 106,00.

A 103,85; 104,20; 106,60 et entre 108,00 et 111,00 : Fractures redressées 70-90° tapissées par de la calcite blanche et brunâtre (effervescence à HCL).

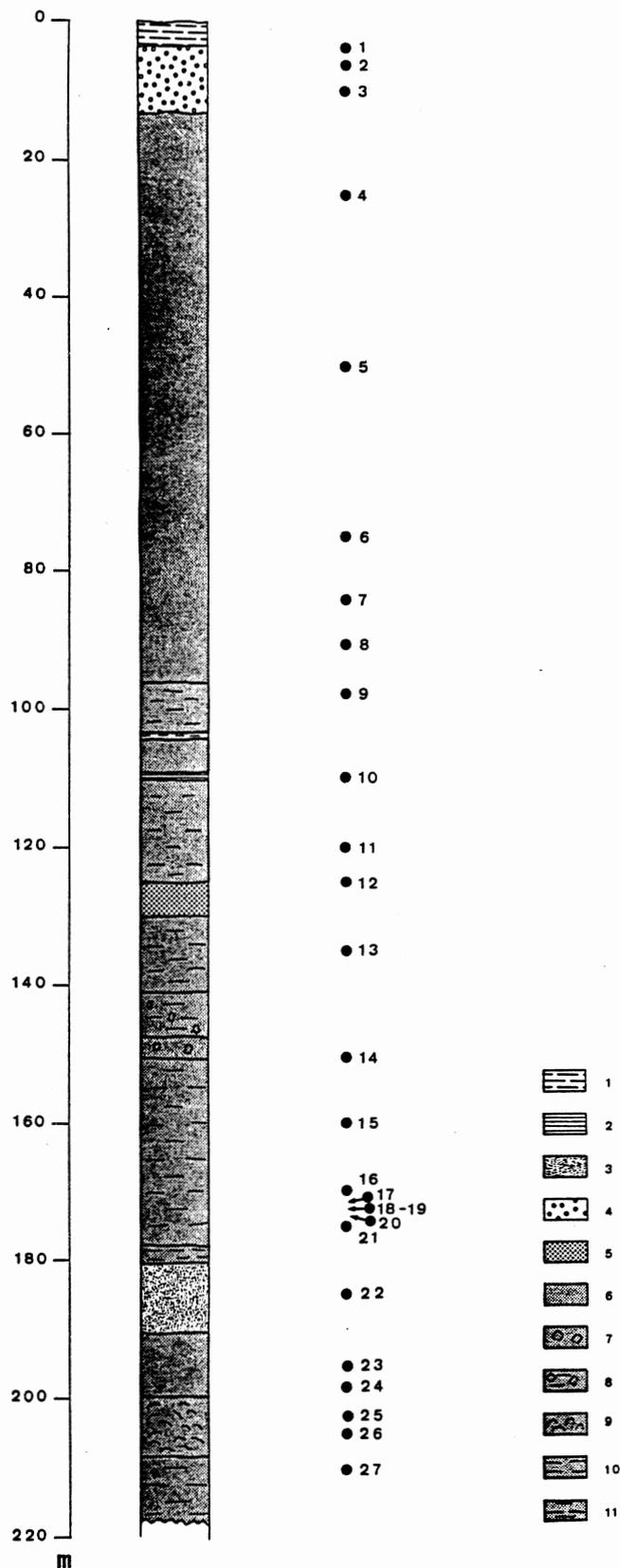


Figure 32. Monceau - Achi. Log lithologique, situation des échantillons.

1. Argile d'altération; 2. Schiste; 3. Grès gris à variation granulométrique; 4. Grès jaune à grain moyen; 5. Grès argileux micacé à grain moyen; 6. Grès gris, fin; 7. Grès gris, micacé; 8. Grès gris, micacé, argileux; 9. Grès à pelures pélitiques; 10. Grès à lamines pélitiques; 11. Grès argileux.

De 109,30 à 110,25 m : Schiste gréseux sombre. Roche très fragmentée.

De 110,25 à 124,90 m : Grès argileux, très légèrement micacé, gris verdâtre, sombre finement à moyennement grenu. Rubanement stratigraphique marqué à certains endroits soit par des nuances de coloration des couches (claire et foncée), soit par des variations brutales de leur granulosité (fine et grossière). Pendage : 37° vers 112,00 ; 35° vers 116,80 ; 42° vers 123,00; 40° vers 123,30; 58° vers 123,90; 58° vers 124,40; 46° vers 124,90.

Entre 111,00 et 113,50 : Nombreuses courtes diaclases fermées, anastomosées, obliques à la stratification et à pigment hématique. Ces diaclases se raréfient après 113,50 et sont quasi disparues à 114,00 (sauf une très nette à 115,70 : pente 75°).

De 117,00 à 122 m : Rarissimes veinules de calcite blanche.

Vers 112,20 : Veinules subverticales de calcite blanche, mm.

Entre 122,20 et 122,40 : Pigment hématique le long de fractures fermées transverses aux veinules de calcite. Pente : 55° = schistosité.

Vers 122,50 : Fracture ouverte 80°, avec placage hématitique. Roche en débris entre 122,40 et 122,55.

Vers 123,90 : La roche est plus argileuse et à lamines mm (pendage : 58°).

Vers 124,40 : Joint pélitique sombre, mm, recouvert par places d'une pellicule de pyrite (pendage : 58°).

De 124,90 à 128,90 m : Grès quartzitique, feldspathique, gris-clair, moyennement à très grossièrement grenu. Présence de quelques strates plurim et de bancs dm de grès foncé, à grain fin, très pélitique voire silteux. Variations importantes du pendage : 68° vers 125,00; 58° vers 125,50; 55° vers 125,75; 50° vers 127,15; 20° vers 127,70; 13° vers 128,10; 25° vers 128,30; 30° vers 128,50; 38° vers 128,65.

Vers 125,90 : Fracture 45°.

Vers 126,50 : Veinule subverticale de quartz blanc. Epaisseur jusqu'à cm.

Vers 126,90 : Veine de quartz blanc, épaisse de 4,5 cm, contenant des agrégats cm de calcite blanc-laites.

Vers 127,40 : Veinule 60° de quartz blanc, mm à cm.

Vers 128,30 : Présence de lamines mm (pendage : 25°).

De 128,90 à 129,20 m : Grès argileux, légèrement micacé, gris sombre, finement grenu, avec minces (quelques mm) lamines de grès plus grossièrement grenu. Pendage 45°.

De 129,20 à 129,40 m : Grès argileux, gris, légèrement verdâtre, grossièrement grenu.

Vers 129,20 : Fracture 22° tapissée de pyrite.

Vers 129,40 : Pendage 46°.

De 129,40 à 141,00 m : Grès argileux, très légèrement micacé, gris verdâtre, moyennement grenu, avec par endroits des lamines mm, plus grossièrement grenues. Pendage : 60° vers 130,00; 40° vers 132,15 m; 45°. Vers 133,50 m.

Vers 129,70 : Diaclase 32°.

Vers 130,10 : Nodules allongés réagissant à l'HCl (fossiles ? - algues ?).

Vers 130,35 : Fracture 17°.

Vers 132,40 : Veine de quartz et calcite, blancs, de 2 mm d'épaisseur, parallèle à la stratification (45°), bordée au toit par un limet hématique.

De 133,15 à 141,00 : Réapparition des lamines hématiques irrégulières, anastomosées, plus ou moins parallèles à la stratification.

Vers 133,60 : Fracture irrégulière, en moyenne 60°, tapissée de calcite et hématite.

Vers 133,80 : Idem.

Vers 134,10 : Fracture 38°.

Vers 134,35 : Fracture irrégulière 60°, tapissée de calcite et hématite.

Vers 135,10 : Fracture parallèle à la stratification : 45°. Fractures irrégulières partiellement tapissées par de la calcite blanche vers 135,50 (75°); 132,20 (60°); 136,40 (70°); 136,85(60°); 137,90 (80°); 138,90 (73°); 139,20 (subverticale); 139,90 (43°).

Vers 140,50 : Fracture 76° tapissée d'hématite, calcite et cristaux verts, mm (malachite).

De 141,00 à 147,35 m : Grès argileux, très faiblement micacé, gris sombre, moyennement grenu, à rubanement frustré dû à la schistosité. Lamines hématiques peu abondantes vers 142,75; entre 143,20 et 143,90 et vers 149,55.

Vers 141,20 : Schistosité 50°.

Vers 141,75 : Stratification mesurée par un joint argileux discontinu : 37°. A cet endroit, on peut aussi mesurer une schistosité 50°, transverse à la stratification.

Vers 142,35 : Fracture 56°.

Vers 143,10 : Fracture 77°.

Vers 144,30 : Stratification ? 47°.

De 147,35 à 150,20 m : Grès légèrement micacé, gris sombre, finement à moyennement grenu, massif. Lamines pélitiques faiblement marquées (schistosité).

Vers 148,00 : Schistosité 49°.

Vers 148,50 et 148,60 : Fractures irrégulières, en moyenne 60°, localement tapissées de calcite blanche.

Vers 149,20 : Schistosité 60°.

Vers 149,50 : Fracture parallèle à la schistosité 51°, légèrement tapissée de calcite blanche et de pyrite.

Vers 149,80 : Lentilles pyriteuses centimétriques allongées parallèlement à la stratification (environ 40°).

De 150,20 et 177,80 m : Grès gris, sombre, légèrement verdâtre, finement à moyennement grenu, argileux.

Entre 150,20 et 151,10 : Lacis de veinules plurim constituées de calcite rosée, hématite et chlorite.

Vers 151,40 : Lentille pyriteuse de 2,5 cm de long; 0,5 cm d'épaisseur, parallèle à la stratification 32°.

Vers 151,50 : Lacis de fractures dont les épontes sont pigmentées d'hématite. Enduit pelliculaire de carbonates à nuances bleu verdâtre.

Entre 151,63 et 162,70 : Veinule inframm de calcite blanche et pyrite.

Entre 151,10 et 153,15 : Lentilles de pyrite et calcite blanche mesurant jusqu'à 2,5 cm de long et 0,5 cm d'épaisseur, géodiques.

Vers 153,40 : Série de fractures parallèles 70° avec placages calcitiques et pyriteux peu abondants.

Vers 153,55 : Fracture 25°, avec placage pyriteux.

Entre 153,70 et 154,30 : Série de fractures parallèles ou conjuguées 75°, tapissées de calcite blanche.

Entre 154,70 et 154,80 : Lentilles pyriteuses mesurant jusqu'à 2,5 cm de longueur et 3 mm d'épaisseur.

Entre 157,10 et 157,90 : La roche devient plus claire et est ponctuée par endroits de tâches sombres plurim, énigmatiques.

Entre 159,15 et 159,50 : Des nuances de granularité et de coloration permettent de mesurer avec certitude la stratification : 35°. Au même endroit, schistosité sur lamines pélitiques obliques à la stratification : 55°.

Vers 159,80 : Fracture 70° tapissée de calcite et pyrite.

Vers 162,20 : Fracture 45° tapissée de calcite et pyrite.

Vers 164,90 : Stratification 39° et schistosité 51°, transverse à la stratification.

De 165,65 à 166,00 : Fracture courbe tapissée de calcite blanche et d'un peu de pyrite.

Vers 166,25 : Fracture 77°.

Vers 168,50 : Stratification 30° mesurée sur strate d'épaisseur centimétrique, gris foncé.

Vers 169,40 : Fracture 80°.

Vers 170,45 : Stratification 35° mesurée sur strate d'épaisseur centimétrique, gris foncé, finement grenue. Schistosité 50°, faiblement marquée, transverse à la stratification.

Vers 170,60 : Fracture 35°, parallèle à la stratification, tapissée de pyrite.

Vers 173,20 : Fossile ? (coquille ?).

De 173,40 à 175,65 : Fractures à remplissage hématitique, soit parallèles, soit sécantes à la stratification.

Vers 173,70 : Fracture 63°.

De 173,70 à 174,75 : Fractures 45° à 65°, légèrement tapissées de calcite et hématite.

Vers 174,35 : niveau argileux altéré d'épaisseur centimétrique.

Vers 174,90 : Veinule de calcite blanche et hématite, de 3 mm d'épaisseur et de 50° de pente.

Vers 175,55 : Stratification 40° et schistosité 60° transverse à la stratification.

Vers 176,00 : Lamines pélitiques sombres.

Vers 176,18 : Fracture subhorizontale à placage pyriteux.

De 177,80 à 180,40 m : Grès gris sombre, plus argileux que précédemment. Très localement, tendance phylladeuse.

Vers 178,30 : Fracture 73°, irrégulièrement tapissée de calcite blanche.

Vers 178,50 : Fracture 73°, de direction différente à celle de la fracture précédente.

De 179,80 à 180,85 : Nombreuses fractures quartzo-calcitiques, d'épaisseur mm à cm, de pente 40 à 45°. Vers 180,80, un filon quartzo-calcitique de 4 cm d'épaisseur et de pente 42°.

De 180,40 à 190,50 m : Grès gris sombre. Variations granulométriques en sens divers :

* soit plus grossièrement grenue (de 180,40 à 182,60; de 182,85 à 182,95; de 183,20 à 184,25 et de 184,70 à 184,25). Roche également plus claire.

* soit plus finement grenue (de 184,60 à 184,70; de 185,40 à 185,45 et vers 187,10). Roche également plus sombre.

Stratification : vers 184,70 : 40°; vers 185,40 : 40°; vers 187,10 : 42° (schistosité 35° transverse à la stratification).

De 185,10 à 185,40 : Fines laminations (pendage : 40°).

Fractures : vers 185,00 : 50°; vers 185,05 : avec placage de calcite, d'hématite et de quartz, 55°, transverse à la précédente; vers 185,10 : 70°, oblique aux deux précédentes; vers 186,05 : 75°.

Vers 189,90 : Tâches noires énigmatiques. Pelures argileuses ?

De 190,50 à 199,70 m : Grès gris clair à grain fin.

Stratification : Vers 191,60 : 30°; 193,60 : 20°; 194,80 : 45°; 198,40 : 30°; 199,60 : 36° (schistosité transverse à la stratification: 53°).

Vers 192,15 et 194,35 : Tâches noires énigmatiques. Pelures argileuses ?
 Vers 193,90 : Veinules mm de calcite blanche, pentes 75 et 55° (transverse à la précédente).
 Entre 195,40 et 196,20 : Mince placage de calcite et hématite sur joints et fractures.
 Vers 196,63 : Placage verdâtre (malachite ?) associé à l'hématite sur les fractures.
 De 199,70 à 208,30 m : Grès pélitique, sombre, localement à tendance quartzophylladeuse. Pelures argileuses abondantes. Rares paillettes de micas.
 De 199,70 à 200,50 : Brèche tectonique. Colmatage partiel par de la calcite.
 Stratification : Vers 201,68 : 30°; 204,50 : 30°; de 207,50 à 208,00 : stratification très confuse.
 De 202,00 à 203,40 : Fracture tapissée de calcite sombre, quartz sombre, pyrite et hématite.
 De 205,70 à 206,05 : Passée phylladeuse.
 De 206,05 à 206,78 : Veinules de calcite blanche évoluant vers une brèche tectonique. Localement présence (rare) de pyrites et hématite.
 De 208,30 à 215,10 m : Grès argileux, gris, moyennement grenu.
 De 208,68 à 209,50 : Veinule de calcite blanche.
 De 209,85 à 210,00 et vers 213,60 : Pelures argileuses sombres.
 De 210,45 à 211,00 et de 211,45 à 212,30 : Veine de calcite blanche géodique.
 Vers 214,60 : Stratification 37°, schistosité 45° transverse à la stratification.
 Base du sondage à 215,10 m.

Remarque.

Dans tout le sondage, il faut souligner l'influence très marquée de la schistosité qui réoriente la fraction argileuse des grès. La stratification n'a été mesurée avec certitude que sur des strates bien individualisées par leur couleur et/ou leur granularité. En outre, la plupart des grès sont toujours très légèrement carbonatés (très légère effervescence à HCl).

III. Diagraphies - Interprétations (J.M. Charlet) (tableau 29).

D'une manière générale, on peut noter les valeurs très faibles des concentrations en eU (5 à 7 ppm en eU) par rapport à 13-14 ppm pour les sondages non anomaux de Oizy-Brigitte. Ces faibles valeurs correspondent à des faciès beaucoup plus gréseux dans lesquels on peut encore distinguer une zone à 5 ppm en eU (de 0 à 60 m), une zone à 6,5-7,5 ppm en eU (de 60 à 160 m) probablement caractérisée par une charge en argile un peu plus importante. Un changement lithologique se marque à partir de 160-170 m et correspond à la présence d'une série d'anomalies tout à fait nettes. Un double pic anormal apparaît à 172 et 173 m, l'interprétation montre que les concentrations très fortes (jusque 40 ppm) sont bien localisées et encadrées par des valeurs particulièrement faibles (passées quartzieuses). Une série d'anomalies moins marquées apparaît entre 202-205 m. Toutes ces anomalies peuvent être interprétées comme étant en relation avec des fractures minéralisées dans un litho-faciès à caractère plus gréseux.

IV. Interprétation des observations de terrain et des diagraphies.

1°) Données lithologiques.

Les données antérieures, ayant conduit aux choix du lieu d'implantation, laissaient prévoir la succession lithostratigraphique suivante : Gedinnien supérieur (terres de base, grès grossier parfois arkosique puis grès et quartzophyllades de Braux et phyllades de Levrezy - deux termes du Gedinnien supérieur -).

Ainsi qu'on a pu le noter à la lecture de la description lithologique (voir I), le sondage traverse essentiellement des faciès gréseux. Les faciès pélitiques attendus ne semblent pas être présents ici.

En tout état de cause, il est délicat de placer ici les limites Gedinnien inférieur - Gedinnien supérieur. Cette constatation est corroborée par le test d'analyse palynologique qui a été tenté (par Ph. STEEMANS) et qui a échoué. Ainsi est mis en exergue le fait que pour ces formations, les critères de datations sont actuellement bien minces.

Les mesures d'inclinaison des couches sur l'axe du sondage révèlent une assez grande constante du passage (entre 35 et 45°). Le sondage apparaît donc avoir été installé sur l'un des deux flancs du Synclinal de Monceau.

2°) La fracturation.

Le relevé systématique de l'inclinaison des plans de fracture par rapport à l'axe du sondage permet la construction de l'histogramme de la figure 33. Il met en évidence qu'une famille de plan (40 à 50° d'inclinaison sur l'axe) domine. La présence de niveaux bréchiques colmatés par de la calcite à la fin du sondage tend à indiquer que cette fracturation est probablement induite par les failles proches telles que celles rencontrées aux Tranlets (cf. 2ème partie) où le comportement de la fracturation est similaire (à l'inclinaison près - 35 à 40° au lieu de 40-50°).

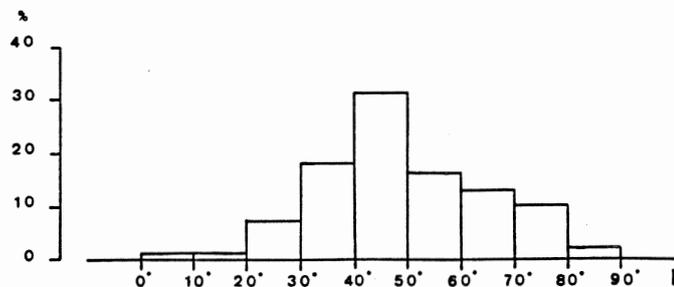


Figure 33. Monceau - Achi. Histogramme de distribution des orientations des plans de fractures mesurées à partir de l'axe des carottes de sondage.

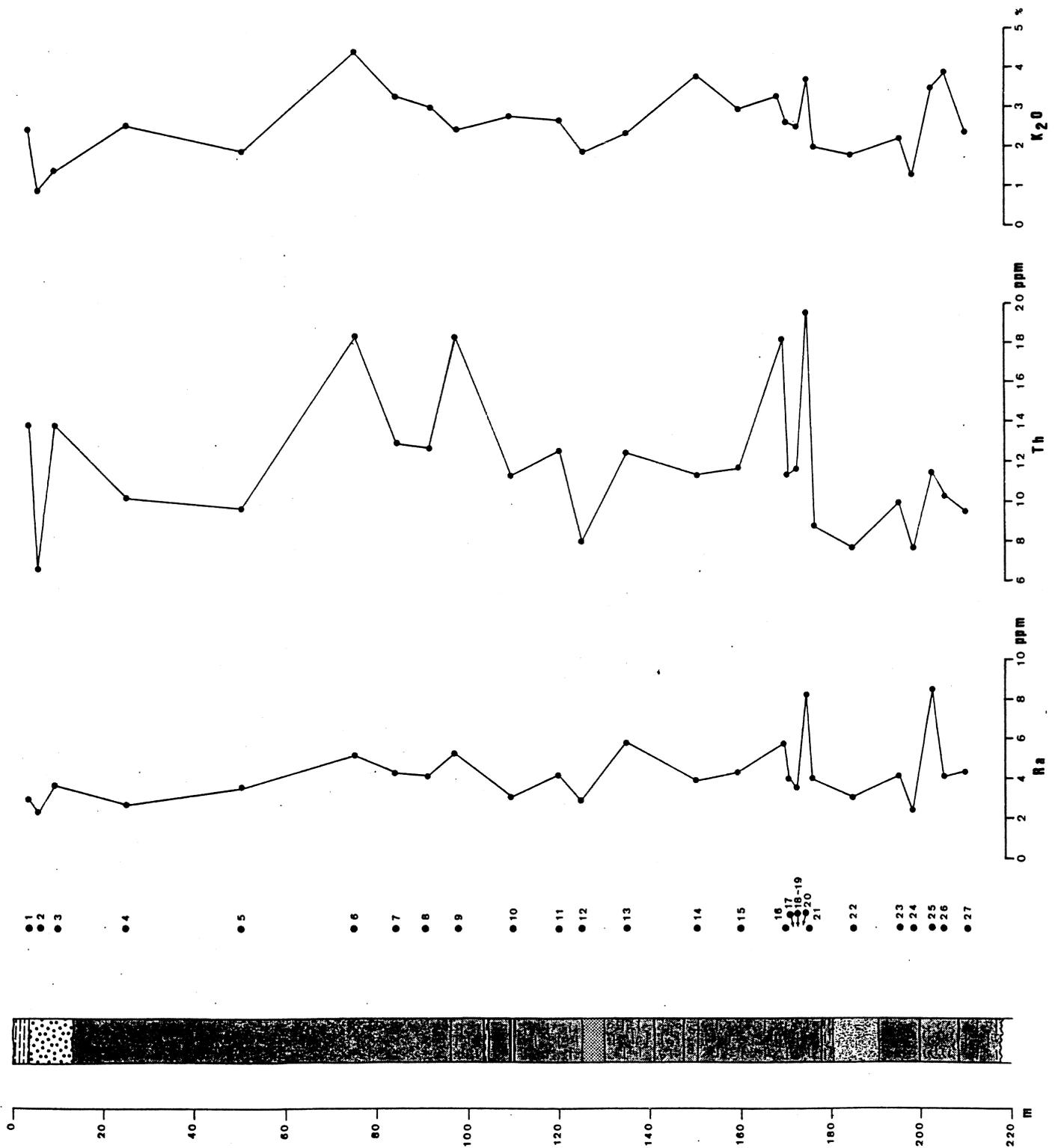


Figure 34. Monceau - Achi. Comportement des teneurs en radioéléments.

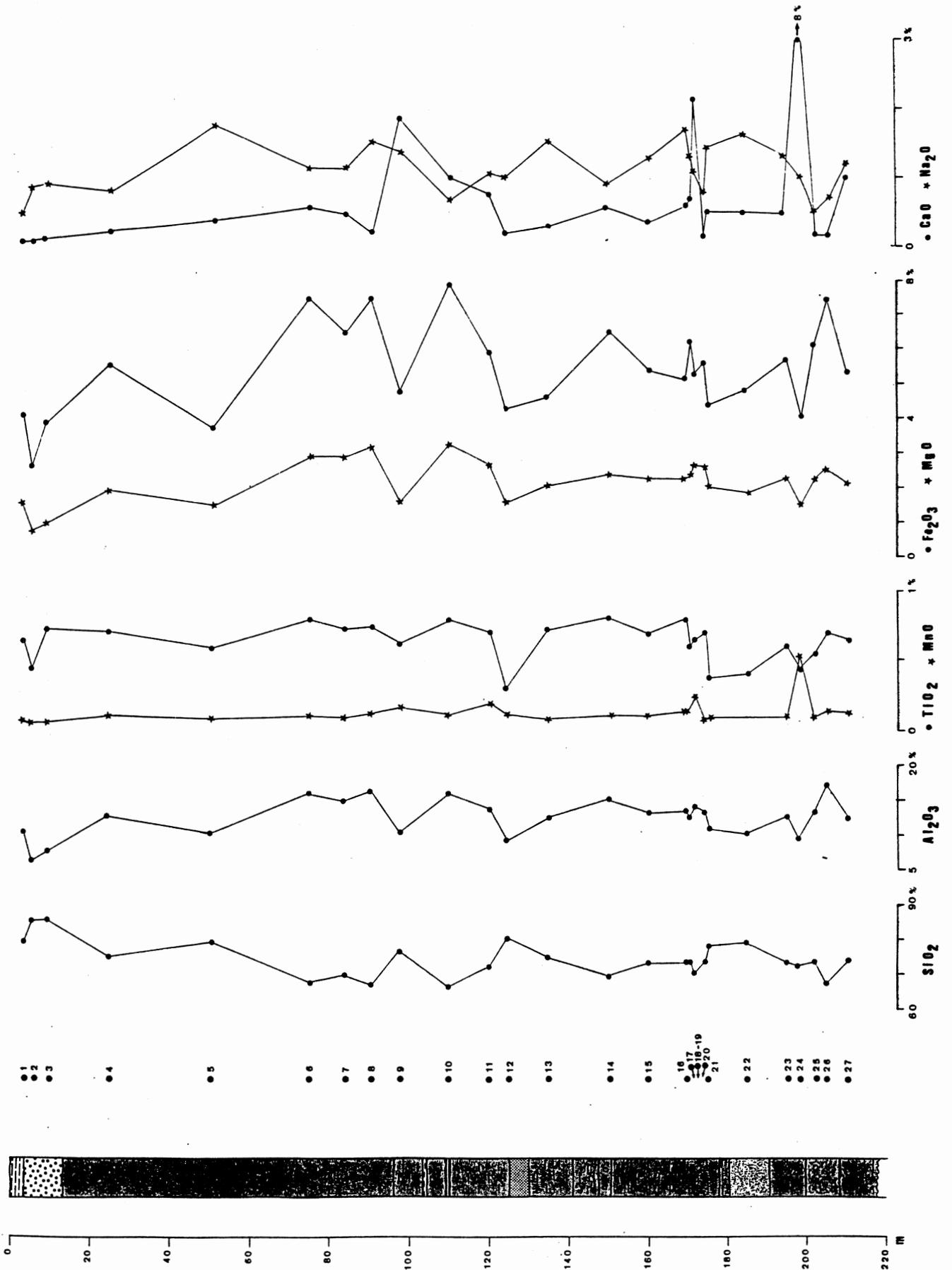


Figure 35. Monceau - Achi : dosage des majeurs par fluorescence X.

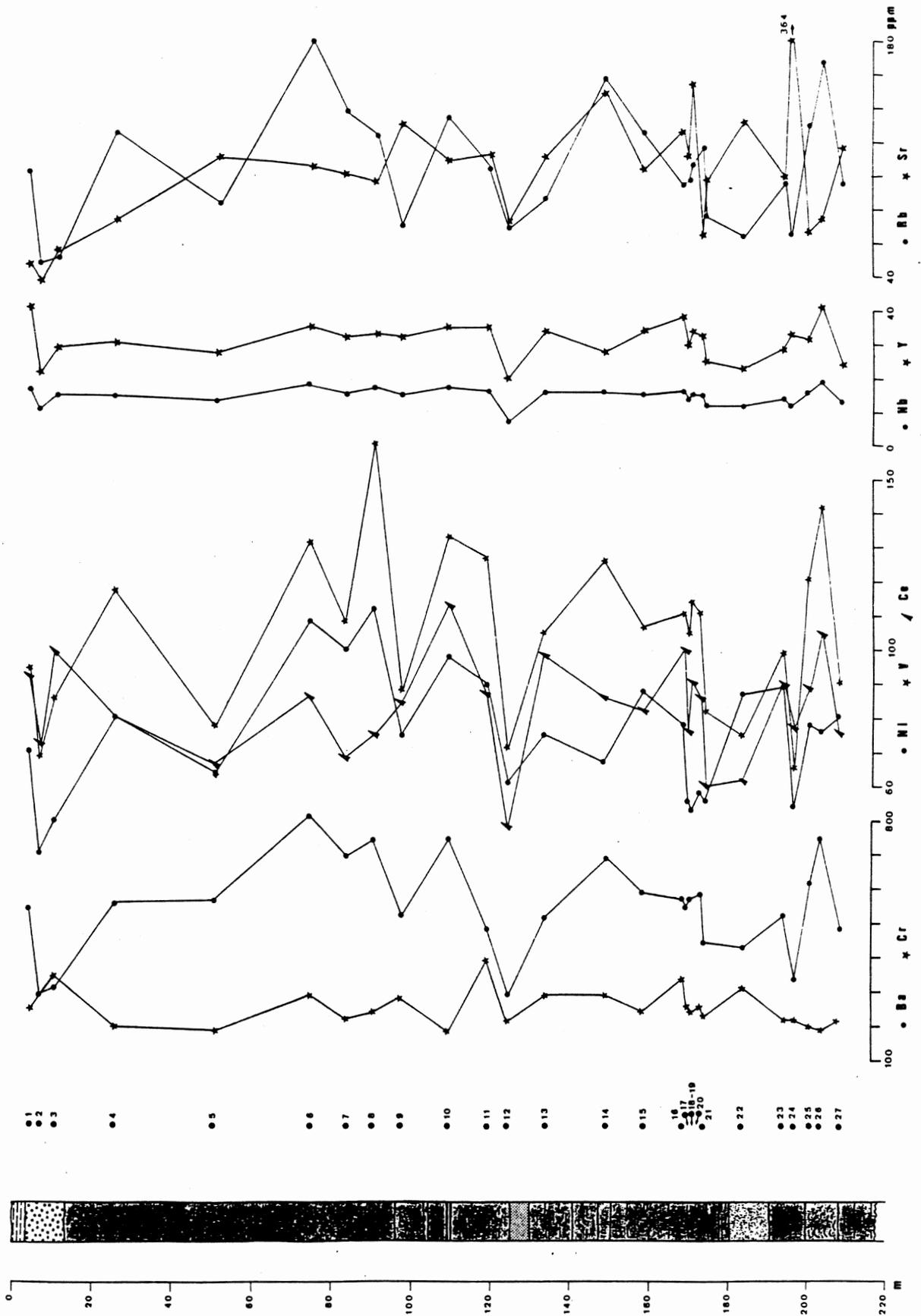


Figure 36. Monceau - Achi : dosage des éléments traces par fluorescence X.

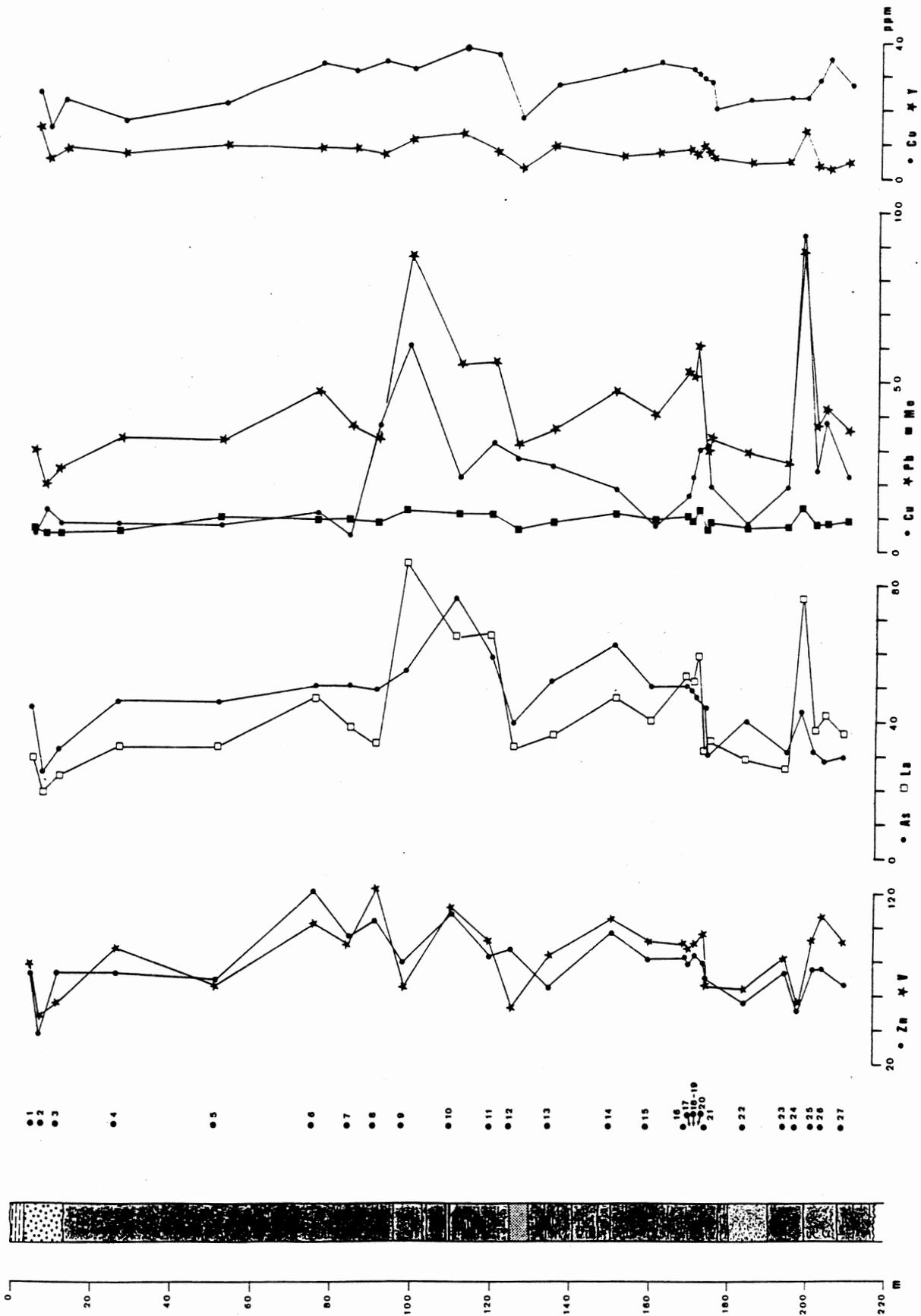


Figure 37. Monceau - Achi : dosage des éléments traces au spectromètre à plasma.

V. Présentation des faciès pétrographiques.

Ainsi qu'on l'a vu plus haut, les roches rencontrées sont essentiellement gréseuses.

En tête de sondage, elles sont altérées (échantillons 1, 2 et 3) et présentent une coloration beige et tendent à s'argiliser.

Les roches saines sousjacentes montrent des granulométries variables (voir photos en annexe) et montrent des colorations qui sembleraient permettre de les attribuer soit aux formations de base du Gédinnien supérieur (G2a formation d'Oignies) ou au Gédinnien inférieur (G1b phyllades de Levrezy).

Une remarque est à faire ici : nous n'avons pas rencontré les quartzophyllades de Braux présents dans la carrière d'Oizy comme aux Tranlets.

Comme par ailleurs, nous avons constaté une assez grande constance du pendage des couches dans le sondage d'Achi, il est peu probable que l'explication de cette lacune soit tectonique. Il est probable qu'il s'agisse en fait d'une lacune de sédimentation. De fait, si on se réfère aux travaux d'E. ASSELBERGHS (1946), il semblerait que les faciès attribués aux quartzophyllades de Braux puissent être assez divagants au niveau de la terminaison périclinale de l'Anticlinal de l'Ardenne (région d'Oizy-Monceau). Ceci se traduit par le caractère fluctuant des faciès, de l'épaisseur des couches et aussi probablement de leur extension géographique.

VI. Etudes géochimiques et radiogéochimiques.

1°) Etudes radiogéochimiques (figure 34, tableau 30).

Vingt-sept échantillons ont été dosés pour U, Th, K₂O et Ra par spectrométrie gamma. Ces analyses ont confirmé les données de la diagraphie. Ces roches présentent des teneurs en radioéléments conformes au clark, les deux niveaux légèrement anormaux rencontrés en profondeur sont confirmés, les teneurs en radium et uranium n'excèdent pas 10 ppm. La présence de quelques pics sur le log thorium peut s'expliquer par la présence de minéraux thorifères dans ce grès.

2°) Etude géochimique.

Les 27 échantillons étudiés ont fait l'objet de deux types de traitement : le dosage des éléments majeurs et traces par fluorescence X et celui des traces au spectromètre à plasma.

Un certain nombre de logs a ainsi été établi (figures 35 à 37, tableau 31 à 33).

Il n'apparaît pas a priori qu'il existe une signature géochimique particulière caractérisant l'un ou l'autre échantillon. Il semble donc que l'on puisse considérer que ce sondage, de ce point de vue, soit en "référence" normale des faciès rencontrés en tout cas à ce niveau de l'interprétation.

Cependant, les "anomalies" uranium semblent être accompagnées de concentrations plus fortes en certains éléments (La, Cu, Pb, CaO,...) qui sont de ceux qui, on l'a vu précédemment, accompagnent les concentrations déjà étudiées dans les autres sondages.

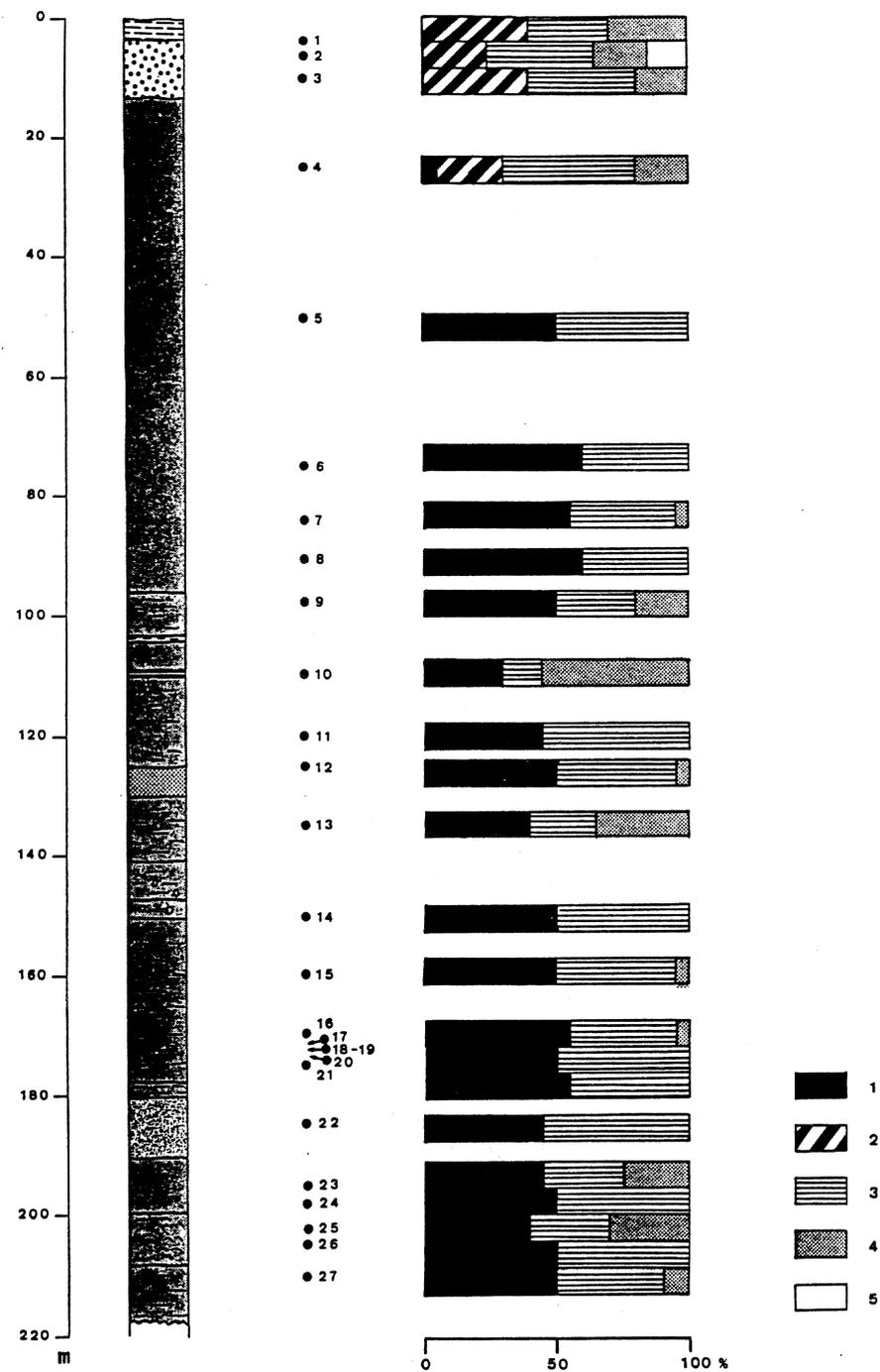


Figure 38. Monceau - Achi : composition en minéraux argileux de la fraction inférieure à $2\mu\text{m}$.
 1. Illites; 2. Interstratifiés; 3. Chlorites; 4. Smectites; 5. Kaolinites.

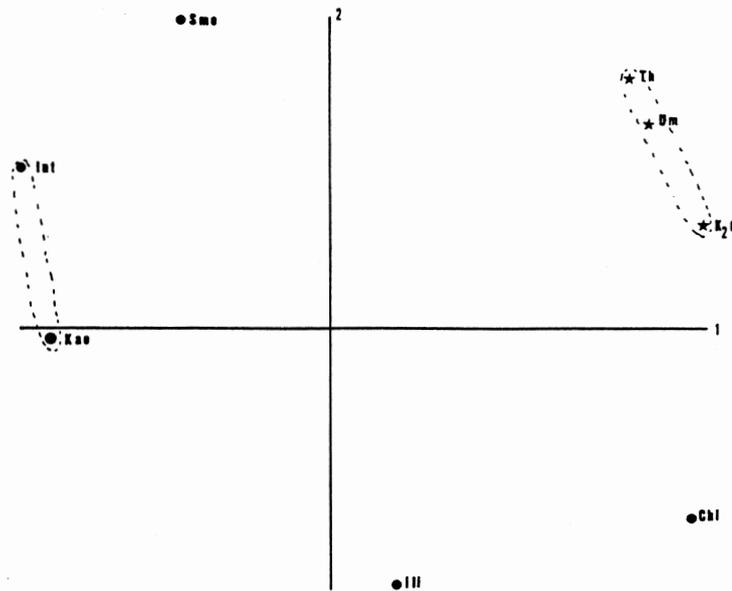


Figure 39. Monceau - Achi : ACP traitement des données de la diffraction X et de la spectrométrie gamma. Plan F_1 - F_2

VII. Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 micromètres (figure 38 et tableau 34).

Deux ensembles de roches sont à distinguer à partir des résultats de la diffraction X : les roches ayant été atteintes par l'altération superficielle, ce qui se traduit au niveau des minéraux argileux par la formation d'interstratifiés plus ou moins complexes (illite - chlorite) et parfois même de kaolinite. Ceci concerne les échantillons compris entre 0 et 25 m de profondeur (ou moins).

Ceux pris au-delà sont considérés comme sains. Le cortège de minéraux composant leur fraction inférieure à 2 micromètres est simple : illite, chlorite et smectite. Ce dernier minéral est semble-t-il à associer à des niveaux à caractère plus pélitique dans l'ensemble des faciès gréseux rencontrés par ce forage.

VIII. Traitement statistique, première approche.

Comme pour les autres sondages, une analyse en composantes principales a été effectuée sur ces échantillons. Trois traitements ont été fait (fig. 39 à 41 et tableaux 36 à 38).

Le traitement des données de la diffraction X (DIFX) tend à montrer un groupement des variables radiométriques (U, Th, K_2O) dans un domaine de l'espace qu'ils partagent avec la chlorite par exemple, c'est-à-dire, avec un minéral primaire de la roche. Si on fait intervenir les éléments majeurs dans cette analyse, cette tendance semble confirmée et affinée; à savoir que l'uranium et le thorium accompagnent le titane et le potassium, lui, irait avec les éléments constitutifs des argiles (Al, Fe, Mg,...).

Les teneurs en radioéléments des échantillons considérés ici sont telles que l'on peut prendre cet ensemble de roches comme référence normale régionale. Ce fait est intéressant à considérer dans l'optique d'une analyse plus fine des résultats mettant en jeu plus d'échantillons lors des traitements statistiques.

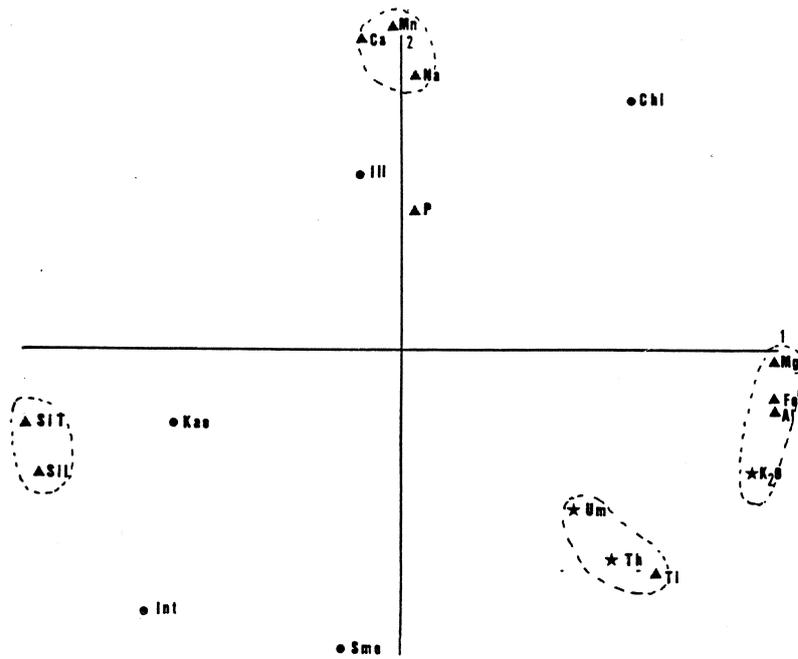


Figure 40. Monceau - Achi : ACP traitement des données de la spectrométrie gamma, de la diffraction X et de la fluorescence X (majeurs).

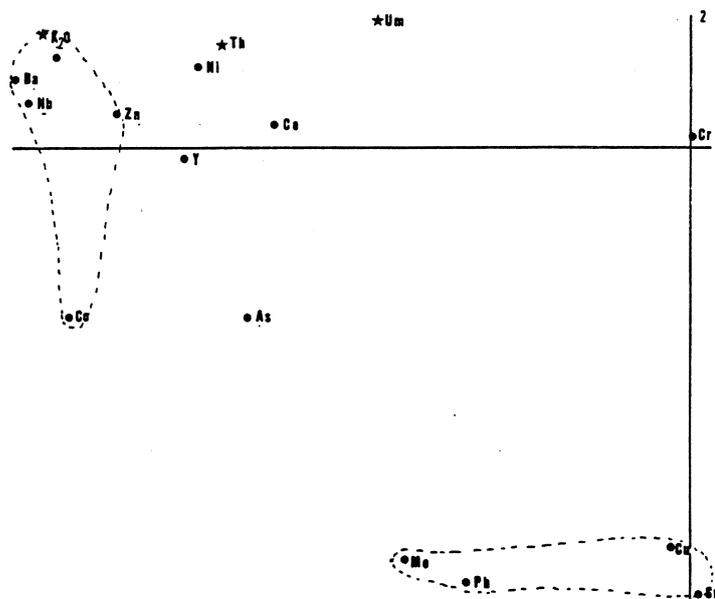


Figure 41. Monceau - Achi : ACP traitement des données de la spectrométrie gamma, l'analyse des traces.

Vème PARTIE : CONCLUSIONS FINALES

I. Traitement des données en A.C.P. (Tentative de traitement global.)

Les quarante-six échantillons des trois sondages les plus étudiés ont vu leur données analytiques communes subir deux traitements en A.C.P. (figures 42 et 43, tableaux 39 et 40). Il n'en sort que peu d'information. Il serait utile, dans l'avenir, de pouvoir compléter cette étude, d'une part, en augmentant le nombre d'échantillons considérés et, d'autre part, en affinant les traitements.

Toujours est-il, que du traitement actuel, il semblerait que l'A.C.P. qui considère les données de la fluorescence X (majeurs), de la diffraction X (minéraux argileux) et de la spectrométrie gamma (radioéléments) permette de définir, dans le plan F1-F2, le domaine de quartzophyllades, celui des grès argileux et celui des grès francs.

Le traitement qui utilise les données de la fluorescence X, mais pour les éléments traces, semble lui permettre de faire, dans le plan F1-F2, distinction entre le domaine occupé par les échantillons du sondage d'Oizy et celui du sondage d'Achi et/ou du sondage de Brigitte I.

La combinaison de ces éléments pourrait donc permettre de s'orienter vers la définition du faciès géochimique de ces différentes roches.

Dans aucun des cas présentés ou même dans d'autres tentatives de traitement, l'uranium ne s'est comporté comme devant définir un pôle de l'espace multidimensionnel.

II. Conclusion.

Les analyses effectuées ont permis la constitution d'une banque de données géochimiques et minéralogiques au niveau de logs géochimiques et de la minéralogie de chacun des sondages. Ceci n'était pas encore fait pour les faciès du Gedinnien inférieur de cette région.

L'analyse statistique, sans révéler de fait notable, permet de souligner que ces roches pourraient être définies par leur faciès géochimiques. Cette voie de travail n'est ici qu'ébauchée. Les étapes successives de cette analyse, sondage par sondage, semblent indiquer que, pour le comportement de l'uranium, il existe aussi des indicateurs géochimiques et minéralogiques à étudier un peu mieux dans l'avenir.

Les données accumulées, à considérer avec celles engrangées précédemment, devraient permettre de mieux comprendre les phénomènes de migration de l'uranium au cours de l'évolution supérogène et post-paléozoïque de la zone anticlinale de l'Ardenne.

Les enseignements des sondages sont d'ordre lithologique et tectonique. Ainsi, le caractère gréseux des roches, rencontrées dans le sondage d'Achi, nous a notablement surpris; la bibliographie nous avait fait attendre des roches beaucoup plus pélitiques. Une révision lithostratigraphique régionale est peut-être à faire ou, au moins, une précision de certaines descriptions. Les sondages des Tranlets (Brigitte I) ont permis la mise en évidence d'un accident qui n'était pas connu avec certitude. Son existence a quelques conséquences au niveau local, notamment, pour ce qui est de la concentration éventuelle de l'uranium en profondeur. Ainsi, la recherche d'une concentration cachée, par sondage, devrait se faire à notre avis au Nord de la faille au niveau des étangs des Tranlets, ou même encore, plus au Nord à proximité des sources anormales en radon (figure 14).

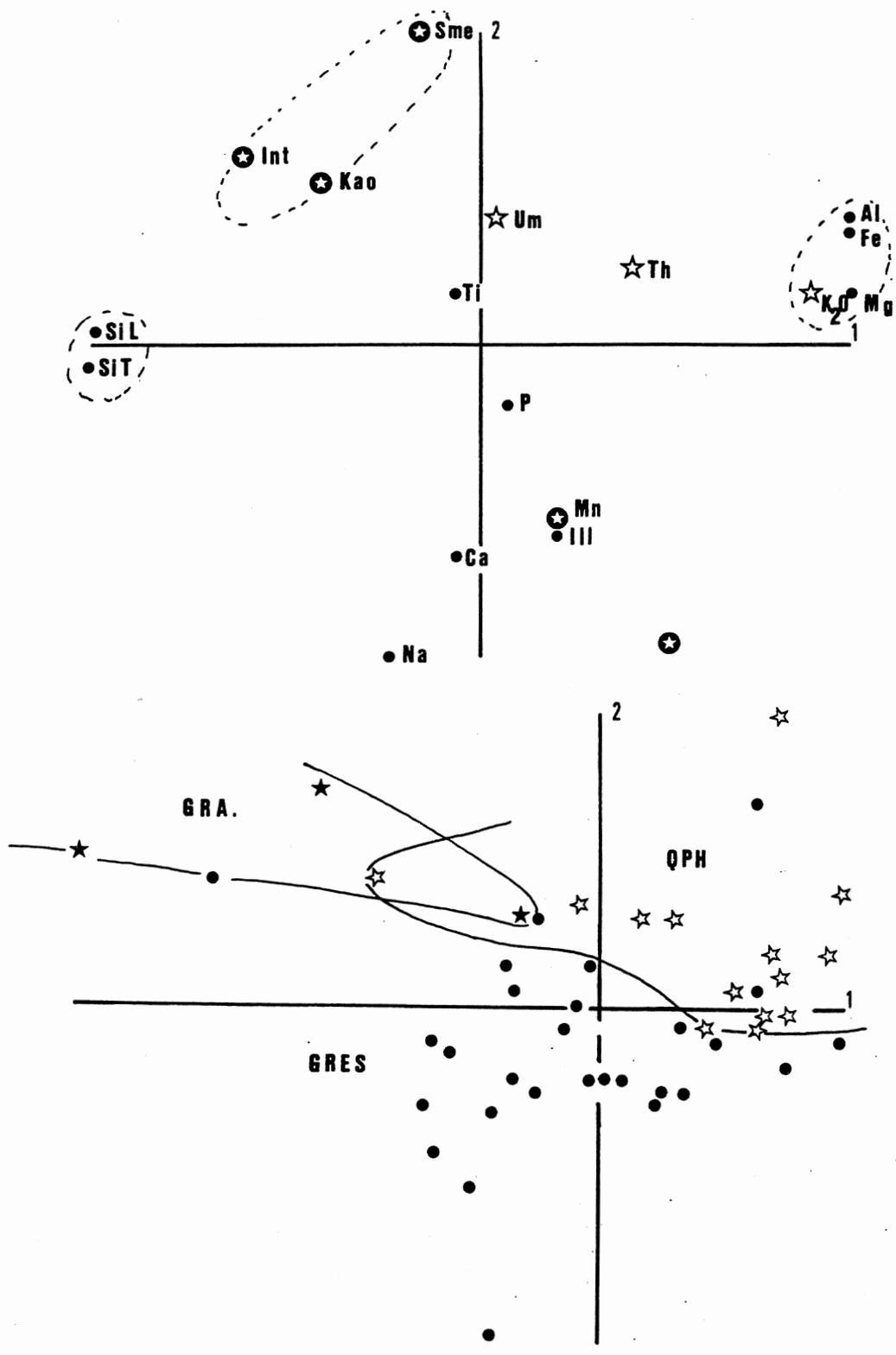


Figure 42. ACP traitement des données de la spectrométrie gamma, de la fluorescence X (majeurs) et de la diffraction X.

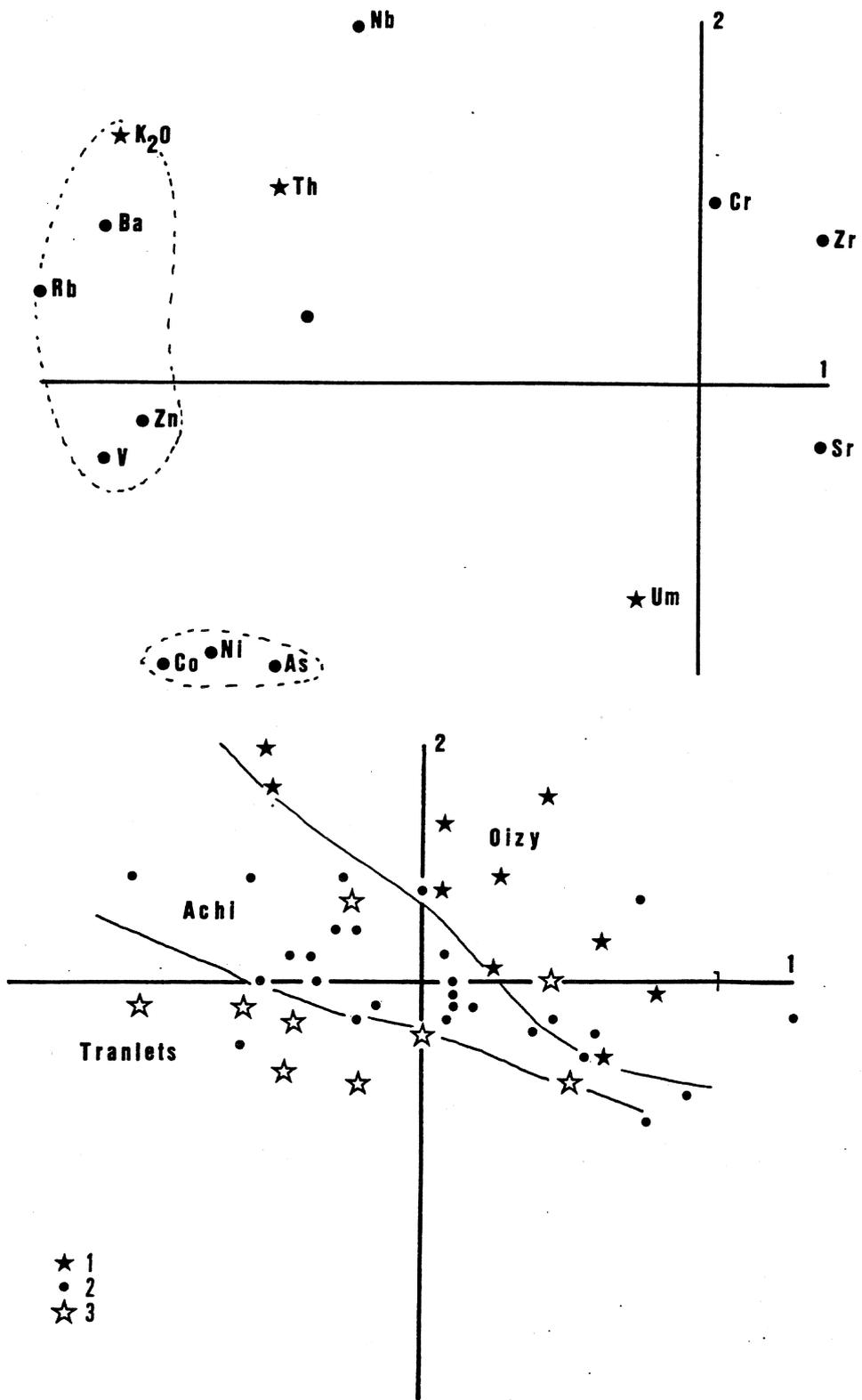


Figure 43. ACP : traitement des données de la spectrométrie gamma et de la fluorescence X (traces).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE.

- E. ASSELBERGH, 1946 : L'Eodévonien de l'Ardenne et des régions voisines. Mémoire de l'Institut de géologie de l'Université de Louvain, n° 14.
- A. BEUGNIES, 1983 : Structure de l'aire anticlinale de l'Ardenne à l'Ouest du méridien de Libramont. Annales de la Société géologique du Nord, t.CII, pp. 165-173, juin 1983.
- J.M. CHARLET, L. DEJONGHE, S.M. DE WITTE, B. DRUMEL, J. HENRY, A. HERBOSCH, J.P. LEFIN, H. MARTIN, 1983 : Reconnaissance survey of uranium in the belgian paleozoic. Professional Paper, Service géologique de Belgique, 1983/1, n° 196.
- J.M. CHARLET, P. DOREMUS, Y. QUINIF, 1987 : Concentration mechanism of uranium in the mineralized fractures of the lower devonian of the belgian Ardennes. The case of the Oizy area. Uranium n°3, pp. 387-405, 1987.
- Ch.D. CORYELL, J.W. CHASE, J.W. WINCHESTER, 1963 : A procedure for geochemical interpretation of terrestrial rare-earth abundance patterns. Journal of Geophysical research, vol.68, n° 2, pp. 559-566.
- P. DOREMUS, 1985 : Les anomalies uranifères dans le Gédinnien inférieur de l'anticlinal de l'Ardenne (Oizy, Belgique) : prospection, sédimentologie, tectonique et géochimie. Thèse Doctorat d'Université, Lille, 1985, 352 p.
- A. FOUCAULT et J.F. RAOULT, 1988 : Dictionnaire de géologie - Edition Masson.
- J.H. SCOTT, P.H. DODD, R.F. DROULLARD, P.J. MUDRA, 1961 : Quantitative interpretation of gamma-ray logs. Geophysics, vol.26, n° 2, pp. 182-191.
- A. SCHMITT, 1978 : Détermination des teneurs en uranium par l'interprétation quantitative des diagraphies gamma naturel obtenues en gisement uranifère. Rapport de Géologie appliquée. Diplôme d'Ingénieur-Géologue Faculté Polytechnique de Mons.

ANNEXE I : SONDAGES D'OIZY
TABLEAUX DE CHIFFRES.

Tableau des teneurs en élément trace normalement rencontrées dans les roches (d'après FOUCAULT et RAOULT, 1988) et utilisées comme référence dans ce travail.

Elément	ppm	Elément	ppm	Elément	ppm	Elément	ppm	Elément	ppm
Ag	0.1	As	2	Au	0.05	Ba	250	Ba	1.6
Ce	48	Co	24	Cr	150	Cs	7	Eu	1.2
Fe	5%	La	25	Lu	0.8	Mb	22	Mo	1.5
Ni	75	Pb	16	Rb	200	Sb	0.2	Sc	22
Sr	350	Ta	2	Th	10	U	2.7	V	140
Y	33	Yb	3	Zn	100	Zr	500		

Tableau 2. Oizy carrière (n°207W312).

		N	M	σ	$\sigma(\%)$
1	2-12 m	50	17,7	4,09	23,1
2	12-22 m	50	12,9	3,49	27,05
3	22-32 m	50	12,7	3,04	23,94
4	32-42 m	50	14,57	2,72	18,67
5	42-52 m	50	13,27	3,15	23,74
6	52-62 m	50	16,42	2,82	17,17
7	62-72 m	50	13,40	2,89	21,57
8	72-82 m	50	14,62	3,24	22,16
9	82-89,5 m	32	14,19	2,43	17,12
10	89,5-100 m	54	8,83	1,43	16,19
	moy 2+3+4+5+7+8 +9		13,66		

Tableau 3. Sondage d'Oizy - anticoïncidence. Remplissage de fractures. Les cotes sont corrigées de l'inclinaison du sondage.

N° abs	Cote (m)	Cps/mn/gr	Um estimé (ppm)
2735	6.50	56.5	41.1
2758	6.90	36.5	27
2765	73.20	184.4	131.2
2753	36	410.5	290.4
2751	30.50	196.4	139.6
2752	30.60	186.6	132.7
2755	38.70	274.8	194.8
2739	10.35	31.4	23.4
2756	41.90	75.5	54.4
2759	46.20	40.9	30.1
2736	6.90	34.6	25.6
2737	9.40	54.2	33.4
2738	10.00	75.4	57.2
2750	29.30	95.8	68.7
X			89.7
S			78.9

Tableau 4. Sondage d'Oizy. Anticoïncidence. Roche totale.
 En fait, la teneur en uranium estimé couvre l'activité des trois radioéléments présents dans la roche (U, Th, K₂O). Ceci explique le décalage entre les teneurs estimées en anticoïncidence et la mesure faite en spectrométrie gamma.

N° abs	Cote	cps/um/gr	Um estimé
2740(1)	4.70	14.2	11.3
2740(1)		12.4	10.1
2744	6.90	16.6	13
2743	8.80	15.8	12.4
2742	6.50	17.5	13.6
2745	9.40	13.6	10.8
2746	10.00	15.4	12.1
2747	13.70	11.3	9.2
2741(2)	6	24.5	18.5
2752	30.60	16.3	12.7
2753	36.00	26.8	20.15
2754(4)	38.10	15.1	11.9
2755	38.70	20.9	16
2756	41.90	19.6	14.3
2757(5)	44	14.5	11.5
2758	45.40	19.4	14.9
2759	46.20	29.3	21.9
2760	48	12	9.7
2761(6)	49.50	14	11.1
2762(7)	53.80	13.2	10.6
2763	63.80	24.6	18.6
2764(8)	68	14.7	11.6
2765	73.20	10.8	8.9
2766	73.55	36.1	26.7
2768(9)	82.90	22.1	16.8
2769	86	16.1	12.6
2770	90.70	10.8	8.9
2748	19.15	11.7	9.5
2749	27.04	20.1	15.5
2750	29.30	13.6	10.8
2751	30.50	17.7	13.7
2767	76.00	11.3	9.2
2771(10)	98	10	8.3
2772	102.50	11.2	9.2
2773(11)	104.80	23.4	177

Tableau 6. Dosage de la silice libre.

Echantillon	SiO₂ libre %
1a	51.24
1b	73.13
2	41.92
3	51.70
4	43.16
5	50.43
6	53.38
7	46.55
8	53.37
9	36.42
10	56.10
11	35.55
x	49.41
s	10.05

Tableau 5. U-Th-K₂O par spectrométrie gamma

Echantillon	eU ppm	Th ppm	K₂O %	Um ppm
1	7.93	11.38	2.9	7.88
2	2.98	10.1	3.43	2.68
3	2.18	8.39	1.84	2.13
4	2.85	9.82	2.79	2.55
5	3.16	8.53	2.61	2.74
6	3.88	9	1.9	3.74
7	3.71	8.5	2.45	3.42
8	4.52	11.23	2.16	4.08
9	4.74	13.38	3.58	4.06
10	3.18	6.84	1.72	2.88
11	4.46	12.72	3.96	3.61
x	3.96	9.99	2.66	3.61
s	1.53	2.00	0.75	1.55

DOSAGE PAR FLUORESCENCE X : ELEMENTS MAJEURS (en %).

Tableau 7A. Géochimie de la roche totale.

N°éch	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	X	S
SiO₂	70.10	76.68	70.73	75.50	77.45	71.55	73.26	66.77	78.88	65.56	72.7	4.5
TiO₂	0.57	0.40	0.51	0.42	0.42	0.40	0.45	1.09	0.27	0.65	0.51	0.22
Al₂O₃	17.46	12.41	16.06	11.93	11.19	13.80	16.86	17.94	11.02	19.18	14.78	3.05
Fe₂O₃	6.34	5.49	6.89	6.04	5.17	7.34	4.78	6.32	4.17	7.18	5.97	1.05
FeO												
MnO	0.11	0.14	0.14	0.13	0.11	0.17	0.13	0.12	0.10	0.12	0.12	0.02
MgO	2.40	2.17	2.76	2.32	2.11	2.96	1.73	2.31	1.76	2.78	2.33	0.41
CaO	0.03	0.11	0.10	0.07	0.11	0.49	0.43	0.32	0.37	0.09	0.21	0.17
Na₂O	0.27	1.30	0.78	0.99	1.22	0.91	1.11	1.12	1.30	0.89	0.98	0.30
K₂O	3.17	1.53	2.75	2.07	1.39	1.83	1.32	3.76	1.19	3.54	2.25	0.97
P₂O₅	0.06	0.08	0.07	0.07	0.08	0.10	0.07	0.11	0.06	0.07	0.07	0.01
TOTAL	100.50	100.32	100.78	99.53	99.24	99.55	100.74	99.87	99.12	100.05		

DOSAGE PAR FLUORESCENCE X : ELEMENTS TRACES (en ppm).

Tableau 7B.

Ba		386	618	483	348	429	451	696	372	709	X	s
											492	142
Co	<25	<	<	<	<	<	<	<	<	<	-	-
Cr	223	253	246	251	254	246	477	387	316	305	295	79
Ni	32	61	77	56	58	82	60	82	66	72	64	15
Rb	151	84	134	108	78	99	88	159	78	179	115	36
Sr	54	82	68	69	74	82	88	103	107	82	80	15
V	130	111	123	98	115	112	116	158	89	165	121	23
Y	38	29	31	38	30	29	35	34	24	33	32	4
Zn	103	82	95	38	74	108	75	84	67	90	86	12
Zr	231	307	251	290	337	238	468	367	238	268	299	74
Ce		80	83	154	74	71	96	94	61	95	89	26
Nb	17	14	16	17	15	15	17	24	12	20	16	3

Tableau 8. Géochimie de la roche totale. Analyse en activation neutronique - Résultats exprimés en ppm.

* X calculé sur les valeurs significatives.

Élément	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	X*	s
Tungstène	<4.0	<5.0	<4.0	<5.0	<5.0	<2.5	<2.6	<3.0	<3.5	<2.8	<4.4	-	-
Ytterbium	2.28	2.47	2.11	2.44	2.44	2.13	2.07	2.46	2.80	1.63	2.84	2.33	0.34
Thorium	7.74	8.6	6.75	8.19	7.33	7.18	6.28	8.39	9.58	5.23	9.44	7.70	1.32
Or	0.0046	0.0037	<0.001	<0.001	<0.001	0.0074	0.0082	0.0013	<0.001	<0.002	<0.005	0.0050	0.0028
Uranium	4.77	2.02	1.22	1.52	1.42	2.23	1.66	1.88	1.82	<0.3	<0.4	2.06	1.06
Iridium	<0.004	<0.005	<0.004	<0.005	<0.005	0.0058	<0.004	<0.005	<0.005	<0.004	<0.006	-	-
Neodyme	25.1	41.1	<10.0	<12.0	<13.0	34.6	21.7	32.5	35.0	30.7	31.0	31.5	6.0
Lanthane	26.1	44.0	26.0	31.2	64.0	31.3	25.3	33.2	43.2	22.1	40.6	35.2	12.1
Antimoine	0.98	1.0	0.68	1.37	0.81	1.09	0.57	0.81	<0.94	0.86	0.88	0.90	0.22
Chrome	139.0	102.0	100.0	113.0	115.0	104.0	94.1	163.0	150.0	105.0	136.0	120.1	23
Fer	46000	40000	34800	43000	38000	33500	45000	35100	39000	28600	45000	38909	5569
Lutetium	0.386	0.34	0.28	0.31	0.40	0.32	0.28	0.43	0.42	0.24	0.40	0.34	0.06
Tantale	0.86	1.08	0.76	0.70	0.55	0.48	0.65	0.802	0.89	0.65	1.09	0.77	0.19
Barium	308.0	400.0	230.0	371.0	293.0	205.0	225.0	218.0	290.0	181.0	1360.0	371	335
Zinc	93.7	115.0	79.3	122.0	99.0	81.7	97.1	81.3	104.0	64.3	125.0	96.6	19.1
Arsenic	<1.5	<1.8	<1.0	<1.2	<1.5	11.9	9.99	<1.2	23.0	12.9	17.3	15	5.2
Argent	<1.7	<1.0	<1.1	<1.0	<1.0	<1.0	<1.1	<1.0	<1.5	<1.1	<1.8	-	-
Scandium	15.2	18.8	13.3	18.4	15.0	12.2	14.1	14.1	21.7	11.5	22.8	16.1	3.8
Europium	1.0	1.37	1.46	1.07	2.26	1.10	0.87	1.29	1.23	1.16	2.05	1.35	0.63
Cobalt	13.0	5.48	9.08	17.7	15.7	10.5	15.5	11.1	18.4	11.9	16.3	13.15	3.9
Nickel	<30.0	<30.0	<30.0	<40.0	<35.0	<38.0	<38.0	<40.0	<45.0	<38.0	<48.0	-	-

Tableau 9. Dosage en terres rares.

* : dosé par activation neutronique analyste

** : dosé par fluorescence X analyste J.C. DUCHESNE, laboratoire de Géochimie - Université de Liège

*** : calculé sur les valeurs significatives.

Echantillon	La*		Ce**		Nd*		Eu*		Yb*		La*	
	(a)teneur ppm	(b)normalisation % shale	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1	26.1	1.41	-	-	25.1	1.05	1	0.94	2.28	0.85	0.386	0.58
2	44	2.39	-	-	41.1	1.72	1.37	1.29	2.47	0.92	0.34	0.51
3	26	1.41	80	1.65	<10	0.42	1.46	1.37	2.11	0.79	0.28	0.42
4	31.2	1.69	83	1.71	<12	0.50	1.07	1.00	2.44	0.91	0.31	0.46
5	64.0	3.47	154	3.18	<13	0.54	2.26	2.13	2.44	0.91	0.40	0.60
6	31.3	1.70	74	1.53	34.6	1.45	1.10	1.03	2.13	0.80	0.32	0.48
7	25.3	1.37	71	1.46	21.7	0.91	0.87	0.82	2.07	0.77	0.28	0.92
8	33.2	1.80	96	1.98	32.5	1.36	1.29	1.21	2.46	0.92	0.43	0.65
9	43.2	2.34	94	1.94	35	1.47	1.23	1.16	2.80	1.05	0.42	0.63
10	22.1	1.20	61	1.26	30.7	1.28	1.16	1.09	1.63	0.61	0.24	0.36
11	40.6	2.20	95	1.96	31.0	1.30	2.05	1.93	2.84	1.06	0.40	0.60
X***	35.2	1.90	89	1.85	31.5	1.31	1.35	1.27	2.33	0.87	0.34	0.52
s	12.1	0.65	26	0.55	6	0.25	0.43	0.40	0.34	0.12	0.06	0.09

Tableau 10. Terres rares : concentration en ppm dans les strates et les calcaires (in Ch.D. CORYELL *et al.*, 1963).

	Shale composite (MINAMI, 1935)	Todilto Limestone, New Mexico
La	18.4	6.0
Ce	48.3	10.0
Pr	5.61	1.0
Nd	23.8	3.0
Sm	6.47	0.8
Eu	1.06	
Gd	6.36	0.6
Tb	0.91	
Dy	4.47	0.4
Ho	1.21	0.1
Er	2.47	0.5
Tm	0.20	0.1
Yb	2.66	0.1
Lu	0.66	

Tableau 11. Sondage d'Oizy : composition minéralogique de la fraction inférieur à 2 μ m.

Echantillon		Chlorite	Illite	Smectite	Quartz	Feldspaths
N°	Côte en m					
1	3,30	55	45	traces	++	+
2	4,27	50	50	-	++	+
3	13,64	50	45	5	+++	+++
4	27,01	50	40	10	+++	+++
5	31,25	50	50	traces	+++	+++
6	35,11	45	35	20	+++	+++
7	38,11	50*	40	10	+++	++
8	48,26	40	45	15	++++	+++
9	58,73	40	50	10	++	+++
10	69,41	40	35*	25	++++	++++
11	74,11	40	45	15	++	++

Tableau 12. Carrière d'Oizy. Analyse en composantes principales, résultats des analyses par diffraction X et fluorescence X : matrice des corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	TiO ₂	Chl	Ill	Al	Sme	SIT	Fe	MnO	MgO	CaO	NaO	P ₂ O ₆	Ba	Cr	NI	
Um	1																		
K₂O	.24	1																	
Th	.61	.78	1																
TiO₂	.46	.75	.86	1															
Chl	-.71	-.13	-.48	-.33	1														
Ill	-.02	.62	.53	.57	.13	1													
Al	.37	.85	.88	.7	-.3	.54	1												
Sme	.45	-.36	-.09	-.2	-.7	-.79	-.21	1											
SIT	-.35	-.94	-.85	-.78	.17	-.52	-.91	.27	1										
Fe	-.16	.62	.35	.36	.48	.36	.46	-.55	-.7	1									
MnO	-.1	-.07	-.08	-.11	.52	.05	.01	-.36	-.15	.62	1								
MgO	-.12	.57	.22	.23	.46	.13	.36	-.37	-.64	.94	.58	1							
CaO	.51	-.3	-.04	-.04	-.41	-.28	-.05	.45	.08	-.25	.33	-.19	1						
NaO	.17	-.63	-.25	-.2	-.44	-.46	-.56	.6	.56	-.52	-.07	-.53	.39	1					
P₂O₆	.45	.15	.35	.57	-.05	.12	.1	-.06	-.33	.38	.48	.32	.43	.23	1				
Ba	.31	.79	.8	.75	-.33	.4	.73	-.08	-.84	.53	.07	.48	-.1	-.18	.31	1			
Cr	.69	0	.5	.3	-.78	.13	.36	.39	-.12	-.45	-.15	-.54	.58	.37	.14	.25	1		
NI	.33	.07	.23	.29	-.27	-.28	.1	.36	-.3	.32	.47	.38	.51	.43	.65	.55	.23	1	

Tableau 13. Carrière d'Oizy. Analyse en composantes principales, résultat des analyses en fluorescence X : matrice des corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	SIL	SIT	TI	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	P	Cr	Ni	V	Zn	Nb
Um	1																	
K ₂ O	.24	1																
Th	.61	.78	1															
SIL	-.21	-.96	-.78	1														
SIT	-.35	-.94	-.85	.97	1													
TI	.46	.75	.86	-.8	-.78	1												
Al	.37	.85	.88	-.83	-.91	.7	1											
Fe	.01	.73	.44	-.81	-.79	.45	.55	1										
Mn	-.1	-.07	-.08	-.07	-.15	-.11	.01	.55	1									
Mg	-.12	.57	.22	-.67	-.64	.23	.36	.96	.58	1								
Ca	.51	-.3	-.04	.24	.08	-.04	-.05	-.18	.33	-.19	1							
Na	.19	-.62	-.22	.53	.53	-.17	-.55	-.56	-.04	-.51	.38	1						
P	.45	.15	.35	-.33	-.33	.57	.11	.4	.48	.32	.43	.27	1					
Cr	.69	0	.5	.06	-.12	.3	.36	-.38	-.15	-.54	.58	.37	.14	1				
Ni	.33	.07	.23	-.27	-.3	.29	.1	.36	.47	.38	.51	.44	.65	.23	1			
V	.45	.86	.92	-.91	-.91	.83	.86	.6	-.08	.44	-.19	-.31	.35	.2	.25	1		
Zn	-.21	.53	.14	-.57	-.57	.17	.4	.86	.6	.86	-.14	-.77	.21	-.51	.02	.29	1	
Nb	.55	.82	.93	-.8	-.82	.95	.75	.5	-.06	.26	-.07	-.21	.49	.37	.25	.85	.2	1

Tableau 14. Carrière d'Oizy. Analyse en composantes principales. Résultats de l'analyse en activation neutronique : matrice des corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	La	Nd	Eu	Y	Lu	Sb	Cr	Fe	Ta	Ba	Zn	As	Sc	Co	SIL
Um	1																	
K ₂ O	.19	1																
Th	.47	.77	1															
La	-.22	.47	.25	1														
Nd	.23	.31	.42	0	1													
Eu	-.31	.33	.14	.78	-.18	1												
Y	.11	.84	.86	.6	.18	.44	1											
Lu	.42	.58	.82	.6	.26	.43	.82	1										
Sb	.07	.23	.16	.04	.09	-.17	.24	.08	1									
Cr	.52	.38	.8	.18	.3	.13	.6	.84	.09	1								
Fe	.41	.69	.5	.11	-.14	0	.54	.33	.1	.15	1							
Ta	.17	.77	.68	.1	.43	.18	.6	.39	.03	.39	.44	1						
Ba	0	.7	.51	.23	.15	.55	.58	.33	.07	.23	.47	.62	1					
Zn	-.05	.86	.53	.45	0	.29	.77	.38	.41	.11	.77	.56	.64	1				
As	.01	.34	.39	-.01	.47	-.01	.21	.08	-.08	.18	-.05	.13	.34	.07	1			
Sc	.02	.95	.78	.43	.23	.33	.88	.54	.3	.4	.59	.74	.7	.86	.4	1		
Co	.11	.35	.33	.19	-.33	.11	.38	.28	.13	.32	.42	-.13	.26	.38	.45	.43	1	
SIL	.09	-.92	-.69	-.36	-.21	-.23	-.8	-.38	-.21	-.23	-.61	-.67	-.66	-.86	-.48	-.97	-.44	1

ANNEXE II : SONDAGES DE TRANLETS-BRIGITTE I
TABLEAUX DE CHIFFRES.

Tableau 15. Brigitte I. Sondage n°II - Données de la diagraphie - Légende dans le texte.

	N	M	σ	$\sigma(\%)$
3 - 13 m	50	12.87	2.75	21.4
13 - 23 m	50	12.99	3.52	27.1
23 - 33 m	50	13.57	3.12	23
33 - 43 m	50	12.12	3.02	24.9
43 - 53 m	50	12.26	2.61	21.3
53 - 63 m	50	11.91	3.11	26.1
63 - 73 m	50	12.67	3.62	28.6
moy		12.63	3.11	24.6

Tableau 16A. Brigitte - Sondage n°I - Données de la diagraphie - Légende dans le texte.

	N	M	σ	$\sigma(\%)$
9.5 - 19.5 m	50	15.39	3.31	21.51
19.5 - 29.5 m	50	15.03	3.60	23.90
29.5 - 39.5 m	50	14.10	2.56	18.2
48.5 - 39.5 m	45	14.53	3.13	21.5
moy		14.76	3.15	21.3

Tableau 16B. Brigitte. Sondage n°I - Données de la diagraphie, des mesures en spectrométrie gamma de laboratoire et de teneurs calculées (eU calculé).

Prof	U (ppm)	Th (ppm)	K₂O (%)	U^m (ppm)	eU calculé (ppm)	eU dia (ppm)
1 m 20	38.59	9.49	1.73	35.04	45.53	47.69
3 m 10	15.33	9.89	1.95	14.53	22.89	27.22
6 m 70	11.13	12.92	2.83	12.51	21.34	17.27
8 m 05 - 8 m 20	8.71	12.87	2.99	9.35	19.16	14.14
14 m	7.89	13.28	3.76	7.78	19.75	15.1
26 - 26.20 m	4.77	10.12	2.73	4.41	13.59	13.20
18 m 30	3.2	10.27	2.92	3.20	12.39	12.82

Tableau 17A. Brigitte I - Sondage n°III - Données de la diagraphie - Légende dans le texte.

	N	M	σ	σ (%)
30.5 - 40.5 m	50	15.93	3.73	23.4
40.5 - 50.5 m	50	15.10	3.0	19.87
50.5 - 60.5 m	50	13.36	3.76	28.14
60.5 - 65.5 m	25	14.72	2.84	19.29
moy		14.78	3.33	22.5

Tableau 17B. Brigitte I - Sondage III - Données de la diagraphie, de la spectrométrie gamma de laboratoire et teneur en U calculé (eU).

Prof	U (ppm)	Th (ppm)	K₂O (%)	U_m (ppm)	eU calculé (ppm)	eU dia (ppm)
1 m 50	9.14	10.21	1.83	8.06		
2 m 65	7.05	11.44	3.05	6.84	16.96	16.67
7 m	6.45	10.97	2.33	6.99	15	13.72
23.44 - 23.60 m	102.6	11.14	2.35	109.66	111.37	110.67

Tableau 18. Monceau - Brigitte I - Sondage I. Résultats de la spectrométrie gamma - Teneurs en radioéléments.

Echantillon	Côte (m)	Ra (ppm)	Th (ppm)	K₂O (%)	U_m (ppm)
1	0.50	9.2	8.8	2.16	9
2	1.20	38.6	9.5	1.73	35.04
3	3.10	15.3	9.9	1.95	14.5
4	6.70	11.1	12.9	2.83	12.5
5	8.05/8.21	8.7	12.9	2.99	9.35
6	10.10/10.25	3.8	13.5	2.82	4.1
7	12.55/12.65	3.7	13.8	3.05	4.1
8	13.8/14	8.2	17.5	4.3	8.9
9	14	7.9	13.3	3.76	7.8
10	18/18.34	3.2	10.3	2.42	3.2
11	19.40	4.4	19	4.6	4.9
12	20.7/20.9	3.08	14	3.83	3.2
13	21.6/21.7	8.3	17.3	4.17	8
14	26.1/26.2	4.8	10.12	2.73	4.41
15	30/30.5	3.4	10.1	2.83	2.9
16	35.65/36.00	4.5	10.9	3.03	4.1
17	36.5/36.6	3.7	10.9	1.81	4.1
18	37/37.15	10	14.2	2.59	10.4
19	40.8/40.9	3.9	11.8	1.37	4.4
20	45.6/45.7	2.85	9.2	1.84	2.8
X		7.93	12.49	2.86	7.88
s		7.97	2.91	0.90	7.24

Tableau 19. Monceau - Brigitte I - Sondage III. Résultats de la spectrométrie gamma - Teneurs en radioéléments.

Echantillons		Cote (m)	Ra (ppm)	Th (ppm)	K ₂ O (%)	Um (ppm)
N° absolu	N° Géochim.					
2931		1.5	9.3	10.0	1.83	8.1
2932	1	2.65	9.0	13.7	3.54	8.3
2933		7	6.2	11.3	2.34	7.0
3272	2	12/12.15	5.0	13.4	2.11	4.8
3274	3	17.50	10.6	9.5	2.23	9.5
3275	4	19.10/19.30	26.5	7.4	1.48	24.2
3279	5	22.25/22.45	26.3	12	2.29	2.51
2858		23.4/23.6	102.6	11.1	2.35	109.6
3283	6	26.45/26.6	4.9	12.1	3.73	5.6
3287	7	38.4/38.5	3.2	8.0	1.57	2.9
3291	8	53.05/53.27	5.5	9.2	1.53	4.8
3293	9	58.05/58.40	5.2	10.6	3.46	4.7
3297	10	67.7/67.9	3.8	10.1	2.98	3.2
3303			3.2	7.0	1.42	2.9
X			32.71	10.38	2.41	31.90
s			71.18	2.06	0.75	68.92

Tableau 20. Monceau - Brigitte I. Sondage III - Dosage en silice libre.

Echantillon	Teneur en SiO ₂ libre (%)	Description sommaire
1	43.0	quartzophyllade argilisé
2	52.3	grès de Braux Roll-front
3	51.2	quartzophyllade bleuté (Lévrézy)
4	59.7	quartzophyllade bleuté argilisé (débris)
5	36.4	faciès argilisé
6	35.5	phyllade très altérée
7	54.7	grès bleu à "boules" pélitiques
8	41.4	quartzophyllade bleu - noduleux grossier
9	39.2	quartzophyllade bleu - calcitique
10	39.6	quartzophyllade bleu
X	45.3	
s	8.4	

Tableau 21. Monceau - Brigitte I - Sondage III. Dosage par fluorescence X des majeurs.

N°éch	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X	s
SiO ₂	73.62	75.66	74.75	80.30	64.19	64.65	78.51	68.37	66.12	66.91	71.30	5.95
TiO ₂	0.93	1.04	0.82	0.82	1.19	1.00	0.78	0.84	0.89	0.86	0.91	0.12
Al ₂ O ₃	15.61	12.92	13.12	9.99	18.59	19.59	11.27	15.58	19.10	17.60	15.48	3.64
Fe ₂ O ₃	5.64	5.62	6.39	4.77	9.16	7.60	5.26	8.64	6.73	7.58	6.73	1.47
MnO	0.08	0.10	0.11	0.05	0.10	0.11	0.08	0.54	0.21	0.13	0.15	0.14
MgO	1.33	2.04	2.43	1.46	2.96	2.88	1.28	2.69	2.63	3.03	2.27	0.69
CaO	0.01	0.05	0.29	0.25	0.34	0.18	0.18	0.37	0.34	0.59	0.26	0.16
Na ₂ O	0.18	0.65	0.52	0.70	0.02	0.33	1.15	0.71	0.83	0.77	0.58	0.33
K ₂ O	3.24	2.26	2.32	1.61	3.88	4.21	1.70	2.87	3.84	3.36	2.92	0.92
P ₂ O ₅	0.03	0.08	0.18	0.16	0.17	0.15	0.10	0.13	0.19	0.15	0.13	0.05
Total	100.67	100.42	100.93	100.10	100.58	100.71	100.29	100.75	100.88	100.92		
PF	4.71	3.23	3.26	3.12	6.31	4.10	2.40	4.27	3.86	3.93	3.91	1.07

Tableau 22. Monceau - Brigitte I. Sondage III. Dosage par fluorescence X des traces.

Ba	552	434	435	298	559	659	301	501	587	568	489	121
Cr	229	296	226	247	287	248	237	193	267	231	246	31
Ni	33	101	81	61	212	117	83	83	80	121	97	48
Rb	135	98	102	74	184	177	74	119	162	144	127	40
Sr	38	60	59	55	45	61	85	81	108	105	70	24
V	129	116	123	107	266	159	94	130	215	139	148	53
Y	38	64	38	35	41	33	28	34	36	30	38	10
Zn	73	90	95	59	119	113	80	107	92	102	93	18
Zr	274	441	283	316	249	224	223	212	259	225	243	109
Ce	89	125	73	61	81	57	63	58	63	74	74	21
Nb	16	17	15	21	9	19	13	14	15	16	15.5	3.3

Tableau 23. Monceau - Brigitte III. Résultat des dosages au spectromètre à plasma (analyse UCL).

N.B. : Toutes les mesures ont été faites en double. Les résultats repris dans le tableau ci-joint donnent la moyenne. La reproductibilité est excellente (<5%) excepté pour les teneurs en Ba et Zn des échantillons notés d'une croix. Pour ces derniers, suite à des problèmes de mise en solution de la matière organique, le meilleur résultat obtenu a été rapporté.

N° éch	Cote (m)		Teneurs (ppm sauf Fe et Ti en %)															
	Prof. approx.	Prof. réelle	Mn	Zn	As	Cd	Ti	Fe	Ni	Cu	Mo	Co	Y	Pb	V	La	Sr	Ba
1	-2.65	1.9	599	673	74	2	0.602	4.03	35	18	15	25	9	55	94	39	29	1204
2	-12/12.15	8.5	985	92	66	1	0.641	4.32	90	19	15	48	14	47	85	89	38	380
3	-17.5	12.4	833	389	52	1	0.455	4.42	76	40	15	28	10	48	88	41	35	756
4	-19.10/19.50	13.5	419	58	54	1	0.496	3.31	56	13	13	28	10	40	73	42	30	240
5	-22.25/22.45	15.7	721	927	96	1	0.698	6.37	189	39	20	66	25	90	198	55	38	1437
6	-26.45	18.7	858	811	90	2	0.655	5.53	99	24	17	38	8	45	120	41	44	1330
7	-38.40/38.50	27.2	629	252	45	1	0.371	3.64	74	23	13	26	7	50	60	27	51	501
8	-53.05/53.17	37.5	4325	1793	69	1	0.456	6.27	94	39	18	35	7	72	96	25	73	1520
9	-58.05/58.4	41.10	1462	408	72	1	0.489	4.53	81	18	16	32	9	59	124	33	69	1014
10	-67.7/67.9	47.9	1005	638	71	1	0.54	5.24	102	39	18	37	8	59	105	36	71	1073
		X	1183	604	69	1.2	0.54	4.76	90	27	16	36	11	56	104	43	48	945
		s	1140	509	16	0.4	0.10	1.05	40	11	2	12	5	15	38	18	17	456

Tableau 24. Monceau - Brigitte I. Sondage III. Minéralogie de la fraction inférieure à 2 micromètres. Proportions en minéraux argileux.

N° éch.	Chlorites	Illites	Interstratifié 14 - 14	Smectites	Kaolinite	Quartz	Feldspaths
1	35	45	-	10*	10	+	-
2	40	35	15	10	-	++	+/-
3	35*	30	-	35	-	+	+
4	30	20	-	50	traces	+	+/-
5	20	35	-	40	5	+	-
6	35	45	-	25	traces	++	+
7	55	30	-	15	-	+++	++
8	45	35	-	20	-	++	++
9	40	40	-	20	-	++	+++
10	40	40	-	20	-	++	+
X	37.5	35.5		26			
s	9.20	7.60		13.3			

Tableau 25. Monceau - Brigitte I. Sondage III. Traitement en ACP des données de la spectrométrie gamma, de la diffraction X et du dosage des majeurs par fluorescence X.

Um	K ₂ O	Th	Tl	Chl	Ill	Int	Al	Sme	Kao	SIT	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	P	Cr
Um	1																
K ₂ O	-16	1															
Th	.2	.6	1														
Tl	.74	.23	.73	1													
Chl	.7	-.08	-.3	-.65	1												
Ill	-.07	.91	.74	.38	.05	1											
Int	-.12	-.21	.45	.34	.09	-.01	1										
Al	.29	.82	.51	.51	-.27	.8	-.25	1									
Sme	.49	-.47	-.5	.02	-.66	-.69	-.37	-.24	1								
Kao	.44	.31	.53	.46	-.57	.34	-.22	.19	.07	1							
SIT	-.38	-.69	-.39	-.52	.28	-.69	.26	-.97	.13	-.08	1						
Fe	.54	.35	.19	.48	-.28	.4	-.27	.74	.06	.03	-.88	1					
Mn	-.15	.14	-.17	-.19	.31	.12	-.13	.22	-.19	-.31	-.35	.54	1				
Mg	.32	.43	.17	.39	-.27	.38	-.12	.77	.06	-.26	-.87	.37	.37	1			
Ca	.16	.01	-.46	-.18	-.04	-.08	-.44	.33	.33	-.43	-.47	.34	.67	.67	1		
Na	-.61	-.39	-.66	-.74	.8	-.37	.07	-.45	-.22	-.77	.42	.17	-.27	.22	.22	1	
P	.27	-.06	-.46	-.02	-.3	-.38	.28	.62	-.46	-.39	.4	.11	.62	.69	.07	.07	1
Cr	.47	-.09	.46	.71	-.42	.57	.13	.06	.1	-.08	-.08	-.54	.07	-.26	-.23	.08	.08

Tableau 26. Monceau - Brigitte I. Sondage III. Traitement en ACP des données de la spectrométrie gamma et des données des dosages géochimiques par fluorescence X. Matrice des corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	SIL	SIT	TI	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	P	Cr	NI	V	Ce	Nb
Um	1																	
K ₂ O	-.16	1																
Th	.2	.6	1															
SIL	-.32	-.8	-.51	1														
SIT	-.38	-.69	-.4	.97	1													
TI	.74	.23	.73	-.51	-.52	1												
Al	.29	.82	.51	-.98	-.97	.51	1											
Fe	.54	.35	.19	-.82	-.88	.48	.74	1										
Mn	-.15	.14	-.17	-.32	-.35	-.19	.22	.54	1									
Mg	.32	.43	.17	-.75	-.87	.39	.77	.86	.37	1								
Ca	.16	.02	-.45	-.34	-.47	-.18	.34	.56	.34	.67	1							
Na	-.61	-.39	-.66	.49	.42	-.74	-.45	-.42	.17	-.27	.22	1						
P	.27	-.06	-.46	-.19	-.39	-.02	.28	.4	.11	.62	.69	.07	1					
Cr	.47	-.09	.46	-.01	-.09	.71	.13	-.08	-.54	.07	-.26	-.23	.08	1				
NI	.82	-.05	.19	-.49	-.6	.73	.48	.71	-.07	.66	.4	-.39	.43	.49	1			
V	.76	.36	.35	-.71	-.77	.71	.75	.68	.04	.62	.3	-.53	.48	.48	.72	1		
Ce	.1	-.1	.67	.17	.2	.48	-.15	-.22	-.3	-.16	-.46	-.24	-.53	.58	.09	-.06	1	
Nb	-.65	.09	-.11	.37	.37	-.36	-.29	-.56	-.21	-.28	-.23	.17	-.08	-.1	-.58	-.56	-.06	1

Tableau 27. Monceau - Brigitte I. Sondage III. Traitement un ACP des données de la spectrométrie gamma des données de la diffraction X et du dosage de quelques éléments. Matrice des corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	Chl	Ill	Int	Sme	Kao	Mn	Zn	Fe	Ni	Cu	Mo	Co	Pb	V	As
Um	1																	
K ₂ O	-16	1																
Th	.2	.6	1															
Chl	-7	-.08	-.3	1														
Ill	-.07	.91	.74	.05	1													
Int	-.12	-.21	.45	.09	-.01	1												
Sme	.49	-.47	-.5	-.66	-.69	-.37	1											
Kao	.44	.31	.53	-.57	.34	-.22	.07	1										
Mn	-.17	.1	-.16	.33	.1	-.06	-.2	-.32	1									
Zn	.19	.34	.08	0	.37	-.35	-.12	.12	.81	1								
Fe	.5	.35	.27	-.26	.42	-.15	-.02	.03	.55	.82	1							
Ni	.84	-.05	.17	-.45	.09	0	.26	.01	.07	.35	.76	1						
Cu	.35	-.01	-.09	-.05	.04	-.27	.14	-.18	.39	.59	.72	.58	1					
Mo	.59	.42	.36	-.4	.48	-.16	.02	.14	.38	.7	.95	.8	.69	1				
Co	.81	-.04	.43	-.55	.14	.33	.16	.14	0	.22	.66	.92	.36	.72	1			
Pb	.76	.09	.19	-.32	.22	-.22	.12	.27	.39	.65	.77	.77	.6	.82	.67	1		
V	.84	.34	.42	-.68	.36	-.18	.26	.37	-.01	.37	.73	.85	.39	.83	.81	.79	1	
As	.57	.63	.66	-.59	.67	-.06	-.05	.48	.06	.47	.74	.64	.21	.81	.69	.58	.86	1

Tableau 28. Monceau - Brigitte I. Sondage III. Traitement en ACP des données de la spectrométrie gamma et des dosages géochimiques au spectromètre à plasma. Matrice des corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	SIL	Mn	Zn	As	Tl	Fe	Ni	Cu	Mo	Co	Y	Pb	La	Sr	Ba
Um	1																	
K ₂ O	-.16	1																
Th	.2	.6	1															
SIL	-.32	-.8	-.51	1														
Mn	-.16	.1	-.17	-.28	1													
Zn	.19	.34	.08	-.64	.81	1												
As	.57	.63	.66	-.86	.06	.47	1											
Tl	.52	.4	.81	-.51	-.27	.08	.84	1										
Fe	.5	.35	.27	-.8	.55	.82	.74	.42	1									
Ni	.84	-.05	.17	-.52	.07	.35	.64	.49	.76	1								
Cu	.35	-.08	-.17	-.37	.4	.55	.18	-.05	.72	.62	1							
Mo	.54	.4	.31	-.83	.49	.78	.77	.47	.97	.76	.69	1						
Co	.81	-.04	.43	-.43	-.01	.22	.69	.72	.66	.92	.39	.68	1					
Y	.93	-.21	.37	-.2	-.26	0	.53	.64	.38	.78	.24	.43	.88	1				
Pb	.59	-.23	-.23	-.34	.39	.4	.31	.05	.7	.86	.7	.67	.68	.5	1			
La	.24	-.18	.58	.17	-.33	-.4	.19	.64	-.04	.25	-.17	-.03	.58	.56	0	1		
Sr	-.24	.26	-.27	-.43	.66	.48	.04	-.37	.43	.15	.4	.45	-.04	-.37	.48	-.47	1	
Ba	.34	.66	.37	-.91	.49	.87	.75	.35	.85	.45	.48	.85	.33	.15	.33	-.34	.38	1

ANNEXE III : SONDAGES DE MONCEAU-ACHI
TABLEAUX DE CHIFFRES.

Achi - Monceau vertical, n° 207W316

Tableau 29. *Monceau - Achi. Données de la diagraphie. Légende dans le texte.*

<i>Profondeur</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>σ</i>	<i>σ (en %)</i>
<i>0 - 10 m</i>	50	5.33	1.26	23.64
<i>10 - 20 m</i>	50	5.04	1.28	25.4
<i>20 - 30 m</i>	50	5.02	1.26	25.10
<i>30 - 40 m</i>	50	4.98	1.20	24.10
<i>40 - 50 m</i>	50	4.62	1.08	23.40
<i>50 - 60 m</i>	50	5.03	1.52	30.22
<i>60 - 70 m</i>	50	6.61	1.71	25.87
<i>70 - 80 m</i>	50	7.20	1.48	20.56
<i>80 - 90 m</i>	50	6.92	1.24	17.92
<i>90 - 100 m</i>	50	6.50	1.10	16.92
<i>100 - 110 m</i>	50	7.38	1.35	18.29
<i>110 - 120 m</i>	50	7.06	1.67	23.65
<i>120 - 130 m</i>	50	7.07	2.39	33.80
<i>130 - 140 m</i>	50	6.94	1.41	20.32
<i>140 - 150 m</i>	50	7.0	1.29	18.43
<i>150 - 160 m</i>	50	7.47	1.71	22.90
<i>160 - 170 m</i>	50	6.30	1.62	25.71
<i>175 - 185 m</i>	50	5.26	1.58	30.04
<i>185 - 195 m</i>	50	6.54	1.48	22.63
<i>195 - 205 m</i>	50	8.18	2.33	28.50
<i>205 - 212 m</i>	35	7.11	1.23	17.30

Tableau 30. Monceau - Achi. Données de la spectrométrie gamma.

N°	Prof. en m	Ra (ppm)	Th (ppm)	K ₂ O (%)	Um (ppm)
1	- 3.5	3.0	13.9	2.45	3.4
2	- 6	2.4	6.7	0.96	2.3
3	- 9.8	3.8	13.9	1.41	4.2
4	- 25	2.7	10.3	2.55	2.5
5	- 50.2	3.6	9.7	1.41	3.7
6	- 75	5.3	17.3	4.45	4.9
7	- 84	4.3	13.0	3.33	4.4
8	- 90.5	4.2	12.8	3.06	4.0
9	- 98	5.3	17.3	2.53	5.1
10	- 110.3	3.1	11.4	2.90	2.8
11	- 120	4.2	12.6	27.2	4.2
12	- 125	2.9	8.0	1.93	3.0
13	- 135.4	5.9	12.5	2.42	5.8
14	- 150.3	3.9	11.4	38.5	3.9
15	- 160	4.3	11.7	3.02	3.9
16	- 170	5.8	18.2	3.3	5.6
17	- 172	4.0	11.3	2.65	4.0
18	- 172.5	3.0	9.3	2.27	2.5
19	- 172.6	4.4	14.4	2.79	4.4
20	- 173.5	8.3	19.6	3.8	8.0
21	- 175	4.0	8.8	2.01	3.6
22	- 185.3	3.1	7.7	1.84	3.0
23	- 195.5	4.2	10.0	2.24	4.2
24	- 198.5	2.4	7.7	1.31	2.3
25	- 202.5	8.6	13.5	3.54	7.5
26	- 205	4.1	12.3	3.9	3.8
27	- 210	4.3	9.5	2.42	3.9
X		4.2	12	2.65	4.1
s		1.5	3.3	0.84	1.4

Tableau 31. Monceau - Achi. Dosage des majeurs en fluorescence X. Teneurs exprimées en %.

Ech.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Si O₂	80.30	86.60	86.78	74.68	79.62	67.92	69.83	67.14	76.95	66.51	72.22	80.56	75.55
Ti O₂	.68	.45	.73	.72	.59	.80	.73	.75	.63	.80	.70	.29	.72
Al₂ O₃	11.27	6.66	7.98	12.92	10.49	16.14	14.97	16.45	10.59	16.36	13.76	9.49	12.58
Fe₂ O₃	4.08	2.64	3.89	5.55	3.77	7.51	6.50	7.54	4.78	7.87	5.88	4.31	4.63
Mn O	.09	.07	.07	.12	.09	.11	.10	.13	.17	.11	.19	.12	.09
Mg O	1.65	.79	.98	1.96	1.50	2.92	2.87	3.20	1.61	3.26	2.64	1.56	2.05
Ca O	.07	.07	.12	.22	.38	.58	.47	.21	1.91	1.00	.76	.21	.33
Na₂ O	.45	.84	.91	.80	1.74	1.15	1.15	1.56	1.40	.68	1.08	1.00	1.56
K₂ O	1.92	.80	.95	2.51	1.59	3.62	2.93	2.80	1.47	3.07	2.31	1.49	1.93
P₂ O₅	.05	.11	.06	.22	.13	.20	.12	.08	.16	.05	.14	.16	.13
TOTAL	100.45	99.04	99.47	99.71	92.92	100.94	99.66	99.86	99.66	99.70	99.67	99.19	99.57
PF	1.69	2.09	2.37	3.24	1.75	3.09	3.00	2.98	3.30	4.95	2.98	1.79	2.49
Ech.	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27
Si O₂	69.50	73.70	73.75	73.55	70.38	73.95	77.79	79.04	73.70	72.52	73.62	67.19	74.48
Ti O₂	.81	.70	.79	.61	.64	.70	.38	.41	.59	.44	.56	.70	.64
Al₂ O₃	15.19	13.22	13.42	12.78	14.04	13.46	10.92	10.28	12.85	9.52	13.52	17.04	12.37
Fe₂ O₃	6.50	5.36	5.20	6.24	5.28	5.63	4.41	4.77	5.77	4.10	6.15	7.43	5.33
Mn O	.11	.11	.14	.14	.23	.08	.09	.10	.10	.53	.09	.14	.13
Mg O	2.42	2.27	2.28	2.38	2.65	2.58	2.04	1.86	2.31	1.53	2.29	2.74	2.09
Ca O	.59	.34	.61	.69	2.14	.16	.51	.48	.47	7.98	.17	.17	1.04
Na₂ O	.91	1.30	1.70	1.33	1.10	.79	1.46	1.65	1.36	1.25	.51	.72	1.19
K₂ O	3.70	2.73	2.21	2.19	2.61	2.73	1.53	1.34	1.89	1.24	2.74	3.64	2.08
P₂ O₅	.06	.11	.17	.15	.17	.17	.06	.04	.08	.07	.05	.18	.08
TOTAL	99.78	99.83	100.27	100.06	99.23	100.24	99.19	99.97	99.12	99.18	99.72	99.95	99.42
PF	3.02	2.39	2.66	2.84	4.33	3.02	2.45	2.09	2.91	7.45	3.15	3.65	3.21

Tableau 32. Monceau - Achi. Dosage des éléments traces en fluorescence X. Teneurs exprimées en ppm.

N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ba	539	288	308	555	564	806	696	741	521	746	477	293
Ce	92	72	99	79	66	86	68	75	84	113	87	48
Cr	245	288	345	201	191	293	221	235	282	181	387	209
Nb	16	10	14	14	13	18	15	17	15	17	16	7
Ni	70	41	51	79	64	108	100	112	75	98	90	61
Rb	100	46	49	124	83	179	136	123	71	134	104	68
Sr	46	36	53	72	109	104	99	95	130	108	111	72
V	95	68	86	117	77	131	108	161	88	133	127	71
Y	40	21	28	30	27	35	32	33	32	35	35	20

N°	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27
Ba	519	690	592	571	554	568	586	445	430	524	338	616	750	482
Ce	99	86	82	100	76	91	86	60	62	90	77	89	105	76
Cr	294	292	239	343	260	238	262	229	308	218	220	199	187	221
Nb	16	16	15	16	14	15	15	12	12	14	12	16	19	13
Ni	75	67	88	78	56	53	58	56	87	89	54	78	76	80
Rb	85	158	125	94	97	106	115	75	63	95	65	130	166	96
Sr	111	149	103	126	111	154	64	97	131	98	364	66	75	116
V	105	126	107	111	105	114	111	82	75	100	65	121	142	90
Y	34	28	34	38	30	34	33	25	23	29	33	32	41	24

Tableau 33. Monceau - Achi. Dosages géochimiques au spectromètre à plasma. Les teneurs sont exprimées en ppm sauf le Fe et le Ti en %.

N°ch.	Mn	Zn	As	Ti	Fe	Ni	Cu	Mo	Co	Y	Pb	V	La	Sr	Ba
20	465	78	44	0.402	3.88	74	31	6	28	7	30	95	34	147	520
1	474	67	42	0.21	2.85	57	3	4	22	12	27	73	42	57	436
2	157	32	23	0.125	1.76	32	10	3	11	3	17	43	24	31	179
3	453	68	30	0.127	2.52	43	6	3	14	6	22	51	36	51	200
4	859	68	44	0.194	3.37	65	6	4	20	5	31	83	28	53	417
5	594	65	44	0.362	2.42	51	6	8	21	8	31	62	32	66	441
6	671	118	49	0.584	4.76	90	10	8	32	7	46	100	40	73	631
7	702	92	49	0.48	4.29	77	3	8	30	7	37	87	31	84	575
8	953	101	48	0.535	5.08	94	36	7	33	6	32	120	34	95	570
9	1225	77	54	0.409	3.27	66	60	11	31	10	86	63	45	119	388
10	822	106	75	0.531	5.51	86	21	10	37	12	54	109	48	109	609
11	1337	81	58	0.508	3.76	81	31	10	35	7	55	90	43	105	333
12	890	85	39	0.263	2.93	58	27	6	17	2	31	52	17	74	232
13	619	63	51	0.46	3.2	65	25	8	27	9	35	82	51	167	5600
14	790	96	62	0.531	4.48	64	18	10	31	6	47	104	48	163	7200
15	739	80	50	0.517	3.74	77	7	9	33	7	40	91	42	203	4720
16	982	81	50	0.556	3.4	76	16	10	31	8	53	89	43	123	440
17	1036	77	49	0.47	3.49	78	22	9	30	7	51	87	39	112	440
18	1687	83	47	0.412	4.07	72	30	12	29	9	60	90	41	139	503
21	642	69	30	0.4	2.94	64	19	8	20	6	33	67	31	148	2640
22	751	55	40	0.352	3.01	80	8	7	23	5	29	63	28	128	354
23	663	73	31	0.455	3.57	69	19	7	24	5	26	81	33	155	425
24	3535	50	43	0.356	2.41	53	5.93	13	24	14	78	55	38	355	283
25	517	75	31	0.476	3.6	65	24	8	29	4	37	92	30	72	340
26	589	75	29	0.505	4.01	80	38	8	35	3	42	107	30	49	310
27	783	66	30	0.466	3.29	75	22	9	27	5	36	91	27	70	367

Tableau 34. Monceau - Achi. Composition minéralogique de la fraction inférieure à 2 μ m.

N° éch.	Chl (%)	Ill (%)	Int 14C-14V (%)	Sm (%)	K (%)	Q	F
1		30	40	30		+	-
2		40	25	20	15		
3		40	40	20			
4	5 ⁺	50	25 ⁺	20		++	++
5	50	50		traces		+++	+++
6	60	40 ⁺				++	++
7	55	40		5		+++	+++
8	60	40				++	+++
9	50	30		20		+++	+++
10	30	15 ⁺		55		+	+
11	55	45				+++	+++
12	50 ⁺	45		5		+++	+++
13	40	25 ⁺		35		++	+++
14	50	50		traces		+++	+++
15	50	45		5		+++	+++
16	55	40		5		+++	+++
17	50	50		traces		+++	++++
20	50	35		15		+++	+++
21	55	45		traces		++++	++++
22	55	45				++++	++++
23	45	30		25		++	+++
24	50 ⁺	50				++++	++++
25	40	35		25		++	+
26	50	50		traces		++	++
27	50	40		10		+++	+++

Tableau 35. Monceau - Achi. Dosage de la silice libre.

N°	Silice libre (%)
1	72.88
2	72.09
3	66.89
4	50.06
5	54.78
6	37.94
7	46.83
8	41.56
9	54.57
10	37.88
11	47.67
12	63.68
13	55.65
14	42.30
15	49.04
16	45.62
17	50.02
18	43.88
20	49.94
21	53.61
22	56.06
23	49.84
24	47.90
25	48.38
26	42.51
27	49.96

Tableau 36. Monceau - Achi. Traitement en ACP des données de la spectrométrie gamma et de la diffraction X (DIFX). Matrice des corrélations.

	Um	K₂O	Th	Ill	Chl	Sme	Int	Kao
Um	1							
K₂O	.56	1						
Th	.76	.67	1					
Ill	-.06	.03	-.12	1				
Chl	.35	.43	.21	.4	1			
Sme	.13	-.1	.11	-.49	-.44	1		
Int	-.25	-.38	-.01	.02	-.81	.34	1	
Kao	-.26	-.4	-.32	.03	-.4	.12	.33	1

Tableau 37. Monceau - Achi. Traitement en ACP des données de la spectrométrie gamma, de la diffraction X et du dosage des majeurs par fluorescence X. Matrice des corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	SIL	SIT	TI	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	P	III	Chl	Sme	Int	Kao
Um	1																	
K ₂ O	.56	1																
Th	.76	.67	1															
SIL	-.16	-.66	-.22	1														
SIT	-.13	-.73	-.24	.93	1													
TI	.31	.65	.64	.48	-.51	1												
Al	.25	.85	.39	-.84	-.93	.67	1											
Fe	.22	.8	.35	-.83	-.89	.59	.94	1										
Mn	-.31	-.24	-.22	-.24	-.25	-.21	-.08	-.08	1									
Mg	.24	.76	.33	-.84	-.92	.55	.95	.92	-.05	1								
Ca	-.29	-.3	-.23	-.18	-.16	-.24	-.18	-.16	.97	-.13	1							
Na	-.03	-.21	-.09	-.15	.01	-.14	-.11	-.15	.11	-.02	.13	1						
P	-.06	.05	0	-.04	.03	-.16	-.01	0	-.06	.01	-.12	.31	1					
III	-.06	.03	-.12	.07	.14	-.2	-.16	-.08	.05	-.24	.01	.12	.13	1				
Chl	.35	.43	.21	-.53	-.47	-.03	.37	.41	.12	.44	.09	.53	.18	.4	1			
Sme	.13	-.1	.11	.22	.15	.2	-.06	-.02	-.31	-.07	-.19	-.41	-.37	-.49	-.44	1		
Int	-.25	-.38	-.01	.7	.62	.07	-.47	-.45	-.22	-.56	-.2	-.47	-.18	-.02	-.81	.34	-.1	
Kao	-.26	-.4	-.32	.46	.46	-.27	-.46	-.43	-.14	-.45	-.1	-.17	-.05	.03	-.4	.12	.33	1

Tableau 38. Monceau - Achi. Traitement en ACP des données de la spectrométrie gamma et des dosages des éléments traces. Matrice des corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	Ba	Cr	Ni	Rb	Sr	Y	As	Cu	Mo	V	Zn	Co	Ce	Nb	Pb
Um	1																	
K ₂ O	.56	1																
Th	.76	.67	1															
Ba	.29	.86	.47	1														
Cr	.2	-.04	.34	-.26	1													
Ni	.15	.55	.29	.67	-.05	1												
Rb	.24	.9	.38	.91	-.25	.58	1											
Sr	-.26	-.17	-.23	-.11	-.02	-.08	-.11	1										
Y	.25	.52	.58	.56	.02	.32	.51	.06	1									
As	.01	.38	.3	.48	.15	.41	.38	.26	.36	1								
Cu	-.01	-.11	-.01	-.15	-.1	-.17	-.15	.72	.17	.09	1							
Mo	.01	.21	.03	.27	-.04	.14	.2	.74	.23	.51	.58	1						
V	.28	.78	.45	.84	-.04	.63	.82	-.2	.56	.43	-.07	.15	1					
Zn	.22	.74	.48	.75	-.05	.64	.73	-.09	.33	.61	-.11	.28	.72	1				
Co	.31	.7	.38	.72	0	.59	.65	.24	.4	.6	.24	.69	.71	.65	1			
Ce	.22	.34	.4	.42	.07	.16	.39	-.07	.66	.29	.08	.11	.53	.23	.37	1		
Nb	.39	.74	.62	.83	.08	.54	.74	-.07	.8	.41	-.01	.24	.83	.54	.66	.75	1	
Pb	-.03	.1	.15	.13	.04	.01	.05	.71	.24	.52	.71	.87	.06	.19	.56	.14	.19	1

**ANNEXE IV : CONCLUSION
TABLEAUX DE CHIFFRES.**

Tableau 39. Traitement en ACP de l'ensemble des échantillons. Données de la fluorescence X majeurs de la diffraction X et de la spectrométrie gamma. Matrice des coefficients de corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	SIL	SIT	TI	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	P	Ill	Chl	Sme	Int	Kao
Um	1																	
K ₂ O	-.15	1																
Th	-.07	.63	1															
SIL	-.05	-.7	-.23	1														
SIT	-.04	-.72	-.25	.94	1													
TI	-.03	-.09	.12	.05	.06	1												
Al	.03	.76	.3	-.87	-.92	-.03	1											
Fe	.14	.62	.2	-.83	-.88	-.02	.83	1										
Mn	-.08	-.09	-.18	-.24	-.27	-.06	.06	.18	1									
Mg	.07	.64	.24	-.79	-.86	-.04	.76	.86	.13	1								
Ca	-.07	-.23	-.12	-.07	-.07	-.07	-.2	-.18	.67	-.11	1							
Na	-.14	-.25	-.06	.21	.28	-.13	-.4	-.42	.06	-.15	.2	1						
P	0	.03	.04	-.03	-.04	-.09	-.01	.07	.01	.1	-.03	.19	1					
Ill	-.1	.23	0	-.12	-.07	-.06	.12	.02	.04	-.07	-.02	.05	-.03	1				
Chl	-.08	.3	.09	-.36	-.28	-.01	.18	.24	.13	.31	.07	.43	.07	.38	1			
Sme	.24	-.21	-.04	.14	.06	-.05	0	.08	-.2	-.05	-.17	-.38	-.09	-.56	-.47	1		
Int	-.07	-.3	.09	.6	.51	.18	-.4	-.4	-.17	-.46	-.13	-.21	-.12	-.01	-.73	.18	1	
Kao	.13	-.31	-.22	.3	.26	-.03	-.23	-.21	-.14	-.29	-.08	-.21	.04	-.02	-.44	.21	.29	1

Tableau 40. Traitement en ACP de l'ensemble des échantillons, données de la fluorescence X (traces) et de la spectrométrie gamma. Matrice des coefficients corrélations.

	Um	K ₂ O	Th	Ba	Cr	Ni	Rb	Sr	Y	Zr	As	V	Zn	Co	Nb
Um	1														
K ₂ O	-.15	1													
Th	-.07	.63	1												
Ba	-.14	.84	.56	1											
Cr	.02	-.03	.26	-.09	1										
Ni	.31	.19	.18	.39	.01	1									
Rb	.05	.85	.36	.79	-.09	.48	1								
Sr	-.14	-.12	-.11	0	0	-.09	-.17	1							
Y	.06	.26	.42	.25	.09	.26	.34	-.14	1						
Zr	.11	-.23	.06	-.25	.22	-.05	-.14	-.22	.18	1					
As	.05	.2	.29	.3	-.18	.55	.32	.06	.31	-.26	1				
V	.34	.51	.25	.5	.09	.65	.79	-.25	.39	0	.42	1			
Zn	.11	.56	.26	.5	-.09	.57	.71	-.2	.31	-.16	.31	.66	1		
Co	.14	.27	.32	.41	-.11	.77	.43	.06	.45	-.25	.83	.56	.44	1	
Nb	-.17	.57	.37	.51	.22	-.04	.48	-.12	.44	.15	-.05	.29	.25	.01	1

ANNEXE V : PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES.

PLANCHE I

Photo I (*)

Quartzophyllade bleu attribué aux "phyllades de Levrezy" (Gédinnien inférieur) - Succession de lamines pélitiques (bleu noir) et gréseuse (beige). La stratification est perturbée par deux phénomènes : bioturbation et schistosité.

Photo II (*)

Quartzophyllade à boule de grès attribué aux "quartzophyllades de Braux". On rencontre ici de nombreuses boules de grès centimétriques à pluricentimétriques témoins de mouvements synsédimentaires.

(*) la longueur d'un rectangle blanc est de 2 cm.

PLANCHE I

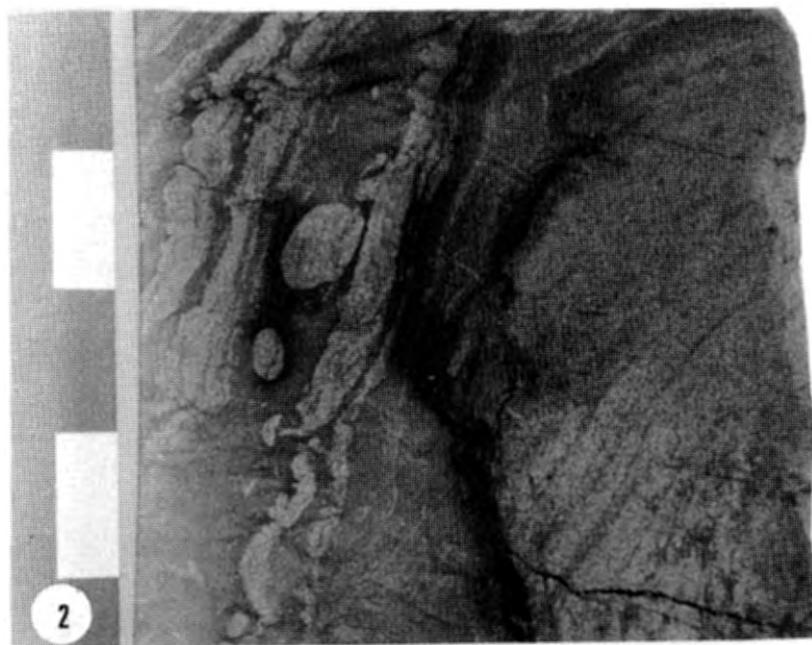
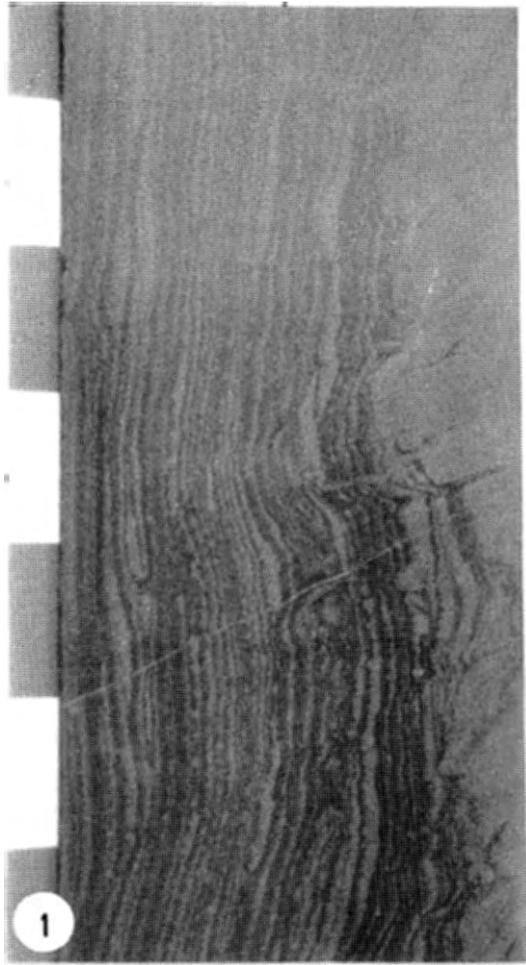


PLANCHE II

Aspect microscopique des grès

Photo I (*)

Grès fin à ciment argileux, à feldspath (F) et à lamines limonitisées (Li). On en rencontre de nombreux exemples aux sommets des "phyllades de Levrezy" et dans les "quartzophyllades de Braux".

Photo II (*)

Grès grossier carbonaté. On le rencontre surtout dans le sondage d'Achi (Lévrézy).

Photo III et IV (*)

Grès fin à fines laminations et à cristaux d'ilménite et/ou de pyrite. Ce type de grès n'a été rencontré que dans le sondage d'Achi.

(*) photos I et III x 30; photo IV x 50.

PLANCHE II

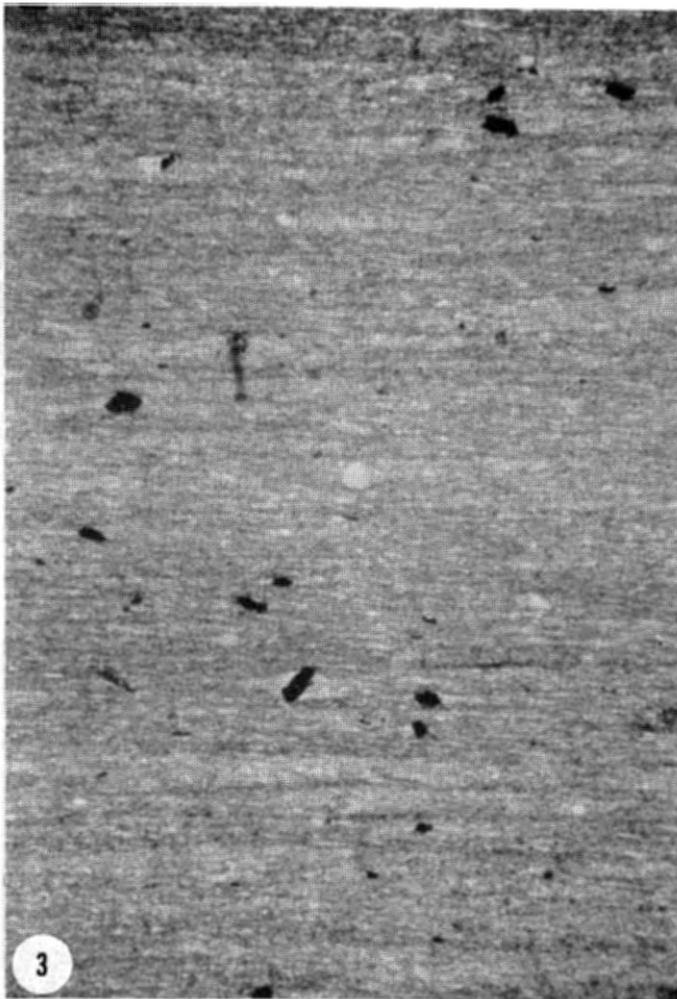
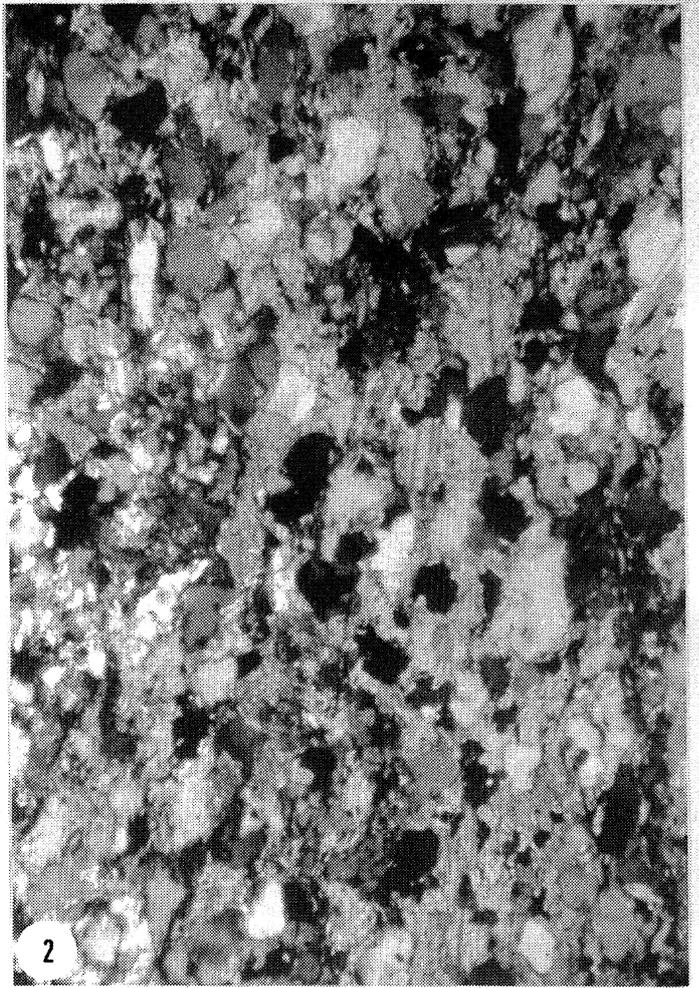
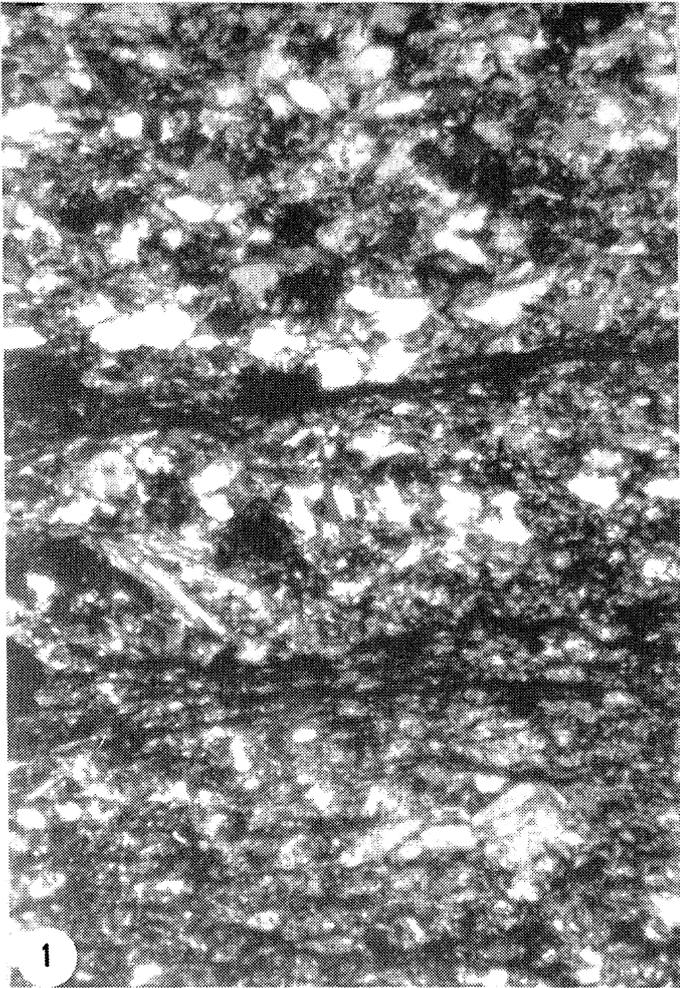


PLANCHE III

Photo I

Sondage d'Achi : grès à granulométrie variable, à anomalie en uranium, à laminations d'hématite (x 30).

Photo II et III

Fractures recristallisées en calcite dans des grès à ciment argilo-calcitique et à laminations hématitiques (x 50).

PLANCHE III

