

ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

Administration des Mines - Service géologique de Belgique

13, Rue Jenner - 1040 Bruxelles

# Reconnaissance de l'extension du filon de marcasite de Heure

par géochimie de surface et sondages inclinés

par

**L. DEJONGHE et L. de WALQUE**

Pl. Maffe 168 W - nos 226 à 232

Professional Paper 1979|3

N° 159

ROYAUME DE BELGIQUE

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

Administration des Mines - Service géologique de Belgique

13, Rue Jenner - 1040 Bruxelles

# Reconnaissance de l'extension du filon de marcasite de Heure

par géochimie de surface et sondages inclinés

par

**L. DEJONGHE et L. de WALQUE**

Pl. Maffe 168 W - nos 226 à 232

Professional Paper 1979|3

N° 159

Reconnaissance de l'extension du filon  
de marcasite de Heure par géochimie de  
surface et sondages inclinés

---

par L. DEJONGHE (x)  
et L. de WALQUE (xx) (xxx)

- 
- (x) Service géologique de Belgique, rue Jenner 13, B-1040 Bruxelles  
(xx) Aspirant du Fonds national belge de la Recherche scientifique  
(xxx) Laboratoire de Géochimie de l'Université de Louvain, Place Louis  
Pasteur 3, B-1348 Louvain-la-Neuve.

### Résumé

Dans ce travail, on présente les résultats d'une nouvelle prospection pédogéochimique effectuée sur les territoires de Heure et Nettinne pour reconnaître l'extension du filon de marcasite anciennement exploité à Heure. La présence de minéralisation au droit des anomalies géochimiques principales a été vérifiées par sondages inclinés. Ceux-ci sont décrits en mettant l'accent sur les aspects lithologiques et métallogéniques.

### Summary

In this paper, are presented the results of a new geochemical prospection located at Heure and Nettinne to investigate the extension of a once exploited marcasite lode at Heure. The main geochemical anomalies have been verified by inclined drillholes. These are described with emphasis on the lithological descriptions and the occurrence of ore minerals.

Plan

- I. Introduction
- II. Logique d'implantation des sondages
  - II.1. Données géologiques
  - II.2. Données minières
  - II.3. Données géochimiques
  - II.4. Implantation des sondages
- III. Description des sondages
- IV. Interprétation des sondages
- V. Tectonique locale et implications métallogéniques
- VI. Conclusion générale

## Introduction

En 1973, une étude méthodologique de géochimie de surface de l'ancienne zone minière de Heure-Nettinne (province de Namur) a été entreprise sous l'impulsion du Professeur H. Martin (Laboratoire de géochimie de l'Université de Louvain).

Cette recherche a pour but l'étude du cycle supergène de certains métaux dans l'auréole de dispersion secondaire d'un gisement sulfuré en milieu carbonaté. Elle se propose de préciser les mécanismes de migration et de fixation des éléments du milieu primaire jusque dans la pédosphère et de mettre en évidence les phases minéralogiques d'accumulation des métaux dans les milieux de surface. Diverses étapes de ce programme ont déjà été franchies (de Walque, 1974 ; Bal, 1975 ; de Walque et al, 1976 ; Dekeyser, 1977 ; de Walque et al, 1977). Nous les commenterons brièvement.

Une prospection géochimique des sols, restreinte au voisinage de l'ancienne mine de "pyrite" de Heure (zone d'échantillonnage de 850 m x 450 m), a montré la possibilité d'une extension du filon au NW de la zone exploitée et la superposition d'anomalies importantes en plomb, zinc, fer et manganèse (de Walque et al, 1976).

Ces résultats d'intérêt économique ont motivé l'augmentation de l'aire de prospection pédogéochimique (zone d'échantillonnage de 2000 m x 2000 m). De nouvelles zones anormales ont alors été définies, justifiant une campagne de sondage. Celle-ci visait la mise en évidence de la minéralisation hypogène suspectée par les anomalies des sols.

Afin d'obtenir une stampe complète du Frasnien de cette région et de connaître le fond géochimique de telles roches non soumises à l'altération atmosphérique, un sondage vertical a été implanté à Nettinne au lieu-dit "Le Poteau" (de Walque et al, 1977).

Ce sondage a livré des données lithologiques conduisant à une nouvelle cartographie lithostratigraphique, et des données géochimiques autorisant une normalisation des résultats de prospection géochimique des sols. Ces deux approches correctives ont permis l'implantation des sondages inclinés ultérieurs dans les meilleures conditions. Ces sondages sont repérés aux figures 1 et 2.

Le présent travail est consacré à la présentation des résultats de la nouvelle prospection géochimique de surface et des résultats de la campagne de sondages inclinés.

## II. Logique d'implantation des sondages

### II.1. Données géologiques

D'un point de vue morphologique, la région considérée est marquée par deux crêtes boisées (où affleurent calcaires et dolomies) séparées par une large vallée (à substrat schisteux) affectée en son centre par un bombement sur lequel est logé le village de Nettinne.

Nos levés de détail sont synthétisés sous forme d'une carte lithostratigraphique (figure 3) et de coupes longitudinales et transversales (figure 4). Ces documents montrent que les crêtes boisées et le bombement intermédiaire correspondent à des anticlinaux, les vallées à des synclinaux, (relief conforme). Les anticlinaux s'envoient vers le NE. De plus, nous avons constaté la présence d'une tectonique cassante, les anticlinaux étant tronçonnés transversalement à certains endroits. Une de ces failles transversales (en réalité, il s'agit d'une zone faillée avec faille principale f, et cassures satellites f'<sup>1</sup>, f''<sup>1</sup> et f'''<sup>1</sup>) correspond au filon de Heure (filon à structure bréchique ; gangue calcitique minéralisée principalement en marcasite et accessoirement en sphalérite et galène ; blocs anguleux de calcaire de tailles variables). Une autre faille transversale (f2) a également été repérée.

Pour les représentations graphiques (carte lithostratigraphique et logs de sondages), nous avons adopté les lithozones individualisées par Coen (1974). Les sigles a, b, c, d, e, f, g, h, i, ont la même signification que ceux introduits par cet auteur pour la coupe Heure-Sinsin. Ces lithozones ont été confirmées par le sondage du Poteau (de Walque et al, 1977).

### II.2. Données minières

La documentation relative à l'ancienne exploitation minière de Heure est très rare. L'historique de cette exploitation a été effectué par de Walque et al, (1976).

Rappelons qu'au XVIII<sup>e</sup> siècle, il existait à Heure, une mine où on exploitait la limonite (de Ferraris, 1777). La découverte d'un filon sous-jacent au chapeau de fer a été suivie d'une demande de concession pour plomb et pyrite de fer. Celle-ci a été accordée par A.R. du 25 novembre 1843. Néanmoins, toutes les tentatives d'exploitation ont rapidement avorté car les mineurs ne trouvèrent pas d'enrichissement en sphalérite et galène susceptible de valoriser le minerai "pyriteux" (en réalité, marcasiteux). Les derniers travaux de recherche effectués en 1938 - 1939 par la "S.A. La Floridienne", se sont soldés par abandon de la mine suite à un coup d'eau. Le seul héritage des anciens travaux subsiste dans la toponymie. Le bois jouxtant l'ancienne mine s'appelle le "Bois de Saumont" (un saumon s'applique à une masse de plomb solidifié après fusion) et un lieu-dit caractérisé par la trace d'un puits de recherche existant depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, porte le nom de "Fosse à Plomb".

### II.3. Données géochimiques

#### II.3.a. Première phase de prospection des sols - Méthologie

Le caractère bimodal des distributions de fréquences des teneurs en plomb et en zinc dans les sols à proximité immédiate de l'ancienne exploitation minière permet de définir et de cartographier des seuils d'anomalies de 132 ppm en plomb et de 251 ppm en zinc, qui trouvent leur explication dans la minéralisation sous-jacente en galène et en sphalérite. On peut trouver des sols montrant des concentrations en plomb et en zinc atteignant jusqu'à 1 % pondéral (de Walque et al, 1976).

Les fortes corrélations rencontrées entre le fer, le nickel et le cobalt dans les sols "non minéralisés", surtout à substrat de schistes fameniens, traduisent des associations géochimiques connues dans les sédiments terrigènes qui sont explicables par l'affinité que possèdent ces éléments pour les sites octaédriques de minéraux argileux.

L'étude d'un certain nombre de variables chimiques complémentaires fait suite aux résultats publiés en 1976 : capacité d'échange de cations (CEC), taux de saturation en calcium et magnésium dans les sols (TS), carbone lié à la matière organique (MO), mesures de pH et du pourcentage de carbonate calcique et magnésien dans les sols ( $\text{CO}_3$ ).

Vu le nombre de variables en jeu, les résultats ont été traités par un processus de simplification de l'essentiel de l'information obtenue, consistant en une méthode exploratoire sous forme d'analyse des composantes.

Ce raisonnement rentre logiquement dans le concept de l'inférence statistique. En effet, dans bon nombre d'applications statistiques, les données disponibles ou à collecter constituent un échantillon aléatoire au sens où elles se superposent à certains éléments sélectionnés au hasard dans une population qui regroupe l'ensemble des éléments susceptibles d'être pris en considération. Ces données sont dès lors supposées contenir certaines observations sur les caractéristiques inconnues de la population. L'objet de l'inférence statistique est d'extraire de l'échantillon disponible des informations sur les caractéristiques d'intérêt de la population.

Cinq facteurs significatifs représentant plus de 80% de la variabilité totale ont été retenus (milieu secondaire - 34%-, lithologie - 17% -, minéralisation - 14% - , pédologie - 9% - et rôle du magnésium - 8% -) et sont repris synthétiquement au tableau I. Cette méthode exploratoire conseille de ne pas s'intéresser de prime abord aux seules observations susceptibles d'avoir une relation avec le corps minéralisé, mais plutôt de se pencher en priorité sur les problèmes liés à l'environnement secondaire et à la lithologie de la région.

Afin de mieux mettre en valeur les effets issus de cette démarche, les observations ont été par la suite séparées en quatre groupes différenciés suivant la nature de la charge des sols (calcaire, schisto-calcaire, schisteuse et dolomitique). On distingue en plus un cinquième groupe de sols sans charge, développés sur matériaux alluvionnaires et loessiques.



TABLEAU I : FACTEURS REPRESENTANT LA VARIABILITE TOTALE ET CONTRIBUTIONS DES VARIABLES A CES FACTEURS.

Facteur	Valeur propre	Explication de la variabilité (%)	Fortes contributions		Nom donné
			Négatives	Positives	
1	4,72	33,77		Mn - Fe (CEC-MO)	Milieu secondaire
2	2,41	17,24	Co-Ni-Fe	TS-CO <sub>3</sub> (Ca-pH)	Lithologie
3	1,94	13,90		Pb - Zn	Minéralisation
4	1,26	9,05	MO - CEC		Pédologie
5	1,09	7,84	Mg	(Ca)	Magnésium

Ce procédé de séparation présente l'avantage d'éloigner les effets liés à quatre des facteurs mentionnés plus haut, afin de mettre en évidence l'héritage de la minéralisation dans les sols (facteur n°3). Cette séparation assurée, il est aisé de poursuivre groupe après groupe, un traitement statistique traditionnel (calcul des moments, des seuils d'anomalies, des régressions, ...).

II.3.b. Deuxième phase de prospection des sols - Détection des zones anomaies.

C'est dans ce contexte que l'aire d'échantillonnage de sols a été étendue vers le nord et vers l'ouest, pour couvrir une aire carrée de 400 hectares (1240 sites d'observation) (Fig.5). Certaines zones montrant de plus fortes teneurs en certains éléments métalliques en traces dans les sols ont fait l'objet d'une prospection détaillée complémentaire (zones A, B, C, D de la fig.5).

Après avoir calculé les différents seuils d'anomalies correspondant à chaque groupe d'observation sélectionné, il est possible de normaliser les valeurs observées au moyen d'une nouvelle formule de correction que nous avons adaptée de celle proposée par Govett et Galanos (1974) :

$$\frac{\text{teneur} - \text{seuil d'anomalie}}{\text{seuil d'anomalie}} + 1$$

Une fois toutes les valeurs standardisées, ces dernières peuvent être directement comparées. En effet, ce processus de normalisation renvoie à l'unité le seuil d'anomalie de chaque variable, pour chaque groupe d'observations. Une valeur normalisée égale ou supérieure à 1 appartient à une population anomaie et peut être considérée comme indice de minéralisation.

A titre d'exemple, le tableau II reprend pour chaque groupe les différentes teneurs moyennes et les seuils d'anomalies positifs correspondants, pour deux variables, le plomb et le zinc.

TABLEAU II : BRUITS DE FOND ET SEUILS D'ANOMALIE POSITIFS CALCULES SUR L'ENSEMBLE DE L'ECHANTILLONNAGE ET SUR LES GROUPES DIFFERENCIES D'APRES L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES.				
	Plomb (ppm)		Zinc (ppm)	
	Bruit de fond	Seuil d'anomalie	Bruit de fond	Seuil d'anomalie
Ensemble de l'échantillonnage avant séparation des groupes 1240 observations	54	126	141	320
Sols à charge calcaire 345 observations	74	204	184	566
Sols à charge schisto - calcaire 296 observations	52	124	146	311
Sols à charge schisteuse 372 observations	33	66	113	167
Sols à charge dolomitique 74 observations	55	106	117	200
Sols sans charge 142 observations	66	115	114	214
Sols remaniés 11 observations	-	95	-	219

Nous n'avons retenu dans cette note que les résultats de la géochimie du plomb et du zinc étant donné la présence de galène et de sphalérite dans la minéralisation. Nous ferons aussi référence à la distribution des carbonates des sols, en relation certaine avec la gangue calcitique du minerai. Le comportement du fer dans les sols, plus dépendant de facteurs lithostratigraphiques que de facteurs liés à l'activité

minérale proprement dite, malgré la présence de marcasite au sein du filon, n'a pas retenu ici notre attention.

La figure 5 montre les résultats du traitement de normalisation des anomalies en plomb et en zinc, sous forme composée, par lesquels diverses zones anormales peuvent être circonscrites. Quatre zones se dégagent : les zones anormales de la "mine de Heure" (A, de loin la plus intéressante de toutes), du "Poteau" (B), du "Bois de Saumont" (C) et du "Bois des Sarts" (D).

#### II.4. Implantation des sondages

##### A. Zone anormale de la "mine de Heure" (zone A)

Les figures 6 et 7 montrent avec plus de clareté les détails de cette zone anormale.

Un programme de représentation en trois dimensions, mis au point à l'Institut géographique national (production de J. Loodts) nous a permis de compléter nos moyens de représentation des résultats d'analyses géochimiques. La présentation en perspective cavalière (fig.6 ; exemple du plomb) est un outil intéressant qui permet une visualisation très différente, claire et spectaculaire des données de la géochimie. C'est un outil complémentaire de la cartographie. "Néanmoins, sa définition informatique n'est pas une chose aisée étant donné la nécessité de concilier des impératifs de précision et d'esthétique du graphisme" (Jouret, 1976).

Sur la figure 6, les anomalies maximales (environ 2.500 ppm) ont été réduites pour s'inscrire dans le cadre du dessin.

La figure 7 présente une carte détaillée des résultats composés du traitement de normalisation des anomalies en plomb et en zinc.

Dans cette zone, les anomalies se superposent au filon exploité, sur 350 m et à son prolongement NW non exploité, sur la même distance. On note également la présence d'une digitation latérale longue de 200 m.

Les anomalies sont importantes : elles atteignent des valeurs neuf fois supérieures aux seuils d'anomalies en plomb et en zinc. Les teneurs en carbonates ainsi que le taux de saturation en calcium et magnésium, sont élevés à l'aplomb du filon.

L'ampleur de cette zone anormale a justifié l'emplacement de 5 sondages. Les objectifs visés sont les suivants :

sondage 126 W 226 : recouper le filon en-dessous du niveau hydrostatique (indications sur l'ampleur du rejet de la faille ; nature du minerai non oxydé ; puissance du filon en zone non exploitée)

sondage 168 W 227 : recouper le filon au-dessus du niveau hydrostatique (nature du minerai oxydé).

- sondage 168 W 228 : recouper le filon à grande profondeur (évolution de sa puissance en profondeur ; nature du minerai à l'aplomb du lieu-dit "La Fosse à Plomb" ; données complémentaires de rejet de la faille)
- sondage 168 W 232 : recouper le filon sous la zone exploitée (importance de la minéralisation laissée en place ; données lithologiques complémentaires ; vérifier la présence d'un filon satellite).

Bref, les 4 sondages précédents avaient pour but d'étudier la géométrie du filon principal et de ses satellites éventuels et la nature des assemblages minéraux supergènes et hypogènes.

B. Zone anormale du "Bois de Saumont" (zone B)

Les sols du "Bois de Saumont" sont caractérisés par de fortes teneurs en plomb et zinc, dont la distribution est liée notamment à la présence d'un matériel humifère important, conséquence de la très faible épaisseur de ces sols et de l'activité organique intense qui y règne.

La normalisation des résultats a annulé ces effets. Les anomalies qui subsistent se répartissent selon deux directions. Elles peuvent être dues soit à un niveau stratigraphique anormal soit à deux filons sécants au filon exploité à Heure.

Le sondage 168 W 230 a été positionné en concordance avec le sondage 168 W 231 pour vérifier l'hypothèse d'un filon sous-jacent à la zone anormale du "Bois de Saumont" (zone B) et étudier les relations minéralisation encaissant dolomitique.

C. Zone anormale du "Poteau" (zone C).

Les anomalies de cette zone sont développées dans des sols à substrat schisteux. Elles sont moins élevées que celles de la zone anormale de la mine de Heure (zone A), même en tenant compte de la normalisation des résultats analytiques. Elles présentent néanmoins un intérêt double.

1. Elles se situent exactement dans le prolongement du filon de Heure.
2. Le sondage vertical du "Poteau" (168 W 225) implanté à quelques dizaines de mètres de ces anomalies contenait dans sa formation calcaire, des veinules de calcite minéralisées en marcasite, pyrite et sphalérite (de Walque et al, 1977).

Le sondage 168 W 229 a donc été dirigé vers l'épicentre de l'anomalie la plus importante de la zone C afin de vérifier l'hypothèse d'un filon minéralisé prolongeant celui connu à Heure.

D. Zone anormale du "Bois des Sarts" (zone D).

Les sols du "Bois des Sarts" à substrat carbonaté montrent des anomalies en plomb et zinc qui se localisent principalement au nez de l'anticlinal.

La répartition de ces anomalies ressemble à celle du "Bois de Saumont". Les mêmes hypothèses peuvent être émises quant à leur origine. Néanmoins, ces hypothèses n'ont pas pu être vérifiées par sondages.

### III. Description des sondages

Les sept sondages carottés repérés au Service géologique de Belgique par les n° 168 W 226 à 168 W 232 ont été exécutés par la firme Foraky, d'avril à novembre 1976. Ils sont localisés aux figures 1 et 2. Leurs caractéristiques spatiales sont précisées au tableau III.

La description qui suit est une description lithologique avec mention des principaux macrofossiles. Des études paléontologiques complémentaires sont en cours : conodontes par E. Groessens et polypiers par HH. Tsien. L'accent a été mis sur la description des diaclases et veinules de calcite, surtout lorsqu'elles étaient minéralisées.

Précisons que les sondages sont inclinés à 45° et que les pendages ont été mesurés par rapport à l'allongement de la carotte (Par exemple, dans le cas d'une stratification perpendiculaire à l'allongement de la carotte, nous avons renseigné un pendage de 0°).

N°du sondage (archives S.G.B.)	Coordonnées Lambert de l'orifices (m) réseau géodésique européen unifié-1951			direction du forage	pente du forage	longueur forée (à partir de l'orifice) (m)	profondeur atteinte sous l'ho- rizontale passant par l'orifice (m)
	x	y	z				
168W226	214.981	109.751	245,652	NS	45°S	114,90	81,25
168W227	214.981	109.729	245,444	NS	45°S	86,90	61,45
168W228	214.798	109.648	257,190	N 23° E	45°NE	200,00	141,42
168W229	213.906,5	110.253	268,854	N 50° E	45°NE	246,40	174,23
168W230	214.751	109.421	277,901	N 5° E	45°S	100,40	70,99
168W231	215.019	109.553	245,012	N 30° W	45°SE	150,50	106,42
168W232	215.125	109.624	235,837	N 3° W	45°S	101,40	71,70

Tableau III : Caractéristiques spatiales des sondages.

SONDAGE 168 W 226

	<u>Epaisseur</u> (m)	<u>base à</u> (m)
Terre arable avec cailloutis. Pas d'effervescence à HCl 1/10 N.	0,40	0,40
Argile d'altération de calcaire, brune, ne réagissant pas à l'acide. Cailloutis brun clair à noir, de taille inférieure au mm.	1,60	2,00
Gros blocs de calcaire, plus ou moins fortement corrodés, emballés dans de l'argile d'altération faisant effervescence à HCl 1/10 N.	1,00	3,00
Calcaire gris, veinulé de calcite blanche. Vers 6,50, pendage : $i = \pm 40^\circ$ . Légèrement dolomitique entre 3,70 et 6,00. Argileux de 11,40 à 11,50. Polypiers (très abondants à partir de 5,60). Stromatopores. Gros crinoïdes entre 10,80 et 11,40. Nombreux petits crinoïdes à partir de 12,40. Diaclases corrodées, parfois colmatées par de l'argile d'altération. Localement, fracturation importante. Minéralisation essentiellement localisée aux veinules de calcite. A 3,90, rares veinules de calcite, millimétrique, avec limonite. De 4,30 à 4,60, veine de calcite de 2 cm d'épaisseur (pente : $i = 68^\circ$ ). Entre 8,50 et 10,80, rares mouchetures de limonite. De 10,80 à 11,00, nodules et plaquettes limoniteux dans débris de calcaire corrodé. De 11,50 à 12,50, pente moyenne des veinules : $i = 55^\circ$ . A 12,60, veinule de calcite blanche avec limonite. Phénomènes de métasomatose ankéritique de 11,20 à 11,40 et de 11,50 à 12,40. Pigment hématitique de 11,40 à 11,50.	9,50	12,50
Calcaire gris clair, veinulé de calcite blanche. Joints stylolithiques. Stromatopores. Polypiers. Brachiopodes à partir de 13,50. A 15,45, gastéropode. A 16,20, lumachelle de gastéropodes et brachiopodes. Peu fossilifère entre 13,50 et 15,40. Diaclases ouvertes et corrodées de 12,70 à 13,00 et de 16,00 à 18,00. Parfois tapissées d'un enduit argilo-limoniteux (13,60 ; 14,00 ; 14,10 ; 14,30). Veinules de calcite blanche parfois minéralisées (pente : $i = 50^\circ$ ). A 12,60 : limonite. De 13,00 à 13,20, la limonite rubane les épontes. Structure géodique (cristaux de calcite à faces cristallines bien développées - scalénoèdres). De 15,40 à 15,60, mouchetures de sphalérite et de pyrite.	5,20	17,70
A 17,70, lit calcschisteux (épaisseur : 2 cm ; pendage : $i = 35^\circ$ ). Puis, calcaire gris, veinulé de calcite blanche. Par places, calcaire		

argileux à structure subnoduleuse de 19,90 à 20,40 ; localement, entre 21,65 et 23,90 ; de 24,90 à 25,30 ; localement, entre 30,00 et 33,00). La lithologie à tendance plus argileuse se caractérise également par la présence de joints schisteux localement abondants (structure straticulée) de 17,70 à 18,50 - pendage : $i = 37^\circ$ ; de 20,40 à 20,60 - pendage : $i = 35^\circ$ ; structure très finement straticulée de 21,55 à 21,65 - pendage : $i = 35^\circ$ ; quelques straticules schisteuses entre 27,00 et 30,00 ; de 34,10 à 34,70 - pendage : $i = 32^\circ$ . Parfois, les joints schisteux ont un aspect stylolithique. De véritables joints stylolithiques s'observent également ( par exemple, de 19,60 à 19,90). Polypiers et stromatopores (éventuellement, très gros). De 26,90 à 27,00 , bryozoaires. A 33,80, bioturbations. Diaclases corrodées (24,80 ; 25,50 ; 26,60 ; 28,15 ; 28,70 ; 29,15). Fracturation importante de 18,30 à 18,50 et de 23,80 à 24,00. Veinules millimétriques à centimétriques de calcite blanche, certaines minéralisées (de 26,00 à 26,10 ; à 26,50 - pente : $i = 40^\circ$ ; de 26,90 à 27,00 - pente : $i = 55^\circ$ ; de 27,80 à 28,00 - limonite rubanant les épontes - structure géodique - ; à 34,50, sphalérite - pente : $i = 65^\circ$ ). Mouchetures d'ankérite de 23,90 à 24,70 ; de 30,70 à 30,80 et de 34,10 à 34,70.	17,00	34,70
Calcaire gris clair, très finement grenu à partir de 35,00. A la base, en débris corrodés.	1,50	36,20
Vide d'origine karstique	1,10	37,30
Calcaire gris, légèrement straticulé de 38,20 à 39,40 - pendage : $i = 35^\circ$ . Joints stylolithiques (en abondance de 40,10 à 42,60). Zones à polypiers et/ou stromatopores (éventuellement, de grande taille). De 39,40 à 39,60 : diaclase corrodée (pente : $i = 75^\circ$ ). Rares veinules de calcite blanche avec mouchetures de marcasite (à 40,80 et de 42,20 à 42,50).	5,30	42,60
Calcaire noduleux. Localement, polypiers.	1,30	43,90
Calcaire gris clair, localement gris foncé (à ces endroits, très argileux), parfois à structure bréchique (sédimentaire). Niveaux très riches en polypiers. Rares gastéropodes. De 43,80 à 44,00 veine de calcite blanche avec marcasite.	2,80	46,70
Vide d'origine karstique.	0,10	46,80
Calcaire gris, argileux à très argileux. Parfois, grossièrement grenu (de 50,60 à 50,80). Localement structure noduleuse (nodules gris clair, matrice gris sombre). Nombreux joints stylolithiques.		



Mouchetures de calcite blanche et d'ankérite.  
 Roche en menus débris avec traces de corrosion  
 de 49,50 à 50,10. Niveaux très riches en  
 polypiers. Stromatopores (de 48,00 à 48,50).  
 A 47,60 , zone corrodée. Quelques veinules  
 ondulées de calcite blanche, minéralisées.  
 Elles sont dirigées dans des sens divers.  
 Certaines sont très fortement corrodées.

4,00 50,80

Vide d'origine karstique.

Calcaire gris, très argileux (subnoduleux  
 à noduleux ). Joints stylolithiques très riches en  
 matières carbonées. Joints schisteux à 61,00 , de  
 61,70 à 61,80 et de 61,90 à 62,10 (pendage :  $i = 40^\circ$ ).  
 De 63,60 à 64,20 , calcaire parsemé de  
 mouchetures de calcite (calcite "fleuri"). De 58,00  
 à 58,20 , calcaire gris, grossièrement grenu.  
 De 58,20 à 58,70 , calcaire finement straticulé  
 (pendage :  $i = 30^\circ$ ). Zones très riches en polypiers  
 et stromatopores (particulièrement de 55,00 à 55,40  
 et de 64,50 à 65,40 - calcaire bioconstruit).  
 Certains stromatopores globuleux sont de très grande  
 taille (plus de 20 cm de diamètre). Gastéropodes  
 isolés. Veinules de calcite blanche, minéralisées  
 (de 52,10 à 52,60 , ép. 4 cm, pente :  $i = 70/75^\circ$ ,  
 nombreuses mouchetures de marcasite  $\pm$  oxydée,  
 épontes à structure bréchique ; de 52,60 à 53,10 ,  
 série de veinules parallèles, pente :  $i = 75/80^\circ$ ;  
 de 54,25 à 54,35 , corrosion, rubans de marcasite  
 parallèles aux épontes ; de 54,60 à 55,20 ,  
 moucheture de marcasite, épontes irrégulières ;  
 de 55,90 à 56,05 , ép. : 4 à 5 cm, abondance de  
 marcasite, tendance au rubanement parallèle aux  
 épontes, structure bréchique ; de 58,50 à 58,80,  
 ép. : 1 cm, pente :  $i = 75/80^\circ$ , structure bréchique,  
 minéralisation localisée aux épontes ; de 59,30 à  
 59,50, ép. : 1,5 cm, idem ; de 62,50 à 63,60 ,  
 ép. : plus de 3 cm, mouchetures de marcasite,  
 structure bréchique ; à 65,15 , pente :  $i = 70^\circ$ ,  
 mouchetures de marcasite). Roche en débris de  
 51,50 à 51,60 et de 63,00 à 63,60.

13,90 65,40

Vide d'origine karstique.

0,20 65,60

Calcaire gris très argileux, subnoduleux  
 à noduleux. Gros polypiers et stromatopores très  
 abondants. A partir de 66,60, bivalves. Veinules  
 de calcite blanche, minéralisées (de 65,60 à 66,00;  
 ép. max. : 1 cm, subverticale, ondulée, rubanée  
 localement par des sulfures ; de 66,70 à 67,15 ,  
 ép. : 6 cm, pente :  $i = 60^\circ$  ; de 67,60 à 68,50 ,  
 série de fractures ondulées très corrodées et  
 parfois tapissées de calcite et suffures; de

68,60 à 68,80 , ép. : 3 cm, pente :  $i = 60^\circ$ ,  
 rubans de marcasite ; de 69,40 à 69,50 : débris  
 de marcasite massive). 3,90 69,50

Calcaire gris à gris sombre, voire  
 noirâtre, argileux. De 79,70 à 79,85, de 79,90  
 à 79,95 et de 80,00 à 80,15 : zones calcoschisteuses,  
 noirâtres, avec nodules carbonatés. Polypiers,  
 bivalves entiers ou en débris. Les fossiles sont  
 parfois concentrés dans certains niveaux (entre  
 69,50 et 72,50 , pendage :  $i = 45^\circ$  ; entre 72,50 et  
 73,90 ; pendage :  $i = 55^\circ$ ). Les coquilles sont  
 localement abondantes alors que les polypiers se  
 raréfient. Le caractère organoclastique de certaines  
 passées fossilifères est très marqué. Veinules de  
 calcite blanche parfois minéralisées (de 69,50 à  
 69,60 , avec marcasite, corrosion importante ;  
 de 70,30 à 70,50 , ép. : 1 cm, pente :  $i = 75^\circ$ ,  
 plaquettes de marcasite localisées vers les  
 épontes ; à 71,00 , ép. : 1,5 cm, pente :  $i = 45^\circ$ ,  
 idem, structure finement bréchique ; à 71,90 ,  
 faible minéralisation ; de 77,20 à 79,00 , idem ;  
 à 79,20 , idem). 11,10 80,60

Brèche de faille minéralisée. Eléments  
 anguleux de calcaire cimentés par de la calcite  
 blanche localement minéralisée (plaquettes de  
 marcasite rubanant la calcite). A partir de 81,95,  
 la brèche est de plus en plus riche en calcite et  
 de plus en plus minéralisée en marcasite. En plus  
 des plaquettes de marcasite on rencontre aussi des  
 fragments de nodules à structure zonaire, de  
 plusieurs centimètres d'épaisseur. Parfois, la  
 marcasite est altérée en limonite. Localement,  
 structure géodique (Scalénoèdres et gros rhomboèdres  
 de calcite brunâtre tapissant les parois de ces  
 géodes). Roche en débris à partir de 82,20. 2,90 83,50

Vide d'origine karstique. 0,20 83,70

Marcasite altérée superficiellement en  
 limonite. Structure vacuolaire. Un peu de calcite  
 interstitielle. 0,20 83,90

Calcaire gris, argileux à très argileux,  
 localement subnoduleux. Caractère organoclastique.  
 Débris de coquilles, rares crinoïdes et, à partir  
 de 87,10 , rares polypiers. De 90,20 à 90,60, abondants  
 débris de coquilles, crinoïdes et gastéropodes.  
 La roche est veinulée en sens divers par de la  
 calcite blanche. Cette série de veinules est recoupée  
 par des veinules centimétriques (ép. : 2 à 3 cm) de  
 calcite, certaines riches en marcasite (à 84,35 ,  
 pente :  $i = 40^\circ$ , rubanement de marcasite ; entre

85,30 et 86,85 débris de veinules de marcasite atteignant parfois une puissance de 2,5 cm ; de 86,85 à 87,10 , pente : $i = 72^\circ$ ; à 87,35 idem, pente : $i = 55^\circ$ , veinules légèrement ondulées ; de 87,65 à 88,10 , idem, pente : $i = 70/80^\circ$ ; de 88,60 à 88,75 , idem). Roche en débris de 85,30 à 86,85 et vers la base.	6,70	90,60
Vide d'origine karstique.	0,30	90,90
Calcaire gris clair, à caractère organoclastique très marqué (débris de coquilles, crinoïdes, polypiers). Nombreuses mouchetures de marcasite, certaines pseudomorphosant des tests de fossiles.	0,20	91,10
Schiste gris. De 91,10 à 91,20 , légèrement carbonaté et renfermant des mouchetures de marcasite; de 91,20 à 91,90 , décoloré et transformé en argile (altération) ; de 92,20 à 93,90 , localement, straticules plus sombres, faiblement marquées (pendage : $i = 30^\circ$ ) ; zone broyée de 93,00 à 93,70 ; de 97,75 à 98,00 , schiste transformé en argile d'altération ; de 99,30 à 99,90 , brèche de faille (blocs centimétriques à décimétriques de schiste gris emballés dans de l'argile d'altération gris clair).	9,10	100,20
Schiste gris carbonaté (effervescence à HCl 1/10 N). De 102,50 à 104,45 , faiblement straticulé (pendage : $i = 40^\circ$ ). De 107,30 à 107,45, présence de nodules carbonatés et de quelques débris de coquilles et de crinoïdes. De 110,23 à 110,35 , barre calcaire (les contacts entre schiste et calcaire sont cependant flous). Débris de crinoïdes. De 113,55 à 114,30 nodules carbonatés en abondance (à partir de 113,90 , ces nodules sont néanmoins de moins en moins nombreux). De 113,00 à 114,90 , caractère légèrement organoclastique (débris de crinoïdes et coquilles). A plusieurs endroits entre 106,20 et 109,00 , feuillets de calcite millimétriques (exceptionnellement centimétriques), parallèles à la stratification, tapissés par de la marcasite. A 107,00 et 107,40 nodules de pyrite, lenticulaires, de taille nuculaire.	14,70	114,90
Base du sondage à 114,90.		

SONDAGE 168 W 227

	<u>Epaisseur</u> (m)	<u>base à</u> (m)
Terre arable légèrement décolorée à la base, renfermant de nombreux débris rocheux de petite taille (calcaire et schiste).	0,70	0,70
Argile d'altération de calcaire, brune, renfermant quelques fragments de calcaire. La réaction à HCl 1/10 N est locale et faible jusqu'à 1,60 , puis forte.	1,55	2,25
Calcaire gris, veinulé de calcite blanche, localement bioconstruit. Parfois, mouchetures ankéritiques. Polypiers, stromatopores (ces derniers, généralement de très grande taille) et, localement, crinoïdes. Diaclases corrodées parfois tapissées ou remplies d'argile d'altération. De 3,00 à 4,00 , cette argile de décalcification est abondante. Elle est brune, réagit à l'acide et renferme des débris rocheux hétérogranulaires (de 3,00 à 3,20 , de calcaire corrodé ; de 3,20 à 4,00 , de schiste brun, vert, rouge ...). Entre 6,85 et 7,85 , rares mouchetures de limonite dans veinule centimétrique de calcite blanche (pente : $i = 80^\circ$ ). Roche en débris jusqu'à 6,85.	7,55	9,80
Calcaire gris, argileux. Structure subnoduleuse de 9,80 à 10,15. Structure straticulée de 11,50 à 11,60 , (pendage : $i = 30^\circ$ ), de 13,90 à 14,20 , (pendage : $i = 40^\circ$ ), de 15,00 à 15,10 (très fines straticules , pendage: $i = 38^\circ$ ). Joints stylolithiques de 12,00 à 12,65 , de 14,70 à 15,00 , de 15,10 à 16,40 et de 17,30 à 18,00. Joints schisteux à 15,00 (calcschiste pourri - forte effervescence à HCl 1/10 N), à 17,55 (pendage : $i = 35^\circ$ ), et entre 18,50 et 19,05 (nombreux joints schisteux noirs, circonvolués, d'aspect stylolithique). Mouchetures calcitiques, et/ou ankéritiques de 10,15 à 10,80 , de 15,10 à 16,40 et de 17,30 à 18,00. Gros stromatopores, polypiers, coquilles, crinoïdes. Caractère organoclastique de 10,15 à 10,80. Rares veinules de calcite blanche. A 18,10, ép. : 5 mm , pente : $i = 55^\circ$ , rubanée de limonite.	9,25	19,05
Calcaire gris, argileux. Entre 20,00 et 20,20 , structure intermédiaire entre la structure straticulée et la structure micronoduleuse (pendage : $i = 35^\circ$ ). De 32,85 à 33,80 , structure légèrement straticulée, pendage : $i = 32^\circ$ .		

Structure subnoduleuse de 31,20 à 31,45 et localement de 33,80 à 35,00. Joints stylolithiques de 24,00 à 27,00 (rares) et de 32,85 à 33,80 (parallèles à la stratification). Joints schisteux en général fort perturbés (aspect de joints stylolithiques) à 25,35, (pendage :  $i = 50^\circ$ ), à 27,80, de 28,40 à 29,00 (pendage :  $i = 40^\circ$ ) à 31,30 (straticules noirâtres, pendage :  $i = 35^\circ$ ) et de 34,00 à 34,80. Mouchetures de calcite et/ou ankérite de 29,00 à 29,80, et de 31,45 à 32,85.

Très gros stromatopores, rares polypiers, petits niveaux à gastéropodes (entre 24,00 et 27,00). Veinules de calcite blanche.

Certaines minéralisées : à 19,50 (ép. : 5 mm, pente :  $i = 55^\circ$ , rubanée de limonite); à 21,40, 22,50, 23,90 et 24,00 (ép. : 1-2 mm, pente moyenne :  $i = 70^\circ$ , mouchetures de limonite); à 28,90 (ép. : 5 mm, pente :  $i = 50^\circ$ , mouchetures de marcasite); à 29,60 et 29,70 (mouchetures de marcasite très fortement oxydée et limonite); à 29,85 et 30,20 (pente :  $i = 50^\circ$ , mouchetures de limonite); à 31,85 (ép. : 1-2 cm, pente :  $i = 48^\circ$ , mouchetures de limonite); à 34,25 (ép. : 1-2 cm, pente :  $i = 45^\circ$ , mouchetures de limonite).

Diaclases longitudinales corrodées de 21,00 à 24,00, de 28,00 à 28,40 et de 31,85 à 31,95.

Roche en débris (parfois, corrodés) de 29,60 à 29,80.

15,50

35,00

Calcaire généralement noduleux (nodules de calcaire gris sombre, matrice calcschisteuse noirâtre), parfois subnoduleux. Joints stylolithiques. Mouchetures de calcite et d'ankérite abondantes de 41,70 à 42,00. Très riche en polypiers et stromatopores. Rares veinules d'ankérite. Quelques veinules de calcite blanche souvent minéralisées (mouchetures de limonite, parfois rubanement).

A 40,30, veinules à structure bréchique (fragments anguleux de calcaire, mouchetures de marcasite, pente :  $i = 60^\circ$ ). Dès 42,80, veinules de calcite, abondantes, millimétriques, renfermant de la marcasite oxydée. Diaclases corrodées, tapissées de calcite blanche et limonite.

8,10

43,10

Brèche de faille minéralisée. De 43,30 à 43,60, blocs anguleux de calcaire, abondant ciment de calcite (légèrement brunâtre), agrégats de sphalérite, rares mouchetures de marcasite non oxydée, géodes. De 43,60 à 43,80 calcaire gris à polypiers et mouchetures d'ankérite. De 43,80 à 44,05, calcaire argileux gris à polypiers, bréchifié, avec minéralisation (sphalérite et marcasite oxydée) du ciment de calcite plus importante

que précédemment. De 44,05 à 44,20 , le calcaire est fortement altéré. Il reste un résidu argileux. 1,10 44,20

Vide, partiellement comblé par de la limonite et un peu d'argile. De 44,20 à 48,40 , limonite pulvérulente (0,10 m). De 48,40 à 49,60, limonite pulvérulente renfermant des nodules de limonite cohérente (0,15 m). De 49,60 à 51,40 , limonite pulvérulente avec un peu d'argile faisant effervescence à HCl 1/10N (0,03 m). De 51,40 à 52,10 limonite pulvérulente contenant des nodules de limonite cohérente (0,20 m) puis, argile à pigment limoniteux et nodules de limonite (0,30m). De 52,10 à 53,10 , limonite pulvérulente (0,10 m). De 53,10 à 54,50 , limonite jaunâtre (0,15 m). 10,30 54,50

Calcaire gris, argileux, à joints calcschisteux noirs. Pendage : 57,50 , i = 40° ; à 58,60 , i = 55° ; à 59,60 , i = 55° , vers 63,50 , i = 45°. Veinules de calcite blanche ou légèrement rosâtre à brunâtre. Zones à structure bréchique (ciment de calcite blanche non minéralisée) de 59,90 à 60,15 , à 60,70 , à 61,20 , de 61,90 à 62,00 et à 62,50. Caractère organoclastique. Niveaux coquilliers. Crinoïdes. Vers 57,50 et 63,50 , quelques polypiers. A 57,50 , limonite à structure cellulaire (0,05 m). A 62,50 , veinule à mouchetures de galène et de marcasite. Roche localement en débris. 10,35 64,85

Calcaire gris, à tendance sombre, argileux à très argileux, localement subnoduleux à noduleux (entre 64,85 et 69,70), veinulé de calcite blanche. Zones à structure bréchique (ciment de calcite blanche ou légèrement brunâtre, non minéralisée) à 63,80 , de 63,95 à 64,00 , à 64,15 , à 64,30 , de 65,20 à 65,30 , de 66,10 à 66,30 , à 78,00 , à 78,20 , de 78,90 à 79,20. Rares coquilles (sauf de 73,70 à 77,30, niveaux très riches en débris coquilliers), polypiers, crinoïdes. A partir de 80,80 , caractère organoclastique très marqué. De 69,70 à 73,70 , roche en menus débris , parfois altérés et corrodés. De 73,40 à 73,70, le calcaire argileux s'altère en une argile noirâtre faisant effervescence. De 74,00 à 74,80 , diaclase longitudinale corrodée, tapissée de limonite. De 71,75 à 79,85 et vers 80,40 , mouchetures de marcasite dans le calcaire et dans les veinules de calcite. A partir de 80,80 , mouchetures de calcite et de marcasite pseudomorphosant des tests de fossiles, de plus en plus abondantes vers 81,50. Calcaire légèrement corrodé au contact du schiste sous-jacent. 16,65 81,50

Schiste gris, affecté par une structure orientée (probablement, la stratification) de pente égale à 43°. Nombreux nodules de marcasite au contact du calcaire sus-jacent. Par places, en débris éventuellement très altérés (argile).

5,40      86,90

Base du sondage à 86,90.

SONDAGE 168 W 228

	<u>Epaisseur</u> (m)	<u>base à</u> (m)
Terre arable avec cailloutis de calcaire.	0,60	0,60
Calcaire gris, foncé de 1,50 à 3,70. Par places, faiblement argileux. Rares joints stylolithiques. Veinules et mouchetures de calcite et d'ankérite. Certaines veinules ont une structure bréchique. Souvent bioconstruit. Stromatopores, polypiers, (généralement en colonies). Rares débris de coquilles et de crinoïdes. Fractures corrodées plus ou moins colmatées par de l'argile (4,20 à 4,70), voire totalement fermées par de l'argile brun rougeâtre contenant des débris de calcaire (de 1,00 à 1,50 et de 5,00 à 5,30). A 7,80, veinule mm. de calcite contenant un peu de limonite (structure bréchique).	12,00	12,60
Vide d'origine karstique.	0,45	13,05
Calcaire gris clair. Localement, plus argileux et avec joints stylolithiques. Veinules de calcite blanche dirigées en sens divers. Par places, une série de veinules longitudinales est décalée par une série de veinules transversales. Parfois, structure bréchique. Mouchetures d'ankérite de 17,90 à 18,70. A 20,90 ; 21,70 ; 22,30 ; 25,10 ; 26,80 ; et de 27,00 à 27,20, diaclases corrodées, parfois tapissées par de l'argile. Très riche en polypiers et gros stromatopores. Débris de coquilles de 27,60 à 27,80.	14,75	27,80
Calcaire argileux, subnoduleux. Rares joints stylolithiques. Veinules millimétriques de calcite blanche à structure bréchique. Mouchetures de calcite blanche. Rares polypiers. Petits stromatopores (onkoïdes ?). Corrodé et en débris, à partir de 30,50.	3,10	30,90
Vide d'origine karstique.	1,25	32,15
Calcaire gris foncé, très argileux, localement subnoduleux. Finement grenu de 37,10 à 39,10. Joints argileux noirs d'aspect stylolithique, de 47,90 à 48,20 et de 48,50 à 49,80. Joints calcschisteux noirâtres, de 37,10 à 39,10 - pendage : $i = 65^\circ$ et de 39,40 à 39,50 - pendage : $i = 70^\circ$ . Rares veinules millimétriques de calcite blanche et rares mouchetures de calcite et d'ankérite.		



Altération localement très importante.

De 32,15 à 32,70 , directement sous le vide précédent, il reste un résidu argileux, brun-jaunâtre et brun-rougeâtre. Les parties brunes à jaunâtres font légèrement effervescence à HCl 1/10N, les parties rougeâtres non. Dans cette argile, présence de reliques de calcaire très altéré, blanc, pulvérulent, faisant fortement effervescence à HCl 1/10N. L'argile présente localement une structure feuilletée. De 33,20 à 33,40 argile brunâtre, carbonatée, avec des reliques de calcaire. De 33,40 à 33,55 calcaire pulvérulent. De 34,20 à 34,25 , diaclase corrodée colmatée par de l'argile. A 35,00 , joint schisteux, corrodé. De 36,25 à 36,35 , argile d'altération de calcaire, avec débris de calcaire. De 39,10 à 39,40 , calcaire pulvérulent. De 40,85 à 41,10 et de 41,20 à 41,50 , calcaire corrodé. Gros stromatopores. Polypiers. Débris de coquilles et crinoïdes peu abondants.

17,65 49,80

Calcaire gris clair localement grossièrement grenu, ailleurs très finement grenu. Rares joints stylolithiques. Rares veinules millimétriques de calcite blanche. Quelques stromatopores. Polypiers solitaires.

1,60 51,40

Calcaire gris, argileux, par places, subnoduleux. Joints stylolithiques. Joints calcschisteux noirâtres parfois fort perturbés (aspect de joints stylolithiques), (de 52,20 à 52,60 ; vers 58,00 - pendage :  $i = 52^\circ$  ; de 63,20 à 63,50 - pendage :  $i = 65^\circ$ ). Rares veinules millimétriques de calcite blanche. Quelques rares gros stromatopores isolés. Petits organismes algaires (de type onkoïde) peu abondants. Polypiers isolés. Rares coquilles et crinoïdes. Par places, caractère organoclastique bien marqué. Parfois, pseudomorphose ankéritique des tests de fossiles.

24,30 75,70

Calcaire gris clair, très finement grenu (calcilutite). Joints schisteux noirâtres légèrement perturbés (pendage : vers 76,50 ,  $i = 77^\circ$  ; vers 79,50 ,  $i = 70^\circ$ ). Entre 77,65 et 78,95 , quelques mouchetures d'ankérite. Rares veinules inframillimétriques de calcite tapissées de limonite.

6,30 82,00

Calcaire gris légèrement argileux. Quelques joints stylolithiques. Quelques veinules millimétriques et mouchetures de calcite et d'ankérite. Diaclases corrodées. Petits organismes algaires (de type onkoïde) et petits gastéropodes, rares tous deux.

1,85 83,85

Vide d'origine karstique.	0,55	84,40
Calcaire gris, argileux. De 87,65 à 88,15 , entre les stromatopores, liant calcschisteux noirâtre. De 91,60 à 94,10 légèrement stratifié. De 94,40 à 97,65 , calcaire noduleux (nodules de calcaire gris ; matrice calcschisteuse gris sombre très riche en polypiers et stromatopores). De 97,65 à 100,20 , localement structure subnoduleuse. Joints stylolithiques, rares, sauf de 91,05 à 91,60 et de 104,00 à 105,00. Pendage vers 91,50, $i = 80^\circ$ ; vers 92,00 , $i = 75^\circ$ . Polypiers et gros stromatopores très abondants. Caractère organoclastique très marqué de 91,05 à 91,60 , coïncidant avec la présence d'abondants organismes algaires de type onkoïde. De 85,30 à 85,40 , altéré. Les 5 centimètres supérieurs sont constitués par une argile brun-ocre, réagissant à HCl 1/10N, qui cimente des reliques de calcaire. Les 5 centimètres sous-jacents sont formés d'un calcaire pulvérulent, gris clair. Quelques veinules millimétriques à centimétriques de calcite blanche, parfois légèrement brunâtre, à direction et pendage variables. Occasionnellement, structure bréchique. Certaines veinules sont légèrement minéralisées (mouchetures de marcasite, parfois, concentrées aux épontes). Lorsque la marcasite est altérée, cela coïncide souvent avec la présence de petites géodes dans la calcite. Vers 90,00 , sphalérite. Vers 91,70 , une veinule de calcite blanche (ép., 6 mm ; pente : $i = 43^\circ$ ), parsemée de cubes de galène (1 à 2 mm. de côté). Rarissimes cubes de pyrite.	20,60	105,00
Calcaire noduleux, parfois subnoduleux (nodules de calcaire grisâtre, matrice calcschisteuse noirâtre). A 119,00 , pendage : $i = 80^\circ$ . Polypiers très abondants dans certaines zones. Gros stromatopores, relativement moins nombreux. De 106,30 à 108,20 , les polypiers sont encroutés par des algues. Quelques débris de coquilles.	19,40	124,40
Calcaire gris clair, légèrement argileux. Quelques joints stylolithiques. Polypiers et rares coquilles. Rares veinules millimétriques de calcite blanche. De 128,70 à 128,85 , avec quelques mouchetures de marcasite.	6,65	131,05
Calcaire généralement noduleux, par places, subnoduleux. Polypiers. Débris coquilliers dont gastéropodes. Certaines zones sont d'ailleurs très riches en gastéropodes (par ex. de 146,50 à 146,90). De 149,00 à 150,15 , nombreux stromatopores. De 142,70 à 142,75 , à 147,60 ; à 147,75 ; à 149,00 et de 150,15 à 151,30 , veinules de calcite blanche,		

à structure bréchique, avec quelques mouchetures de marcasite. De 144,45 à 144,55 , brèche de faille (éléments anguleux de calcaire cimentés par de la calcite blanche légèrement géodique contenant très peu de marcasite). A 149,95 , veinule millimétrique de calcite blanche à structure géodique, avec petites mouchetures inframillimétriques de galène et pyrite.	20,25	151,30
Vide d'origine karstique. Débris nuculaires à pugilaires de marcasite massive ou vacuolaire.	0,40	151,70
Calcaire argileux noirâtre très riche en polypiers.	0,35	152,05
Débris nuculaires à pugilaires de marcasite pure, parfois à structure vacuolaire, mélangés à de grands rhomboèdres de calcite blanche.	0,10	152,15
Calcaire argileux, subnoduleux à noduleux (nodules de calcaire gris, matrice gris sombre à noirâtre, calcschisteuse , souvent à caractère bioclastique). Joints stylolithiques abondants de 161,60 à 162,00 et de 167,30 à 176,40. Pendage à 166,60 : $i = 75^\circ$ . Localement, très riche en polypiers, parfois, en colonies. Gros stromatopores. Quelques coquilles. Celles-ci sont cependant abondantes de 158,35 à 159,45 (très belles sections de gastéropodes de plusieurs centimètres de longueur) et de 176,40 à 179,45. Caractère bioclastique parfois très marqué. Veinules millimétriques à centimétriques de calcite blanche (à 154,40 , avec beaucoup de marcasite). De 156,55 à 156,65 ; à 157,40 ; à 157,70 ; à 162,00 et de 179,55 à 179,65 , structure bréchique (ciment de calcite blanche avec mouchetures de marcasite parfois localisées près des bords) et géodique.	32,85	185,00
Calcaire argileux, finement straticulé (stratification légèrement ondulante ; niveau stromatolithique ?). Pendage : $i = 80^\circ$ . Petites veinules de calcite (à 185,15 , rubanées de marcasite). Niveau bréchique de 183,90 à 184,00 (matrice de calcite blanche).	2,00	187,00
Calcaire argileux, subnoduleux à noduleux. De 195,80 à 196,00 , straticules noires fort perturbées (aspect de joints stylolithiques). Pendage vers 196,00: $i = 75^\circ$ . Stromatopores et polypiers localement en profusion. Par contre, débris de coquilles (dont gastéropodes) peu abondants.	9,00	196,00

Calcaire finement grenu, très légèrement straticulé de 197,80 à 200,00 (pendage :  $i = 75^\circ$ ). Joints stylolithiques. Quelques mouchetures de calcite blanche, parfois accompagnées d'un peu de pyrite. Base du sondage à 200,00.

4,00 200,00

SONDAGE 168 W 229

	<u>Epaisseur</u> (m)	<u>base à</u> (m)
Menus débris de schiste gris, très carbonaté, avec terre arable.	0,30	0,30
Schiste très carbonaté (effervescence à HCl 1/10 N très nette). Alternance de couleurs brunâtres et grisâtres. Rares nodules carbonatés lenticulaires entre 0,30 et 4,40. Décoloration le long de certaines fractures, en outre, tapissées d'une pellicule carbonatée. Pendage vers 5,00 : $i = 54^\circ$ . A 1,00 , grand <i>Spiriferidae</i> . Débris de crinoïdes, coquilles et rares polypiers. Roche fragmentée.	6,80	7,10
Calcaire gris bleu, assez finement grenu. Quelques débris de coquilles. Diaclases sublongitudinales, corrodées.	0,60	7,70
Schiste gris, parfois brunâtre ou à taches brunes (décoloration probablement due à une altération). Pendage vers 8,00 : $i = 66^\circ$ . Rares coquilles dont <i>Spiriferidae</i> . Plusieurs zones en menus débris.	1,90	9,60
Calcaire finement grenu. Rares coquilles.	0,10	9,70
Schiste gris (clair ou foncé), plus rarement brun, éventuellement clair (de 9,70 et 10,30 ; de 10,60 et 11,00 ; à 12,60 et 13,10) ou brun verdâtre (entre 17,60 et 26,40). A l'intérieur de ces zones, ces couleurs alternent régulièrement (rubanement). De 9,70 à 10,60 et de 17,10 à 17,60 , présence de taches brunes dues à une décoloration locale. De 32,90 à 35,90 , structure finement straticulée. Vers 34,00 , pendage : $i = 55^\circ$ . Jusqu'à 27,50 , très carbonaté. De 27,50 à 35,90 , réaction à HCl 1/10 N de moins en moins rapide. Après 35,90 , le caractère nettement carbonaté réapparaît. Présence de petits nodules et lentilles carbonatés disséminés. A 51,90 , une strate carbonatée, centimétrique, d'aspect slumpé, rubanée de calcite blanche et de marcasite. Débris de coquilles dont <i>Spiriferidae</i> . Quelques polypiers. De 25,40 à 25,55 coquilles fermées à structure géopétale (remplies de schiste et calcite blanche avec agrégats pyriteux - cubes inframillimétriques). Localement très fragmenté. Décoloration brun clair le long de certaines fissures, parfois tapissées de carbonate brunâtre. Rares mouchetures pyriteuses parfois greffées à la périphérie de nodules carbonatés.		

Sur certains joints, enduit pelliculaire de calcite contenant parfois de la marcasite. 44,45 54,15

Schiste gris à gris clair, carbonaté, à minces et courtes straticules schisteuses noirâtres (ép. 1 mm ; longueur, quelques centimètres). Nodules et lentilles calcaires de plus en plus abondants vers la base. Quelques niveaux plus carbonatés et finement straticulés moulent le contour supérieur de certains nodules (niveaux algaires ?). A 72,10 , barre calcitique rubanée par de minces feuilletts noirâtres parallèles à la stratification. Débris de petites coquilles et petits crinoïdes. A 74,90 , algues. Rares mouchetures ou nodules de pyrite. 20,80 74,95

Schiste gris, carbonaté. Abondance de nodules, lentilles, voire barres calcaires. Veinules de calcite blanche. Débris coquilliers localement très abondants. Quelques bivalves non fracturés, complètement remplis de calcite blanche. 6,05 81,00

Schiste gris, carbonaté, à minces et courtes straticules schisteuses sombres. Rares nodules et lentilles calcaires (légèrement plus abondants et accompagnés de débris de coquilles et crinoïdes entre 90,00 et 93,00). Pendage vers 82,50 :  $i = 45^\circ$  ; vers 91,50 :  $i = 42^\circ$  ; vers 94,00 :  $i = 48^\circ$ . Localement, débris de coquilles (dont *Spiriferidae*). Crinoïdes. Structure géopétale observable sur certains bivalves. Parfois, mouchetures de pyrite associées au remplissage de calcite. Enduit pelliculaire de marcasite sur les joints. 13,30 94,30

Schiste gris, carbonaté, à nodules et lentilles calcaires très abondants. Dès 99,00, le composant calcaire devient aussi abondant que le composant schisteux. Barre calcaire de 96,15 à 96,50. Débris de crinoïdes. Accumulations de coquilles (bivalves entiers ou en débris - abondance de *Spiriferidae* - quelques gastéropodes). A 95,60 , 99,80 et, entre 102,00 et 103,40 , algues ? Localement, caractère organoclastique très marqué. Dès 102,00 , présence de mouchetures de pyrite incluses dans la roche ou les tests de fossiles. Celles-ci sont très abondantes au contact avec le calcaire sous-jacent. 9,10 103,40

Calcaire gris, argileux, subnoduleux à noduleux. A 105,40 , niveau calcschisteux corrodé. A 105,35 et 107,40 , joints calcschisteux noirâtres interstratifiés de lamelles de calcite blanche. Débris de coquilles (dont gastéropodes) et crinoïdes. Entre 105,00 et 108,20 , ostracodes. Quelques veinules millimétriques de calcite blanche. Mouchetures pyriteuses frangées de calcite blanche. Ces agrégats atteignent parfois 2 cm dans leur plus grande dimension. 4,80 108,20

Calcaire gris, argileux, subnoduleux (nodules calcaires ; matrice calcschisteuse sombre). A 108,60 et 109,20 , joints calcschisteux noirâtres interstratifiés de lamelles de calcite blanche. Stromatopores , parfois de très grande taille, polypiers, débris coquilliers abondants (dont gastéropodes et *Spiriferidae*) et petits crinoïdes. Les polypiers ont tendance à se concentrer dans les zones plus calcschisteuses et les coquilles, dans les nodules. 8,80 117,00

Calcaire finement straticulé - Pendage :  $i = 45^\circ$ . Niveau stromatolithique ? Quelques veinules de calcite blanche. 1,00 118,00

Calcaire gris, localement clair (de 120,10 à 120,40 et de 122,00 à 123,00), argileux à très argileux (subnoduleux à noduleux). Joints stylolithiques (de 130,75 à 131,90 ; de 131,90 à 135,60 ; de 145,30 à 146,00). Par place, joints calcschisteux noirs, certains très perturbés (à 118,30 ; de 120,10 à 120,40 ; à 126,30 - épaisseur centimétrique, très finement straticulé - pendage :  $i = 45^\circ$  - surmonté d'un joint centimétrique de calcite blanche ; de 142,30 à 145,30). Polypiers. Stromatopores parfois énormes. Quelques coquilles. Présence de niveaux essentiellement algaires (de 129,20 à 129,40 ; de 130,30 à 130,75 ; de 136,20 à 136,45 ; de 137,70 à 138,10). Rares veinules centimétriques de calcite blanche, certaines de distension et/ou à structure bréchique. 28,60 146,60

Alternance millimétrique à centimétrique de strates calcschisteuses gris sombre et de strates calcaires plus ou moins lenticulaires. Pendage :  $i = 45^\circ$ . 0,40 147,00

Brèche sédimentaire (blocs anguleux de calcaire finement straticulé, de tailles variables - moins d'1 cm à plus de 5 cm ; matrice calcaire, gris foncé). 0,15 147,15

Calcaire très finement straticulé,  
gris clair. 0,45 147,60

Calcaire gris clair, argileux,  
localement, à structure subnoduleuse. Joints  
stylolithiques. Feuilletés (à 148,65 , pendage  
 $i = 46^\circ$  ; à 151,90 , 153,10 et 157,05) ou lit  
(de 149,75 à 149,80 , pendage :  $i = 44^\circ$ ),  
calcschisteux, noirs, riches en matières  
carbonées , avec quelques straticules calcaires  
lenticulaires et festonnées et, parfois, feuilletés  
de calcite. Les strates calcschisteuses les plus  
épaisses ont été plus ou moins délitées et cimentées  
irrégulièrement par de la calcite blanche (veinules  
de distension). Polypiers abondants, stromatopores,  
petits organismes algaires , coquilles. Rares  
veinules et mouchetures de calcite blanche. 9,10 156,70

Calcaire gris clair, finement straticulé.  
Pendage :  $i = 48^\circ$ . A la base, joint calcschisteux  
à structure légèrement stylolithique (ép. 2mm). 0,35 157,05

Calcaire très argileux, noirâtre,  
finement straticulé, à mouchetures pyriteuses. 0,20 157,25

Roche de nature complexe. Malgré des  
variations lithologiques et structurelles d'autant  
plus nettes que l'on se rapproche de la base,  
l'ensemble nous paraît être le reflet d'un même  
phénomène. Nous le considérerons comme une seule  
unité. De 157,25 à 157,60 , la roche ressemble à  
un calcaire argileux à structure subnoduleuse.  
Un examen macroscopique attentif permet de distinguer  
deux composants intimement mélangés (limites floues):  
un composant calcaire gris, grenu, et un composant  
schisteux, gris verdâtre. En outre, le calcaire  
semble microbréchié. Petits cubes de pyrite dissé-  
minés. De 157,60 à 157,70 , idem, mais structure  
straticulée (pendage :  $i = 55^\circ$ ). Fraction schisteuse  
de plus en plus abondante. Mouchetures et cubes  
pyriteux abondants. De 157,70 à 157,80 , schiste  
verdâtre clair à taches vert sombre. Cubes de pyrite  
disséminés. De 157,80 à 158,00 , brèche sédimentaire :  
blocs de calcaire gris clair, plus ou moins anguleux,  
de tailles très variables, parfois isométriques,  
parfois très allongés et lenticulaires ; matrice  
schisteuse, verdâtre avec straticules noirâtres.  
Taches de couleur verte dans certains galets calcaires. 0,75 158,00

Calcaire gris ou gris clair, argileux à  
très argileux. Très souvent, à structure subnoduleuse  
ou noduleuse. Quelques zones à structure straticulée  
(localement, entre 158,00 et 160,80 - pendage :  $i =$   
 $50^\circ$  ; très finement, de 176,30 à 177,00 - pendage  $i = 48^\circ$



- certaines strates sont ponctuées de mouchetures de calcite blanche ; entre 178,40 et 180,85 , quelques straticules schisteuses noirâtres - pendage :  $i = 50^\circ$ ). Joints stylolithiques peu abondants. Polypiers, à certains endroits, très abondants. Les structures des polypiers sont très souvent effacées (fantômes de polypiers) et à la limite, on ne distingue plus que des mouchetures de calcite blanche ou d'ankérite. Par places, accumulation de petits débris coquilliers (dont gastéropodes entre 177,00 et 177,50). Quelques veinules millimétriques de calcite blanche. Vers 165,00 , perte de carotte sur 0,30 m de longueur, dans une zone très fragmentée. 22,85 180,85
- Vide d'origine karstique. Des traces de corrosion se manifestaient dans le calcaire sus-jacent à partir de 180,60 0,50 181,35
- Calcaire gris, argileux à très argileux, à structure subnoduleuse à noduleuse (matrice calcschisteuse noirâtre). Entre 191,50 et 194,10 , quelques lits calcschisteux noirs (pendage :  $i = 50^\circ$ ). Rares mouchetures pyriteuses entre 191,50 et 194,10. Polypiers (parfois en colonies). Stromatopores. Quelques niveaux à accumulations de coquilles. Entre 190,30 et 191,30 , nombreux petits crinoïdes principalement localisés dans la matrice. Rares veinules de calcite et d'ankérite, corrodées. 12,75 194,10
- Calcaire dolomitique (légère effervescence à HCl 1/10 N), gris, grossièrement grenu. Fantômes de coquilles et de polypiers. Quelques veinules et mouchetures de calcite blanche. 1,20 195,30
- Dolomie gris clair, parfois plus jaunâtre ou brunâtre (par exemple, à proximité de zones corrodées), grossièrement grenue. Structure vacuolaire. Localement, petites géodes tapissées de cristaux de dolomite, millimétriques, à faces courbes bien accusées, blancs, brunâtres ou grisâtres. Veinules et mouchetures de dolomite blanche, parfois, légèrement brunâtre. De 204,40 à 204,80 , diaclase corrodée, largement ouverte dans sa partie centrale (vide de 104,50 à 204,70). 13,20 208,50
- Alternance décimétrique de lits de dolomie calcaire, généralement gris clair, parfois gris foncé, grossièrement grenue et de lits de calcaire dolomitique, argileux, gris foncé. Quelques feuilletts schisteux noirs, très riches en matières carbonées. Polypiers localement abondants, principalement dans les lits moins dolomitiques. 5,50 214,00

Calcaire et dolomie. Le calcaire est gris, avec des passées gris sombre, plus argileuses, voire calcschisteuses (224,80 à 227,00) et des zones dolomitiques (220,00 à 222,00 ; 227,00 à 229,90 ; 230,70 à 232,50). Le caractère organoclastique est plus marqué dans les passes argileuses. A 232,00 , pendage :  $i = 45^\circ$ .

La dolomie franche (229,90 à 230,70 ; 232,50 à 233,30) est gris clair et à tendance grossièrement grenue. On y trouve aussi des passages argileux gris sombre, parfois très riches en matières carbonées où sont concentrés des débris de coquilles et de petits polypiers. Quelques joints calcschisteux noirs, distendus, sont cimentés par de la calcite blanche (entre 215,80 et 218,90 - pendage :  $i = 45^\circ$  ; à 227,20 - pendage  $i = 40^\circ$ ). A 223,10 , brèche sédimentaire. De 224,80 à 227,00 structure microbréchique (sédimentaire), systématiquement associée aux passées plus argileuses. Entre 220,40 et 222,00 , la roche est localement bréchifiée (brèche tectonique à ciment de calcite blanche). A cet endroit et de 229,90 à 231,10 , la roche est abondamment veinulée de calcite blanche. Elle est fracturée de 231,50 à 231,90. Polypiers. Débris de coquilles (dont gastéropodes) et de crinoïdes. De 229,35 à 229,40 , lumachelle.

19,30 233,30

Dolomie, légèrement calcaire aux extrémités de cette passe, grisâtre ou blanc grisâtre (brun jaunâtre entre 235,00 et 236,00), moyennement à grossièrement grenue (sauf de 238,70 à 240,25 où elle est grisâtre, sombre, et finement grenue, avec cependant des passées plus claires à tendance grossièrement grenue). Cette dolomie a souvent un aspect tigré. Joints schisteux noirs riches en matières carbonées, abondants de 234,30 à 234,40. A 234,80 , lit calcschisteux noir (ép. 1 cm), très riche en matières carbonées, se délitant en écailles. Vers 234,50 , pendage :  $i = 30^\circ$ . De 235,00 à 236,00 , c'est-à-dire là où la dolomie est brun jaunâtre, la porosité est également nettement plus élevée (présence de petites géodes tapissées de rhomboèdres millimétriques). Dans les parties calcaires, débris de polypiers, coquilles dont gastéropodes (coquilles très abondantes à partir de 240,20), crinoïdes. Algues de type stromatolithique à partir de 238,70. Veinules et mouchetures de calcite blanche. Roche très fracturée de 237,90 à 238,15.

6,95 240,25

Calcaire gris à gris sombre, finement grenu. Dès 241,00 , courtes straticules schisteuses, irrégulières, gris sombre à noirâtre de plus en plus abondantes vers la base. Pendage :  $i = 45^\circ$ . Mouchetures et linéations (en section) pyriteuses. Caractère organoclastique (principalement, coquilles et crinoïdes, accessoirement, petits polypiers). A 245,40 , veinede calcite blanche centimétrique. - Base du sondage à 246,40.

6,15 246,40

SONDAGE 168 W 230

	<u>Epaisseur</u> (m)	<u>Base à</u> (m)
Gros blocs de calcaire corrodé, emballés dans de l'argile brunâtre. De nombreux petits fragments de calcaire sont également disséminés dans la masse argileuse.	0,70	0,70
Calcaire dolomitique gris, parfois microbréchiq (sédimentaire). Mouchetures de calcite et d'ankérite. Stromatopores et polypiers de grande taille. Petites coquilles et petits crinoïdes. Diaclases fortement corrodées. De 0,70 à 3,00, roche en débris corrodés. De 3,00 à 3,40, zone très fortement altérée avec résidu d'altération faisant effervescence à HCL 1/10 N.	6,30	7,00
Dolomie (gris verdâtre de 10,30 à 11,40 ; gris foncé de 42,20 à 45,25 et de 48,55 à 77,40 ; ailleurs, gris clair). Cette dolomie prend une coloration rosée là où elle est parcourue d'abondantes fractures remplies de limonite. En général, l'altération de la roche se marque par des variations de coloration (brunissement, nuages aux contours flous couleur rose à rouge pourpre). A partir de 19,50, localement, aspect tigré. Roche moyennement à grossièrement grenue. Parfois, légèrement calcaire (de 12,60 à 13,40 ; de 45,25 à 48,40, calcaire dolomitique gris foncé ; de 48,55 à 51,40 ; de 78,80 à 81,85). Exceptionnellement argileuse et à structure straticulée (localement, entre 74,20 et 75,15 - pendage : $i = 35^\circ$ ). Quelques lits schisteux millimétriques à centimétriques (à 58,60 - pendage : $i = 50^\circ$ ; à 58,90 - pendage : $i = 45^\circ$ ; à 73,50, bosselé, pendage : $i = 35^\circ$ ; à 73,60, bosselé, pendage : $i = 35^\circ$ ). Quelques rares joints stylolithiques (de 78,80 à 81,85). Nombreuses mouchetures de carbonate blanc ou brunâtre (fossiles recristallisés ?). Fantômes d'organismes, relativement plus abondants dans les zones légèrement calcaires (stromatopores, polypiers, crinoïdes). Lacis très dense de veinules de calcite et/ou ankérite passant progressivement à une brèche tectonique. Importance du phénomène variable selon les endroits (de 20,35 à 20,55 ; de 36,15 à 36,25 ; localement entre 45,70 et 47,15 ; de 54,00 à 54,50 - avec géodes tapissées de scalénoèdres ; de 54,80 à 55,30 ; de 59,10 à 59,40 ; de 59,85 à 62,75 ; de 71,70 à 72,20 ; de 72,50 à 72,70 - structure cellulaire ; de 72,90 à 73,00 ; à 78,80 ; à 80,00). Certaines veinules de carbonate sont rubanées, frangées ou		

remplies irrégulièrement de limonite (à 17,00; à 23,00 ; à 24,25 ; à 24,30 ; à 24,40). On observe aussi des fractures, parfois très fines, remplies uniquement de limonite (de 14,10 à 16,40 ; de 14,45 à 14,60 ; de 15,90 à 16,10 ; de 25,05 à 25,60 ; à 28,10 ; à 28,40 ; à 28,60). Diaclases corrodées (de 26,20 à 26,45 ; à 26,45 ; à 32,20 et à 32,50 ; à 78,80 ; à 80,00). Roche corrodée à structure vacuolaire ou géodique (éventuellement, dont les parois de géodes intercommunicantes sont enduites de produits limonito-calcitiques de couleur ocre, faisant effervescence à HCl 1/10 N) (de 38,60 à 40,00 ; de 40,20 à 40,30 ; de 40,80 à 41,20 ; localement entre 42,20 et 45,25 ; de 51,40 à 51,50 ; de 61,50 à 61,70). Roche fracturée très fortement corrodée, à résidu de dolomie pulvérulente (de 15,00 à 15,20 ; de 55,80 à 56,00 - avec noyaux de calcite spathique blanche ou brun foncé, cette dernière, à structure vacuolaire; de 56,70 à 56,90 ; de 62,10 à 62,30 ; de 63,60 à 64,10 ; de 64,50 à 64,70 ; de 66,30 à 66,60 ; de 66,60 à 69,00 - le long des fractures ; de 69,50 à 69,60 ; de 70,05 à 70,10 ; pour le reste des zones considérées, corrosion uniquement le long des fractures ; de 73,00 à 74,20 ; de 73,40 à 73,60 ; de 74,40 à 74,60; de 75,10 à 75,15 ; à 75,70 (de 77,00 à 77,40 - corrosion avec résidu argilo-dolomitique ; de 48,40 à 48,55 - argile brun rougeâtre avec débris de calcaire et cristaux de calcite). Nombreux vides d'origine karstique (de 24,45 à 25,05 ; de 26,60 à 26,75 ; de 34,75 à 34,85 - enduit limoniteux aux épontes : de 38,10 à 38,60 ; de 45,70 à 47,15 ; de 49,70 à 50,30 ; de 68,20 à 68,80 - dolomie très pulvérulente au toit et au mur ; de 70,60 à 71,70 ; de 72,20 à 72,50 ; de 72,70 à 72,90).

74,85      81,85

Dolomie calcaire passant rapidement à un calcaire dolomitique, gris clair, moyennement à grossièrement grenu, argileux de 84,80 à 84,85 (à cet endroit, fantômes de fossiles - crinoïdes, coquilles, polypiers). Nombreuses veinules de carbonate blanc à brunâtre.

6,10      87,95

Alternance de zones de calcaire gris à tendance finement grenue et de zones de calcaire très argileux, sombre, voire noirâtre à partir de 93,50 , à nombreux joints argileux noirs. Les contacts entre ces zones sont graduels. Vers 86,00 , pendage :  $i = 30^\circ$  ; à 97,40 , pendage :  $i = 35^\circ$ . Caractère organoclastique (principalement, coquilles, petits crinoïdes, rares polypiers). Les bioclastes sont concentrés dans les zones argileuses. Parfois structure lumachelleuse. De 85,45 à 91,10 les fossiles sont souvent pyritisés.

A partir de 90,70 , présence de très fines (épaisseur inférieure à 0,5 mm) et très abondantes veinules calcitiques de distension ou de laminage (tectonique), régulièrement espacées et principalement localisées dans les zones non argileuses (pente :  $i = 55^\circ$ ).

A 95,00 ; à 95,45 et à 96,60 , veines centimétriques de calcite blanche , pente :  $i = 55^\circ$ .

12,05      100,00

Calcaire très argileux, à structure subnoduleuse, riche en débris coquilliers. Petits crinoïdes. A 99,50 , feuillet de calcite dans zone calcschisteuse.

0,40      100,40

Base du sondage à 100,40.

SONDAGE 168 W 231

	<u>Epaisseur</u> (m)	<u>Base à</u> (m)
Argile limoneuse, gris brun, réagissant à HCl 1/10 N, renfermant des végétaux et des débris de calcaire.	0,20	0,20
Argile brun rougeâtre, réagissant à HCl 1/10 N, cimentant des débris de calcaire (rares de 0,20 à 1,10, puis de plus en plus abondants vers la base).	2,75	2,95
Calcaire gris clair, abondamment moucheté de calcite blanche. Débris de coquilles, crinoïdes et polypiers. Entre 13,20 et 13,75, des colonies de polypiers rubanent la roche. Rares veinules de calcite, parfois avec limonite. Localement corrodé (de 2,95 à 4,90 ; de 7,00 à 7,20 - structure vacuolaire ; de 10,65 à 11,20), éventuellement avec argile rougeâtre résiduelle (de 4,90 à 5,00). Nombreux vides d'origine karstique (de 7,20 à 7,50 ; de 7,80 à 8,10 ; de 8,25 à 8,60 ; de 8,90 à 9,50 ; de 9,95 à 10,65 ; de 11,20 à 11,40). Roche très souvent en débris.	10,95	13,90
Calcaire gris, argileux à très argileux, à structure subnoduleuse à noduleuse. Rares passages de calcaire pur, gris clair. De 40,70 à 41,00, matrice calcschisteuse noire interstratifiée de nombreux feuilletts lenticulaires de calcite blanche; nodules de taille et de forme irrégulières : parfois subcirculaires, parfois très aplatis, parfois aux contours anguleux, avec tendance au développement d'une structure de brèche sédimentaire. Quelques joints stylolithiques, d'allure longitudinale. Pendage vers 15,00 : $i = 75^\circ$ ; vers 41,00 : $i = 75^\circ$ . Caractère organoclastique prononcé : débris de coquilles (vers 26,20, accumulation de gastéropodes), crinoïdes, polypiers, parfois en colonies. Entre 29,20 et 30,70, bryozoaires (?). Les bioclastes sont localisés dans la matrice plutôt que dans les nodules. Rares veinules millimétriques de calcite blanche. A 28,90, avec limonite dans la partie centrale. A 41,80, calcite frangée de produits limoniteux. Entre 40,70 et 41,00 mouchetures et cubes de pyrite frangés de calcite blanche. Diaclases corrodées (de 43,30 à 43,60 ; de 44,30 à 44,50 ; de 54,40 à 56,30 ; à 58,50 ; de 59,75 à 63,30), parfois avec résidu argileux (de 44,80 à 45,00 - avec cristaux de calcite blanche dans argile ; de 49,60 à 50,20). Par places, suite à l'altération ; le calcaire prend des colorations		

brunâtres (de 57,00 à 58,00 , roche à grande porosité, à tendance pulvérulente ; de 58,00 à 59,75 , taches brunâtres concomitantes au développement d'une porosité d'altération qui se développe dans les parties les plus argileuses de la roche, c'est-à-dire la matrice des subnodules; de 59,75 à 60,80 , les zones brunâtres à porosité d'altération sont localisées le long de certaines fractures. Vide d'origine karstique, de 63,30 à 63,70. A beaucoup d'endroits, la roche est très fragmentée. Ces zones correspondent peut être à de petits vides.

49,80            63,70

De 63,70 à 64,40 , calcaire dolomitique, puis dolomie grise, moyennement à grossièrement grenue. Mouchetures et veinules de carbonate (blanc ou plus rarement, brunâtre), parfois géodiques. Fantômes de fossiles (polypiers, crinoïdes, coquilles dont gastéropodes). Certaines zones d'épaisseur décimétrique, formées exclusivement de calcite magnésienne, blanche, brunâtre ou grisâtre correspondent, probablement à la pseudomorphose totale de polypiers. Diaclases corrodées (de 77,25 à 77,50 ; de 78,00 à 78,15). Roche corrodée (de 64,00 à 64,15 ; de 65,00 à 65,10 ; de 79,50 à 79,70 ; de 81,20 à 81,30 ; à 82,35 ; à 82,70 ; de 87,20 à 87,60). Idem, à tendance pulvérulente (de 66,80 à 67,30 ; de 86,50 à 87,00). Idem, à structure vacuolaire (de 71,60 à 72,30 ; de 73,90 à 74,00 ; de 74,60 à 74,90). Roche très souvent fragmentée.

24,15            87,85

Dolomie grise, à tendance plus sombre et plus argileuse de 102,40 à 105,40 , localement entre 105,40 à 109,40 et de 125,40 à 125,80 , moyennement à grossièrement grenue. Dolomie calcaire de 90,70 à 91,10. Nombreux lits schisteux noirs, riches en matières carbonées, brillants, bosselés, d'épaisseurs millimétriques à centimétriques. Parfois, dans ceux-ci, ciment ou feuillet de calcite blanche. Vers 122,00 , ces lits noirs sont fortement altérés et transformés en une argile brunâtre. Quelques joints stylolithiques. Pendage mesuré sur lits schisteux bosselés : à 88,50 ; à 104,00,  $i = 65^\circ$  ; à 105,30 ,  $i = 50^\circ$  ; à 109,50 ,  $i = 65-70^\circ$  ; à 117,00 ,  $i = 65^\circ$  ; à 119,20 ,  $i = 65^\circ$  ; à 122,30 ,  $i = 69^\circ$  ; vers 125,50 ,  $i = 75^\circ$ . Quelques veinules et mouchetures de calcite blanche ou blanc brunâtre, parfois géodiques. Fantômes de polypiers, crinoïdes, coquilles, et, de 124,60 à 125,40 , bryozoaires (?). Zones corrodées (de 90,40 à 90,50 ; de 91,10 à 91,40). Idem, en débris (de 88,90 à 88,95 ; de 90,10 à 90,40 ; de 95,40 à 95,85 ; de 110,60 à 111,50 ; de 112,60 à 113,00). Idem, à tendance pulvérulente

(de 94,40 à 95,30 ; à 121,60 ; de 122,90 à 123,10 ; de 123,50 à 123,60). Vides d'origine karstique (de 88,95 à 89,45 ; de 89,90 à 90,10 ; de 111,10 à 111,40 : de 112,30 à 112,60).

37,95      125,80

Dolomie claire, tigrée. Rares lits schisteux (à 132,30 ; grisâtre très bosselé, pendage :  $i$  moy. =  $73^\circ$  ; à 139,10 , noir, brillant, riche en matières carbonées, ép. 1-2cm, pendage :  $i = 70^\circ$ ). Dès 133,00 , porosité élevée (abondance de petites géodes millimétriques à centimétriques. Quelques fractures corrodées à tendance pulvérulente. Roche en débris corrodés de 127,60 à 127,70.

13,50      139,30

Dolomie gris foncé, à certains endroits grossièrement grenue, argileuse avec à partir de 148,10 de nombreux joints filandreux noirs. Quelques lits schisteux noirs, bosselés, millimétriques à centimétriques, de 140,60 à 143,00. Pendage : à 140,80 ,  $i = 55^\circ$  ; à 141,15,  $i = 60^\circ$  ; à 141,60 ,  $i = 58^\circ$ . Fantômes de polypiers, coquilles, crinoïdes, localement abondants. Roche en débris à tendance pulvérulente de 142,85 à 143,00. Très fragmentée de 146,90 à 147,10 et de 147,85 à 148,10;

11,20      150,50

Base du sondage à 150,50.



SONDAGE 168 W 232

	<u>Epaisseur</u>	<u>Base à</u>
De 0,00 à 2,00 , limon brun clair, peu argileux, ne faisant pas effervescence à HCl 1/10 N. De 2,00 à 5,00 , limon brun foncé, argileux, ne réagissant pas à l'acide, sauf de 4,80 à 5,00.	5,00	5,00
Calcaire gris, argileux à très argileux, à structure subnoduleuse à noduleuse (nodules gris clair ; matrice gris foncé, riche en bioclastes). De 14,00 à 15,00 , structure straticulée (pendage : $i = 42^\circ$ ). Joints stylolithiques. Polypiers, parfois encroûtés par des algues (17,90 à 20,60), stromatopores, coquilles (dont gastéropodes). Mouchetures de calcite et ankérite. Veinules de calcite blanche, millimétriques à centimétriques, parfois à structure géodique, très rarement frangées de limonite. Nombreuses zones en débris (avec argile d'altération brun rougeâtre de 5,00 à 6,00 ; vers 13,80 ; vers 16,50 ; à 19,70 ; de 21,10 à 21,40). Vides d'origine karstique (de 12,05 à 12,40 ; de 16,25 à 16,50 ; de 21,40 à 21,60).	16,60	21,60
Roche analogue à celle décrite précédemment, mais à caractère bioconstruit, localement très marqué (de 21,60 à 23,20 ; de 28,80 à 30,30 ; de 33,80 à 35,60 ; de 36,00 à 37,70 ; de 39,00 à 40,70 et de 41,25 à 42,20). Gros stromatopores et polypiers très abondants. Quelques petits organismes algaires (type onkoïde), coquilles et crinoïdes. Certaines veinules de calcite sont très légèrement minéralisées (à 21,85, quelques cristaux millimétriques de pyrite ; de 26,90 à 27,00 , plaquettes de marcasite tapissées de limonite ; de 33,90 à 35,60 , petits cristaux de pyrite parfois fortement oxydés). Diaclases corrodées (de 28,40 à 28,80), à enduite limonite-argileux (de 36,00 à 37,70). Débris corrodés (de 22,70 à 23,20 ; de 27,80 à 28,10). Idem, avec argile d'altération (de 32,75 à 32,95 ; à 33,30 ; vers 36,00). Vides d'origine karstique (de 28,10 à 28,40 ; de 35,60 à 36,00 ; de 40,70 à 41,25).	20,60	42,20
Zone minéralisée. De 42,20 à 43,75 , vide contenant quelques débris de calcaire mélangés à des nodules et plaquettes de marcasite limonitisée à structure vacuolaire. De 43,75 à 45,20 , vide. De 45,20 à 45,50 , débris de marcasite vacuolaire très fortement oxydée (enduit pulvérulent brun-jaunâtre limoniteux ; localement, enduit rouge pourpre, hématitique). De 45,50 à 46,75 , vide avec quelques menus débris, parfois reforés, de calcaire riche en stromatopores. A la base de cette passe, morceau de bois foré - très vraisemblablement, étauçon d'une ancienne galerie		

(reconnue sur d'anciens plans miniers) -.

De 46,75 à 47,00 , vide. Dans la caisse, un morceau de carotte cohérente de 6 cm de long à la surface supérieure corrodée.

Il s'agit de calcaire gris clair, microbréchique (sédimentaire). Remarquons que dans toute cette zone, les vides ne peuvent pas être formellement attribués à l'action de phénomènes karstiques.

La présence d'un morceau d'étauçon prouve que des travaux miniers ont été effectués à cet endroit. Les vides peuvent donc être aussi dus au creusement de galeries ou à des éboulements.

4,80

47,00

Calcaire gris clair très finement grenu, plus ou moins argileux, localement à structure subnoduleuse (de 51,20 à 53,50 ; de 56,20 à 56,35 ; de 59,30 à 60,30). Rares joints schisteux, noirs, ondulés, d'épaisseur millimétrique (vers 47,50 , pendage :  $i$  moy. =  $70^\circ$  ; de 51,80 à 52,70 , joints très abondants, pendage :  $i$  =  $78^\circ$ ). Polypiers et stromatopores (ces derniers encroûtant parfois les premiers, comme de 53,80 à 54,20). Quelques petits crinoïdes et débris de coquilles (dont gastéropodes, de 56,20 à 56,35 et de 59,30 à 60,30). Veines centimétriques de calcite souvent à structure bréchique (éléments anguleux de calcaire), fréquemment mouchetées ou frangées de marcasite. A 56,20 , nombreux débris de marcasite en plaquettes d'1 cm d'épaisseur et de 3 à 4 cm de long. Parfois, présence de petites géodes tapissées de scalénoèdres de calcite. Les veinules de calcite sont orientées dans des sens divers. Beaucoup de ces veinules ont une pente voisinant  $45^\circ$ . Diaclases corrodées (de 57,00 à 58,10). Vides d'origine karstique (de 53,50 à 53,80 ; de 56,70 à 57,00 ; de 59,00 à 59,30). Plusieurs zones en débris.

13,30

60,30

Zone minéralisée. De 60,30 à 62,50 , vide avec quelques fragments corrodés de calcaire maculés d'argile brunâtre. A 61,25 , marcasite, en plaquettes centimétriques avec digitations latérales. De 62,50 à 62,70 , calcaire gris clair moucheté de calcite blanche et brune. En début de passe, nombreux débris, avec quelques fragments de marcasite, recouverts d'une pellicule de limonite. De 62,70 à 63,70, vide. De 63,70 à 63,80 , fragments corrodés et reforés de calcaire avec argile d'altération, brunâtre. De 63,80 à 64,70 calcite blanche renfermant des nodules centimétriques à millimétriques de marcasite à structure vacuolaire) et quelques fragments anguleux de calcaire. Roche en débris jusqu'à 64,20. De 64,70 à 64,80 , calcaire gris, argileux, organoclastique (coquilles, dont gastéropodes, petits polypiers, petits crinoïdes).

De 64,80 à 65,20 , zone minéralisée analogue à celle décrite de 63,80 à 64,70 , mais où la proportion de marcasite l'emporte sur la fraction calcitique. Les contacts avec les épontes sont plans (au toit : pente,  $i = 68^\circ$  ; au mur, pente :  $i = 65^\circ$ ) mais les directions des surfaces de contact sont différentes (décalage de  $90^\circ$  - zone minéralisée en coin). De 65,20 à 65,30 , calcaire très riche en polypiers, lardé de veines plus ou moins épaisses (centimétriques à décimétriques) de calcite blanche et de marcasite. Les teneurs en calcite et marcasite sont d'égale importance (en volume). La structure zonaire de la marcasite est beaucoup moins nette que précédemment : parfois, la marcasite frange la calcite : parfois elle occupe le coeur des veinules ; parfois encore, elle se présente en mouchetures ou en cristaux automorphes disséminés. De 66,80 à 68,10 , calcaire gris clair à polypiers et stromatopores. Veinules de calcite blanche minéralisée en marcasite, surtout de 67,10 à 67,30 et de 68,00 à 68,10. De 68,10 à 68,30 , roche en menus débris (principalement, plaquettes centimétriques de marcasite enduites d'une pellicule de limonite). Quelques fragments corrodés de calcaire abondamment veinulé de calcite et de marcasite. De 68,30 à 69,70 , calcite blanche, abondamment minéralisée en marcasite, localement à structure zonaire. Nombreux fragments anguleux de calcaire. Par places, la roche est altérée : la calcite et la marcasite prennent une structure vacuolaire ; la marcasite s'effrite facilement et est tapissée d'un produit limoniteux : la calcite devient laiteuse et pulvérulente.

9,40      69,70

Calcaire gris à gris sombre, argileux à très argileux, localement, à structure subnoduleuse à noduleuse. Rares joints schisteux noirs. A 97,80 , pendage :  $i = 67^\circ$ . De 76,00 à 79,50 , courtes straticules schisteuses noires, devenant très abondantes de 79,00 à 79,50. Les 50 derniers cm. de cette zone présentent une structure micropoudingui-forme. Caractère organoclastique très marqué, principalement dans les zones subnoduleuses à noduleuses (coquilles, crinoïdes, polypiers. A 90,10 , débris algaires ?). Brèche tectonique à ciment de calcite blanche de 70,20 à 70,30 et de 84,10 à 84,20. Diaclases corrodées, éventuellement avec résidu argileux brunâtre (de 79,45 à 79,50 ; de 89,50 à 89,70 ; de 91,30 à 93,00 ; de 96,10 à 99,10). Vide d'origine karstique de 72,60 à 73,00 , avec quelques débris reforés de calcaire et de marcasite à structure vacuolaire. Roche fréquemment en débris.

31,70      101,40

Base du sondage à 101,40.

#### IV. Interprétation des sondages

Les logs schématiques des sondages sont montrés aux figures 8 et 9. Pour permettre une comparaison aisée entre la lithologie et les analyses chimiques ultérieures, le symbolisme lithologique est figuré indépendamment du pendage. La figure 9 concerne les mêmes sondages, mais les logs sont dessinés compte tenu du pendage.

Sur les figures 8 et 9, à droite du log de chaque sondage, nous avons effectué les corrélations entre les niveaux lithologiquement bien individualisés et ceux décrits par Coen (1974). Les sigles a, b, c, d, e, f, g, h, i, ont le même sens que ceux introduits par cet auteur pour la coupe Heure - Sinsin.

Au sein des lithozones ainsi individualisées, les corrélations lithologiques sont cependant aléatoires voire impossibles (les niveaux finement straticulés, par exemple, ne sont corréllables qu'à très courte distance).

Plusieurs observations lithologiques nouvelles peuvent être dégagées :

1) Variations d'épaisseur de la lithozone dolomitique

- au sondage 168 W 230 : épaisseur stratigraphique : plus de 60 mètres
- au sondage 168 W 231 : épaisseur stratigraphique : plus de 40 mètres
- au sondage 168 W 229 : épaisseur stratigraphique : 35 mètres (la lithozone "c" cependant est entrecoupée d'épisodes calcaires qui subdivisent cette formation en 3 parties : c' c" et c"". Au total, il n'y a donc pas plus de 25 m de dolomies et calcaire dolomitiques). Bref, l'ampleur de la dolomitisation s'atténue vers le N. (zone du Poteau). Par contre les levés de terrain ont montré que la formation dolomitique était la plus puissante à proximité et à l'W de la faille f<sub>2</sub>.

2) Variations d'épaisseur et légère diachronie des horizons f et g.

3) Au sondage 168 W 229, entre 157,25 et 158,00 , présence d'un niveau de "schiste vert" totalement aberrant par son faciès et sa localisation au sein d'une formation essentiellement carbonatée. A cause de la structure bréchique de sa base et de la structure nébuleuse de son sommet, cet épisode schisteux correspond probablement à un glissement sous-aquatique. D'autres origines - par exemple une variation locale d'apport sédimentaire ou un apport volcanique - ne peuvent cependant pas être formellement écartées. Il est à remarquer que les résultats d'analyses géochimiques détaillées montrent que ce niveau n'est pas caractérisé par un inventaire géochimique semblable à celui de la formation terrigène surincombante.

4) Présence d'un bioherme rouge dont la semelle est corollée sur base de critères géométriques à la lithozone g.

5) Présence de brèches sédimentaires non corréllables d'un sondage à l'autre.

- 6) Rappelons également la présence d'un exoclaste de nature ignée, dans les schistes riches en nodules calcaires, au sondage 168 W 225, entre 84,87 et 84,90 m (Dejonghe et Bouckaert, 1978).

#### V. Tectonique locale et implications métallogéniques

Nos levés ont permis de préciser la structure tectonique de cette région en ce qui concerne 2 points :

- 1) Entre l'anticlinal du "Bois des Sarts" et l'anticlinal du "Bois de Saumont - Champaille", existence d'un anticlinal intermédiaire situé sous le village de Nettinne. Cet anticlinal s'envoie et s'atténue vers l'E (figure 4).
- 2) Existence d'une autre faille transversale (f2 à 500 m au SW de la faille minéralisée f1). Ce couple de failles f1 et f2 individualise un bloc surrélevé. La faille f2 peut cependant être sujette à contestation.

#### Arguments favorables à l'existence de la faille f2

- 1) A cet endroit, l'Eau d'Heure marque un changement de direction "en escalier", le cours aval étant déplacé (translation) de 175 mètres par rapport au cours amont.
- 2) Les dolomies de la lithozone c qui affleurent spectaculairement à la terminaison orientale du "Bois de Saumont" sont décalées d'une centaine de mètres vers le N par rapport aux dolomies similaires affleurant le long de la route Heure - Nettinne, au N.E. de la borne kilométrique K37.
- 3) Dans les prairies situées au S de l'Eau d'Heure (coteau rive droite), dans le prolongement de la faille présumée, on observe des phénomènes d'érosion particuliers. Une petite vallée, jalonnée par des sources intermittentes, entaille les schistes subaffleurants. Cette structure est unique dans la région considérée.
- 4) Le dernier argument résulte d'un examen de la carte topographique. Celle-ci renseigne les petits ressauts de la surface topographique par un sigle particulier. Ces ressauts correspondent souvent à des bancs calcaires, plus ou moins noduleux, individualisés dans les schistes. Un de ceux-ci montre une discontinuité angulaire à l'endroit de la faille présumée.

#### Arguments défavorables à l'existence de cette faille

- 1) Le long de la route Heure - Nettinne, on n'observe pas de variation dans les directions et pendages des terrains situés de part et d'autre de la faille présumée.
- 2) Aucune veinule minéralisée n'a été reconnue à cet endroit.

Les arguments favorables à l'existence de la faille f2 nous paraissent l'emporter sur les arguments défavorables. Il nous semble qu'on puisse donc considérer un bloc individualisé par 2 failles (f<sub>1</sub> et f<sub>2</sub>) qui présente des caractéristiques spatiales différentes de celles des blocs voisins (respectivement à l'E, le bloc du "Pierreux" et à l'W, le bloc du "Bois Champaille").

Au cours de ce mouvement, le bloc central a probablement subi des contraintes différentielles qui se traduisent par un léger mouvement de basculement du bloc central par rapport aux blocs latéraux. Ceci n'implique cependant pas que les mouvements cassants  $f_1$  et  $f_2$  aient nécessairement été simultanés.

Bref, nous croyons à l'existence d'un petit horst délimité par les failles  $f_1$  et  $f_2$ , consécutif à une poussée non constante le long de l'anticlinal du "Bois Champaille - Bois de Saumont - Pierreux". A une époque où les 2 lèvres de la faille  $f_1$ , étaient séparées, le vide intermédiaire a été cimenté par des dépôts minéralisés (les structures en cocarde attestent qu'il s'agit d'un dépôt dans un vide et non d'un remplacement métasomatique).

Dans certains sondages, on observe que certains feuillets schisteux sont bréchifiés et cimentés par de la calcite. Ceci pourrait être lié au plissement des couches provoquant un décollement des bancs calcaires sur les joints schisteux et calcschisteux les plus épais.

Ce plissement se traduit aussi par la présence de veinules fusiformes de distension dont la calcite n'est jamais minéralisée.

Les diaclases qui affectent les calcaires ont certainement accentué les phénomènes de dissolution karstique si importants dans certains sondages. Il s'agit d'ailleurs d'une région où le Frasnien est caractérisé par une activité karstique de grande ampleur ("Trou del Heûve", "abîme de Netinne ou trou du petit singe" aiguisois voisin du "Pierreux"; pour ne citer, dans le périmètre considéré, que les cavités pénétrables à l'homme).

Au droit du filon, l'activité karstique a sans aucun doute été favorisée par l'oxydation de la marcasite (formation de  $H_2SO_4$ ).

Selon l'ingénieur chargé de la direction des travaux de recherche en 1938 - 1939, l'exhaure dans la mine était fonction du régime des pluies : débit faible en temps normal mais coup d'eau en cas de pluies violentes. Cette observation milite en faveur d'une circulation souterraine directe entre l'aiguisois situé près du "Pierreux" et la mine. En temps normal la fluorescéine déversée dans l'aiguisois réapparaissait au niveau de l'Eau d'Heure (A. Tackels, communication personnelle).

Certaines directions et pendages aberrants, notamment au droit de la voûte dolomitique du bloc compris entre les failles  $f_1$  et  $f_2$ , peuvent s'expliquer qu'en invoquant l'effondrement de cavités karstiques profondes.

Néanmoins, tous les vides rencontrés en sondages ne peuvent pas être formellement attribués à des phénomènes karstiques. Ils peuvent aussi être dus à des travaux miniers. En effet, le sondage 168 W 232 a recoupé un étauçon en bois, vers 46,75 (soit, vers 32,70, en profondeur verticale).

Sur le plan minéralisation, les résultats sont décevants. Dans les zones anormales du "Poteau" et du "Bois de Saumont" les filons suspectés n'ont pas été reconnus par sondages. Distribuées le long de la formation carbonatée, les anomalies du "Bois de Saumont - Champaille" et du "Bois des Sarts" correspondent certainement à de faibles minéralisation stratoïdes.

Au flanc N de l'anticlinal du "Bois Champaille", les anomalies plombo-zincifères sont localisées au voisinage du contact calcaire (d) - dolomie(c). Au flanc S, cette observation a tendance à disparaître. Par contre, dans le "Bois de Saumont" (horst  $f_1, f_2$ ), c'est au flanc S que cette distribution anormale s'observe le mieux. Ces anomalies sont confirmées par l'étude géochimique des échantillons de sondages (de Walque, doctorat en cours).

Néanmoins, des anomalies stratiformes existent aussi à d'autres endroits. Elles sont particulièrement bien développées dans le "Bois des Sarts" à proximité du contact calcaire (d) - schiste (e). Cette observation avait déjà été mise en évidence au sondage du "Poteau" (de Walque et al, 1977). Par contre, l'anomalie du "Poteau" est énigmatique. Il reste possible qu'un filon existe entre les sondages 168 W 225 et 168 W 229 sans être situé parfaitement à l'aplomb de l'anomalie géochimique de surface. Seul un nouveau sondage incliné, intermédiaire aux sondages 168 W 225 et 168 W 229 dissiperait cette incertitude.

Dans la zone de la mine de Heure, en comparant les renseignements tirés de l'ancienne exploitation, de la prospection pédogéochimique et des sondages, il apparaît que le filon principal  $f_1$  est accompagné de filons satellites. Nous en avons reconnus trois ; que nous avons désignés par  $f'_1$ ,  $f''_1$  et  $f'''_1$  (figure 3).

Pour cartographier ces filons, nous nous sommes basés sur les données suivantes :

#### filon principal $f_1$

Dans la zone exploitée, sa trace est indiquée sur un plan minier conservé à l'Administration des Mines. Elle coïncide avec des anomalies géochimiques importantes. Dans la zone non exploitée d'autres anomalies géochimiques longiformes sont parfaitement alignées sur les précédentes. Le filon principal  $f_1$  paraît donc rectiligne.

#### filon satellite $f'_1$

Il se marque en surface par une anomalie géochimique de 200 mètres de long. En profondeur, son allure est conjecturale et on peut se demander notamment si  $f_1$  et  $f'_1$  fusionnent. Une observation suggère cette hypothèse. En effet le plan minier montre qu'une galerie de recherche partant de la galerie d'écoulement a recoupé un filon satellite (indiqué par c sur ce plan) à une dizaine de mètres du filon principal. Néanmoins, comme en surface, les anomalies géochimiques repérées sont distantes d'environ 75 mètres et que, à 30 mètres de profondeur les filons connus en galeries sont distants d'une dizaine de mètres, il nous semble improbable que l'anomalie géochimique latérale corresponde au filon satellite recoupé en galerie. Elle doit correspondre à un autre filon satellite relativement éloigné du filon principal.

Pour ne pas surcharger la carte (figure 3), le filon satellite le plus proche du filon principal  $f_1$  n'a pas été représenté.

#### Filon satellite $f''_1$

Il s'agit d'un filon greffé sur le filon principal  $f_1$ . Il est indiqué sur le plan minier, sur lequel on peut lire qu'il atteignait une puissance

de 8 mètres, alors que le filon principal  $f_1$  était caractérisé par une puissance moyenne de 4 mètres. Les 2 filons  $f_1''$  et  $f_1$  ont été recoupés au sondage 168 W 232 de 42,20 m à 47,00 m et de 60,30 m à 69,70 m (profondeurs inclinées).

#### Filon satellite $f_1'''$

D'une part, on constate que les anomalies géochimiques correspondant à l'extrémité septentrionale du filon  $f_1$  (en zone non exploitée) se situent à une cinquantaine de mètres à l'E de la "Fosse à Plomb" (puits de recherche).

D'autre part, on sait que le sondage 168 W 228 a recoupé un filon peu épais (0,30 m) vers 150 mètres de profondeur inclinée, c'est-à-dire exactement au droit de la "Fosse à Plomb".

On doit donc conclure à l'existence d'un filon satellite  $f_1'''$ , passant par la "Fosse à Plomb". Le sondage 168 W 228 n'aurait donc pas recoupé le filon principal.

#### VI. Conclusion générale

Dans ce travail, on présente les résultats d'une nouvelle prospection pédogéochimique effectuée sur les territoires de Heure et Nettinne pour reconnaître l'extension du filon anciennement exploité à Heure pour "pyrite" et plomb. La limonite du chapeau de fer avait été préalablement exploitée en minière.

La présence de minéralisation au droit des anomalies géochimiques principales a été vérifiée par sondages inclinés. Ceux-ci ont montré que la zone minéralisée de la mine de Heure comportait un filon principal et des filons satellites. Le minerai hypogène est presque essentiellement constitué de marcasite dans une gangue de calcite. Si la sphalérite n'est par rare, il en est tout autre de la galène (repérée uniquement en quelques rares endroits). Les zones plus riches en galène attestées par les vieux documents miniers sont donc extrêmement localisées. La puissance du filon principal  $f_1$  diminue vers le nord.

Les anomalies pédogéochimiques du "Bois de Saumont - Bois Champaille" et du "Bois des Sarts" correspondent à des indices de très faible minéralisation stratoïde dans la formation carbonatée.

La présence d'un filon dans la zone du "Poteau" n'a pas pu être prouvée par sondage.

En outre, sondages et levés de terrain ont permis de préciser la tectonique locale et les caractéristiques lithologiques des formations frasniennes considérées.



Remerciements

Les auteurs remercient les Professeurs Martin (Université de Louvain) et Bouckaert (Katolieke Universiteit te Leuven), pour leur intervention auprès du Secrétaire d'Etat aux Affaires économiques qui a subsidié la campagne de sondages.

Leur gratitude s'adresse tout particulièrement au Professeur Martin pour l'intérêt constant qu'il a manifesté au cours de cette recherche.

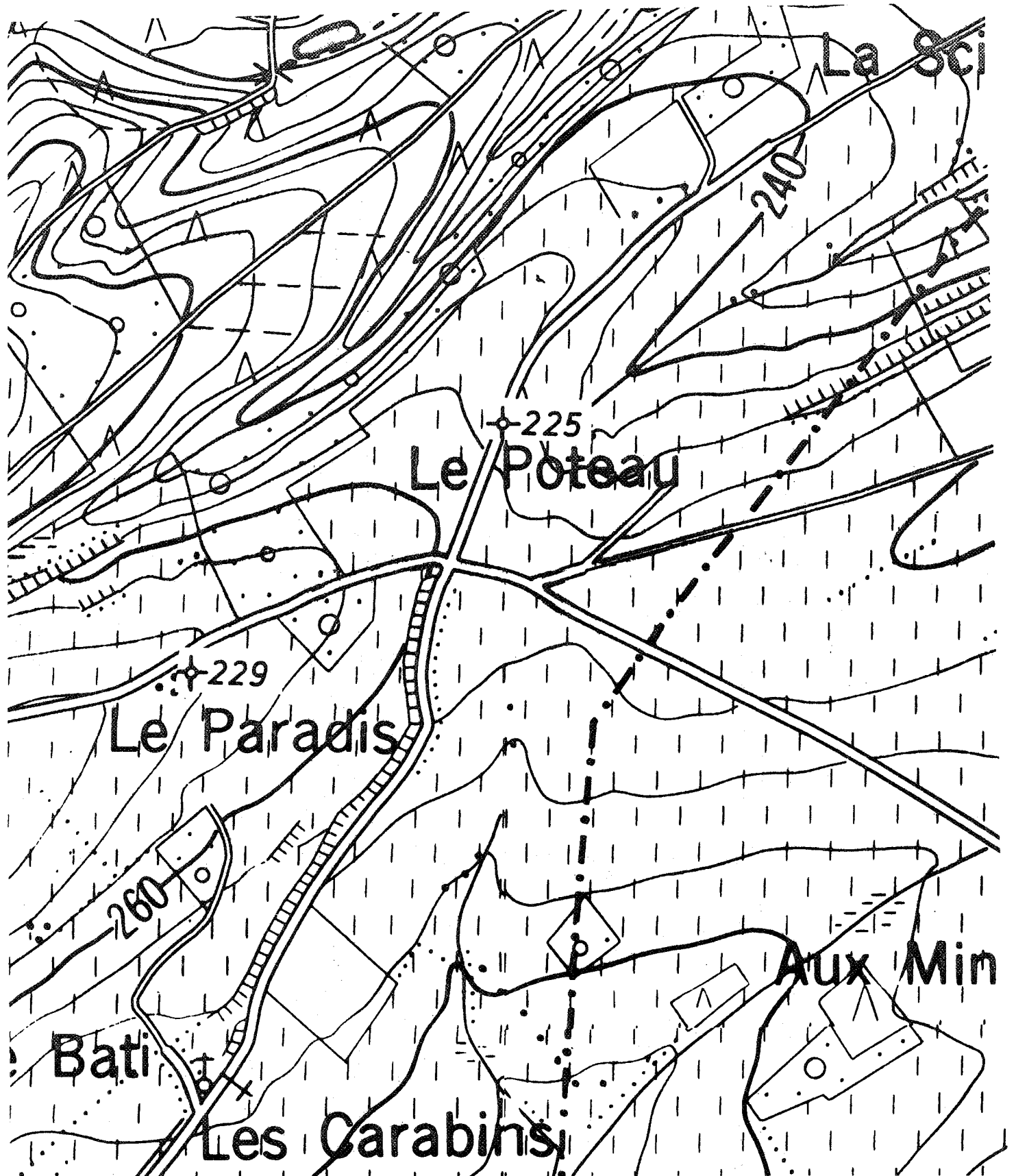
L. de Walque remercie le Fonds national belge de la Recherche scientifique qui lui a permis de mener à bien ce travail par un mandat d'Aspirant.

### Bibliographie

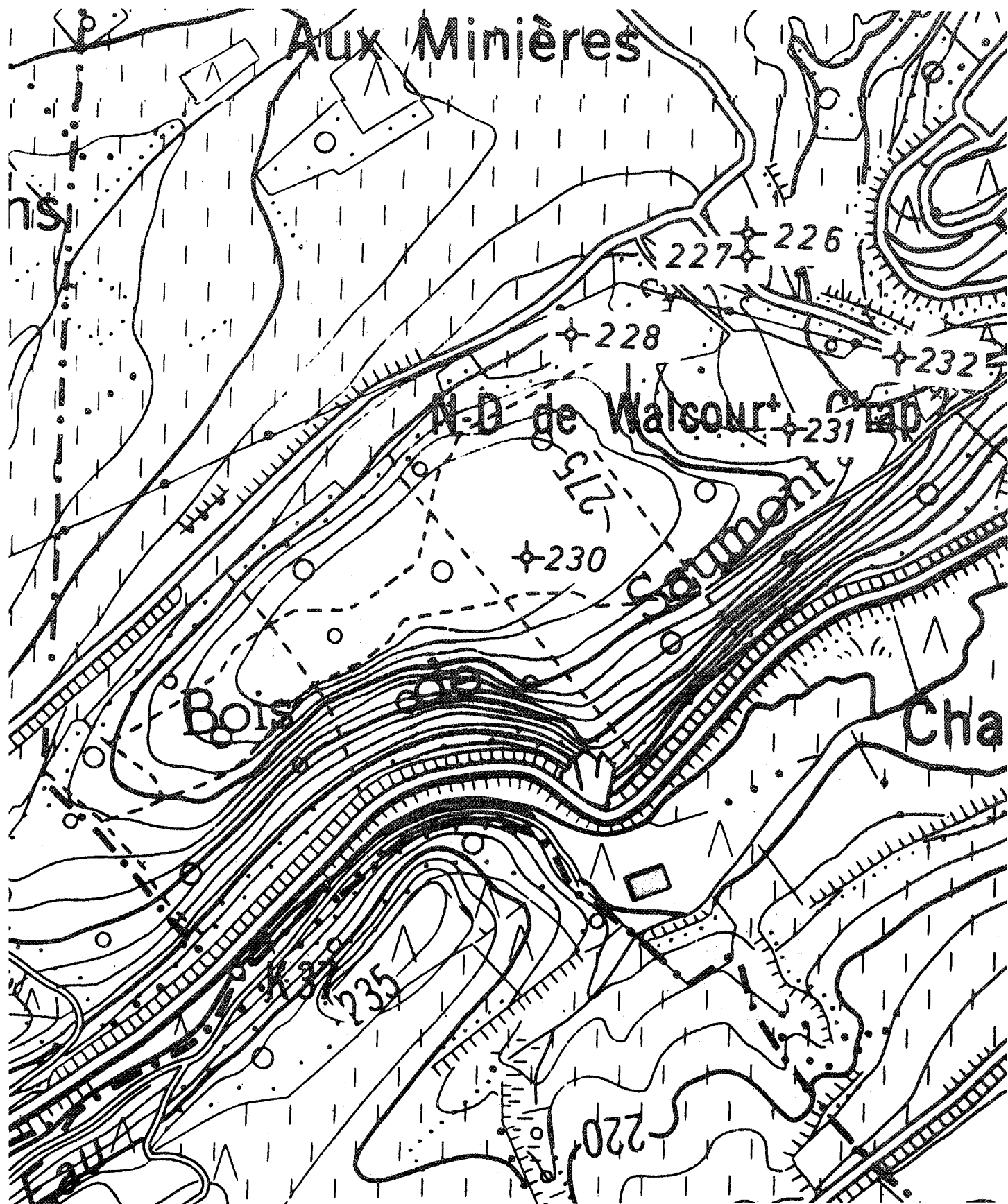
- Bal, M., 1975. Etude de l'extension de la minéralisation d'Heure-en-Famenne par la géochimie de surface. Université de Louvain. Mémoire inédit de licencié en Sciences géologiques et minéralogiques, 27 pp.
- Coen, M., 1974. Le Frasnien de la bordure orientale du bassin de Dinant. Ann. Soc. géol. Belg., 97, 67-103.
- de Ferraris, J., 1777. Mémoires historiques, chronologiques et économiques (commentaires n° Y 10 de la feuille n°156 Heure). Réédition Bibliothèque royale de Belgique et Editions Pro Civitate, Bruxelles, 1965.
- Dejonghe, L. et Bouckaert, J., 1978. Présence d'un exoclaste de nature ignée dans les schistes noduleux frasniens à Nettinne (province de Namur). Ann. Soc. géol. Belg., 100, 103-113.
- Dekeyser, A., 1977. Etude d'un profil superposé riche en plomb et en zinc, situé à l'aplomb de l'ancienne exploitation minière de Heure. Université de Louvain. Mémoire inédit d'ingénieur agronome, 42 pp.
- de Walque, L., 1974. Etude lithostratigraphique et pédogéochimique au voisinage de l'ancienne exploitation minière de Heure-en-Famenne. Université de Louvain. Mémoire inédit de licencié en Sciences géologiques et minéralogiques, 75 pp.
- de Walque, L., Bouckaert, J. et Martin, H., 1976. Géochimie de surface et minéralisations du Paléozoïque de Belgique. III. Plomb, zinc et fer du voisinage de l'ancienne exploitation minière de Heure-en-Famenne. Prof. Paper, Serv. géol. de Belgique, 1, 34 pp.
- de Walque, L., Dejonghe L., Martin, H., et Bouckaert, J., 1977. Etude d'un sondage effectué dans le Frasnien à Nettinne au lieu-dit "Le Poteau" (Lithologie, macropaléontologie, géochimie, minéralisation). Prof. Paper, Serv. géol. de Belgique, 7, 17 pp.
- Govett, G.J.S. et Galanos, D.A., 1974. Drainage and soil geochemical surveys in Greece : use of standardized data as interpretative procedure. Trans. Instn. Min. Metall. (Sect. B : Appl. earth. sci.). 83, 99-111.
- Jouret, B., 1976. Méthodes d'analyse géographique de l'espace et techniques informatiques. Applications à Bruxelles. Bull. Soc. belg. de Photogram. , 121-122, 21 pp.

Liste des figures

- Fig. 1. Localisation des sondages
- Fig. 2. Localisation des sondages
- Fig. 3. Carte lithostratigraphique
- Fig. 4. Coupes géologiques
- Fig. 5. Carte d'anomalies composées du plomb et du zinc des sols de toute la zone prospectée
- Fig. 6. Modèle tridimensionnel des anomalies en plomb des sols de la zone de la mine de Heure
- Fig. 7. Carte d'anomalies composées du plomb et du zinc des sols de la zone de la mine de Heure
- Fig. 8. Logs des sondages 168 W 225, 168 W 226, 168 W 227 et 168 W 228. Pendages figurés séparément.
- Fig. 9. Logs des sondages 168 W 229, 168 W 230, 168 W 231 et 168 W 232. Pendages figurés séparément.
- Fig.10. Logs des sondages 168 W 225 à 168 W 232, dessinés en tenant compte du pendage.


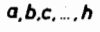
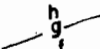
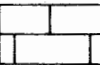
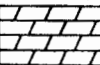
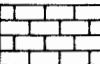
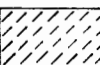
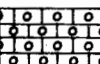

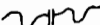



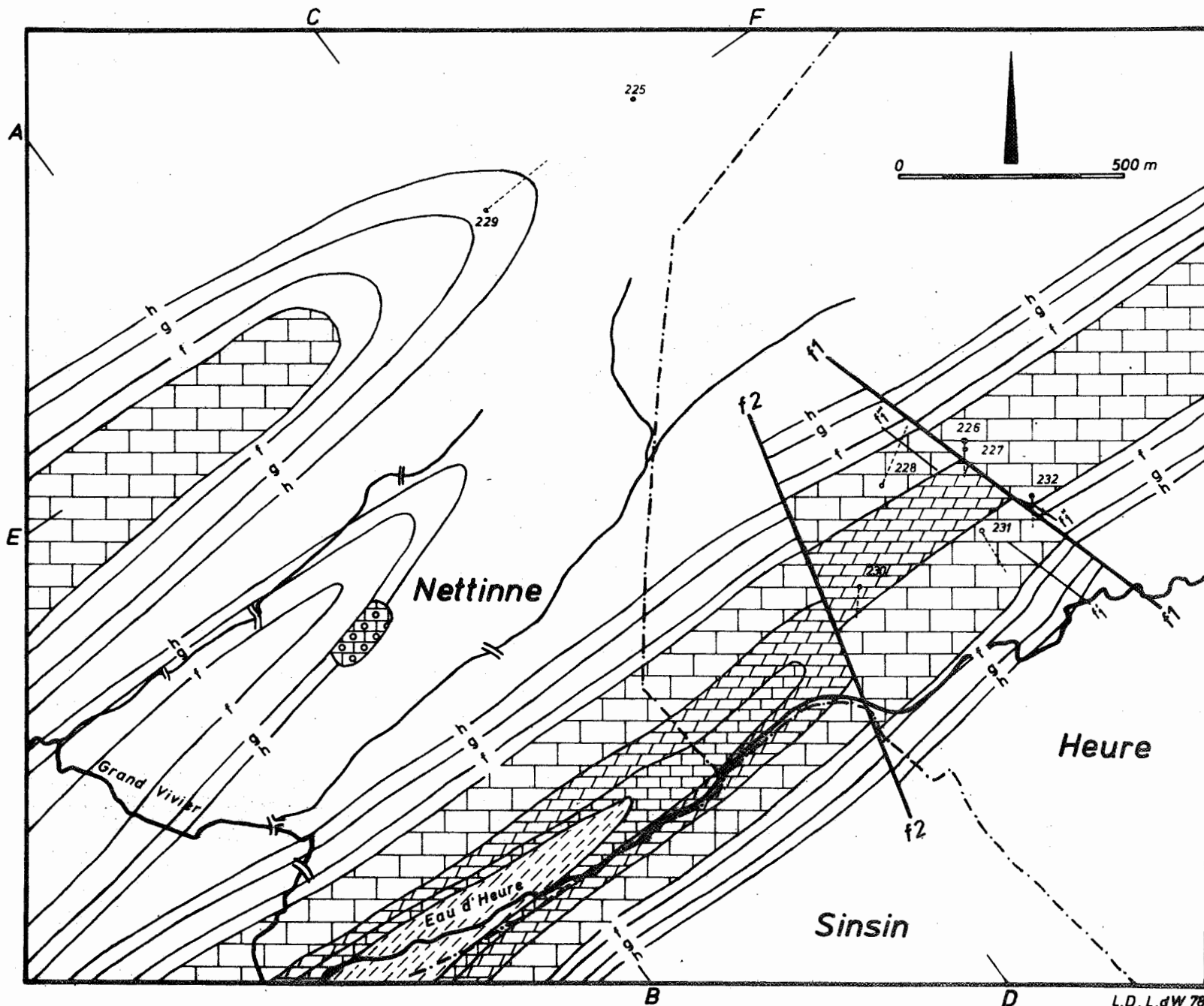
**Figure 1 Localisation des sondages**  
(carte IGN 54/3)

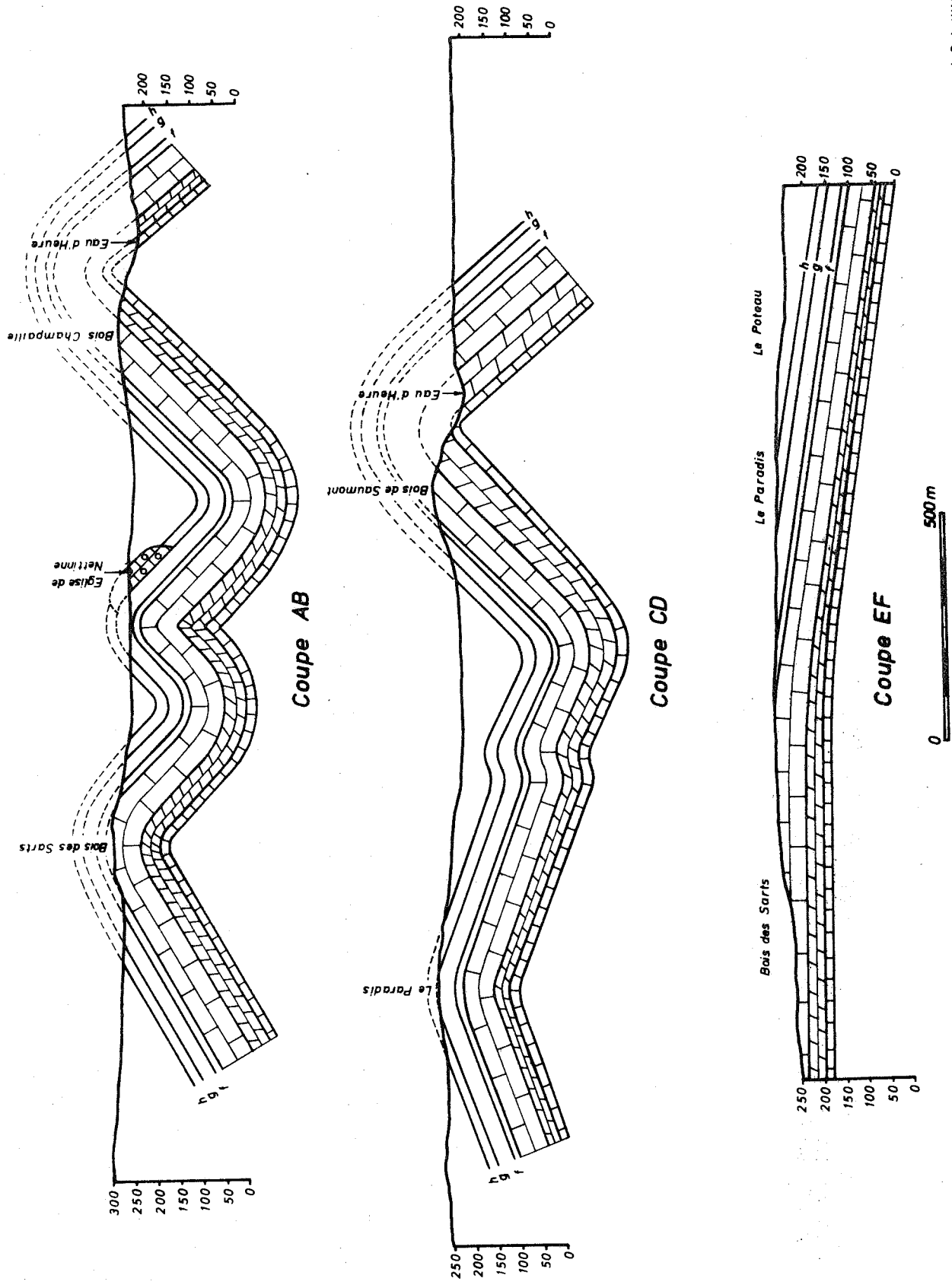


**Figure 2 Localisation des sondages**  
(carte IGN 54/3)

Figure 3 CARTE LITHOSTRATIGRAPHIQUE

- 234  Sondage incliné
- a,b,c,...h  Lithozones de Coen, 1974, Coupe Heure-Sinsin
- h  Niveaux carbonatés dans schiste
-  Calcaire  
Lithozones d+e
-  Dolomie  
Lithozone c
-  Calcaire  
Lithozone b
-  Schiste  
Lithozone a
-  Bioherme rouge
- f1 — f1  Faille
-  Rivière
- — — Limite de communes
- A — B  Coupe géologique





L.D.LdW 78

**Figure 4** **COUPES GEOLOGIQUES**  
(Localisées à la figure 3)

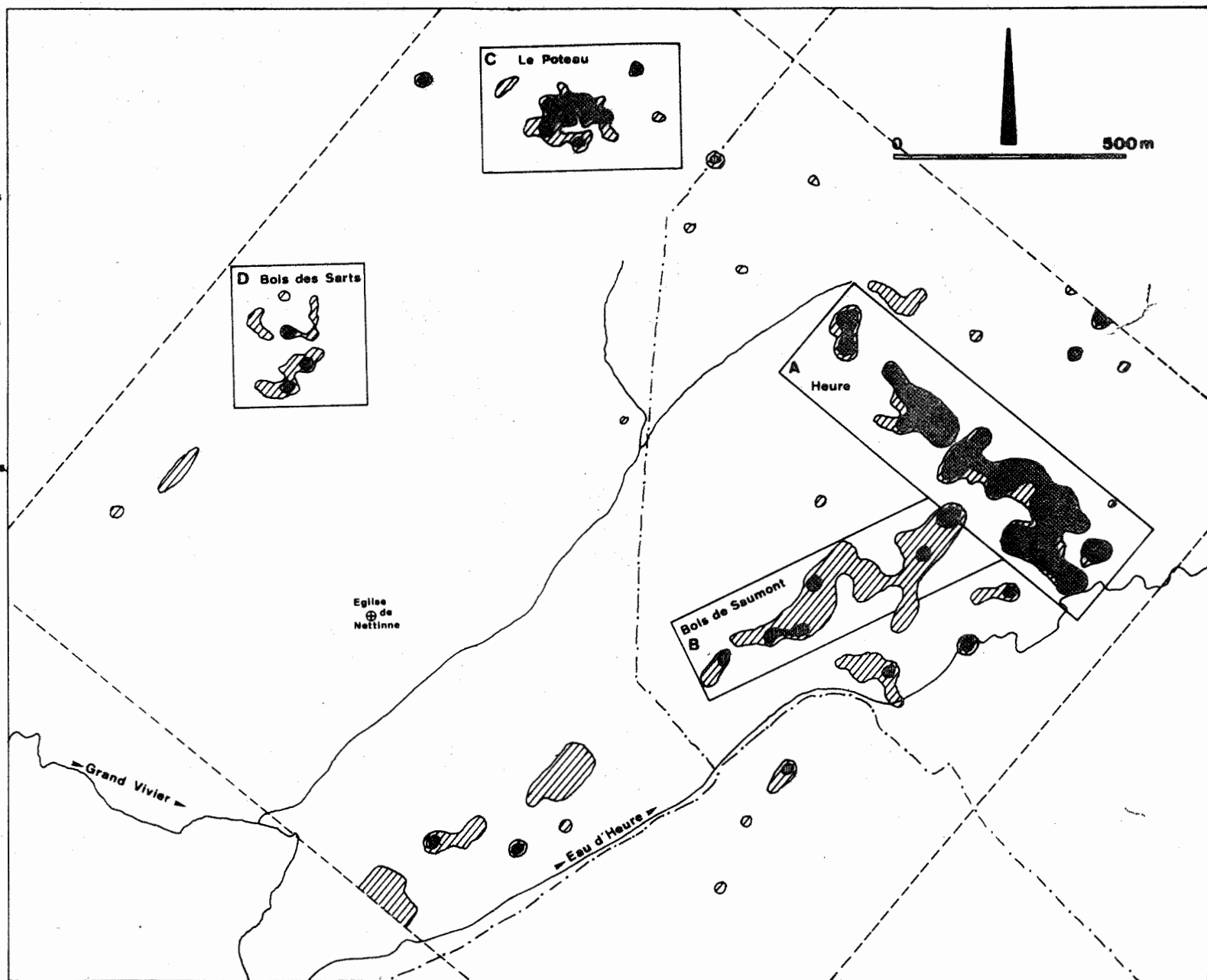
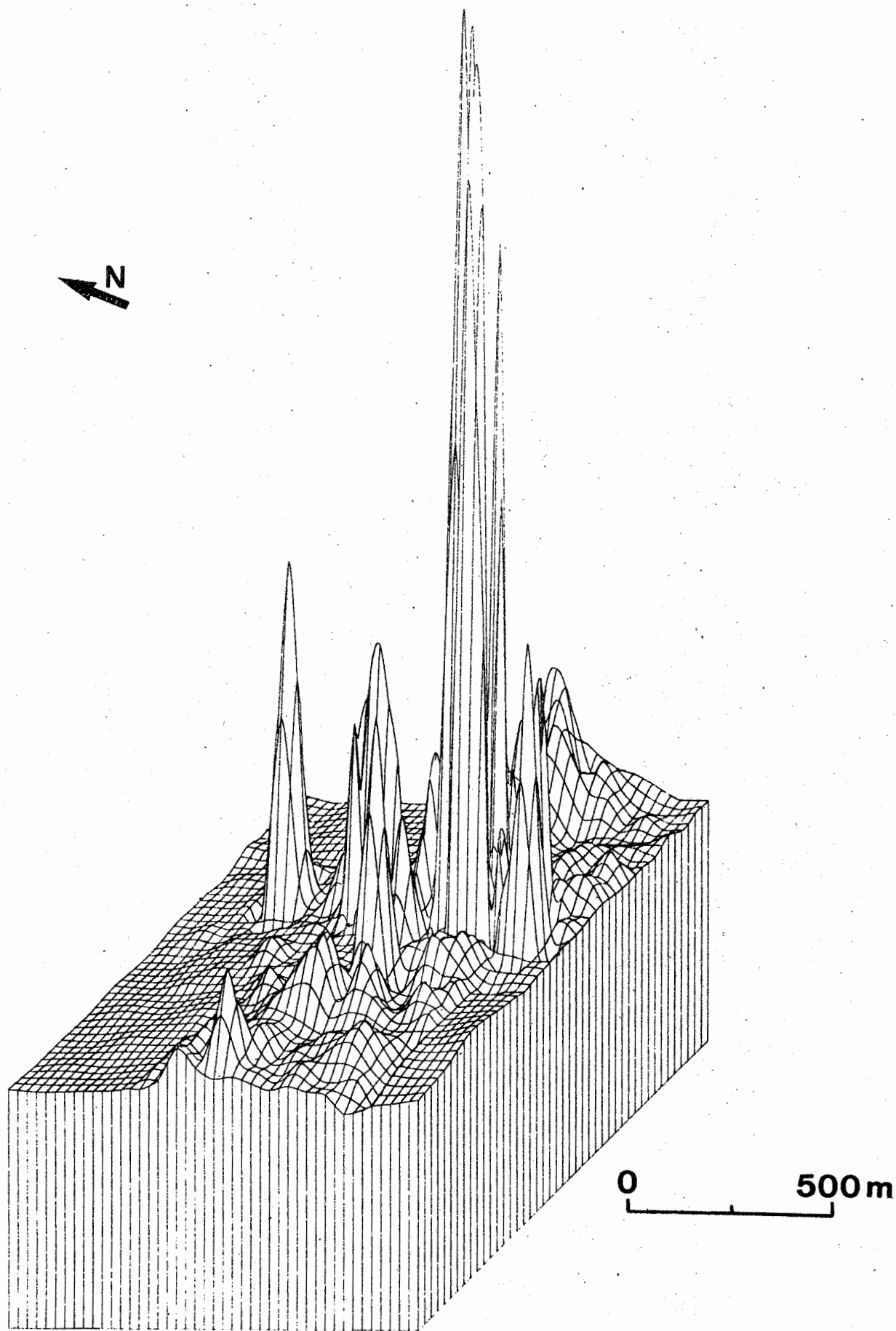
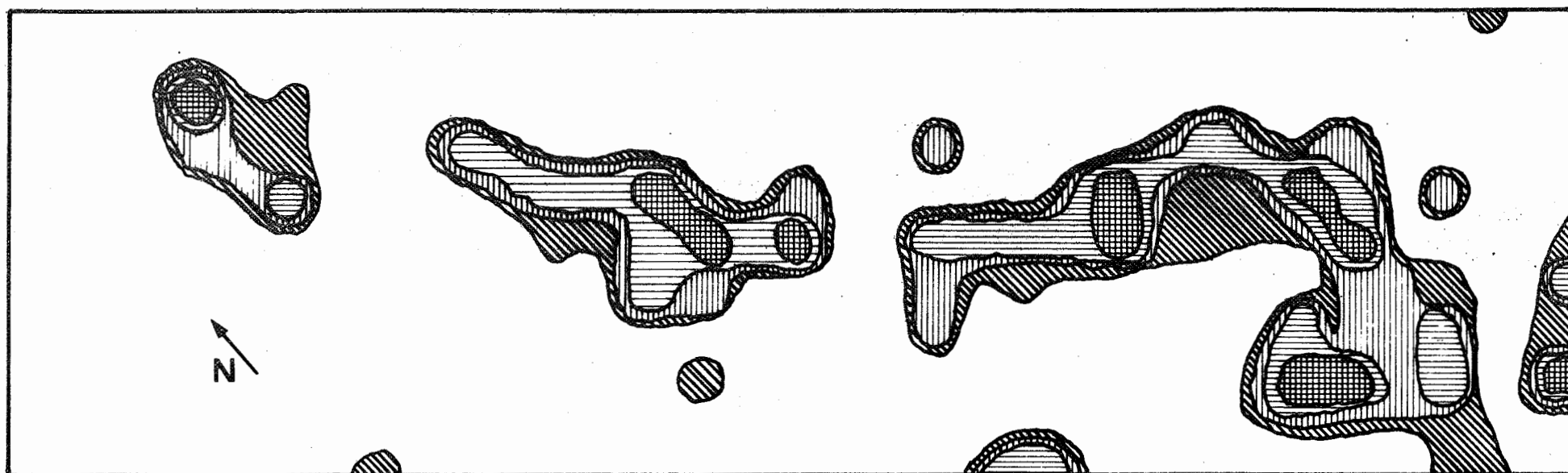


Figure 5 : Carte d'anomalies composées basée d'après les données standardisées du plomb et du zinc.





**Figure 6: Modèle tridimensionnel des anomalies en plomb  
des sols de la mine de Heure.**



0 300m



Valeurs en plomb et en zinc plus de trois fois supérieures aux seuils respectifs d'anomalies.



Valeurs en plomb et en zinc plus de deux fois supérieures aux seuils respectifs d'anomalies.



Valeurs en plomb et en zinc égales ou supérieures aux seuils respectifs d'anomalies.



Valeurs en plomb ou en zinc égales ou supérieures au seuil d'anomalie correspondant.

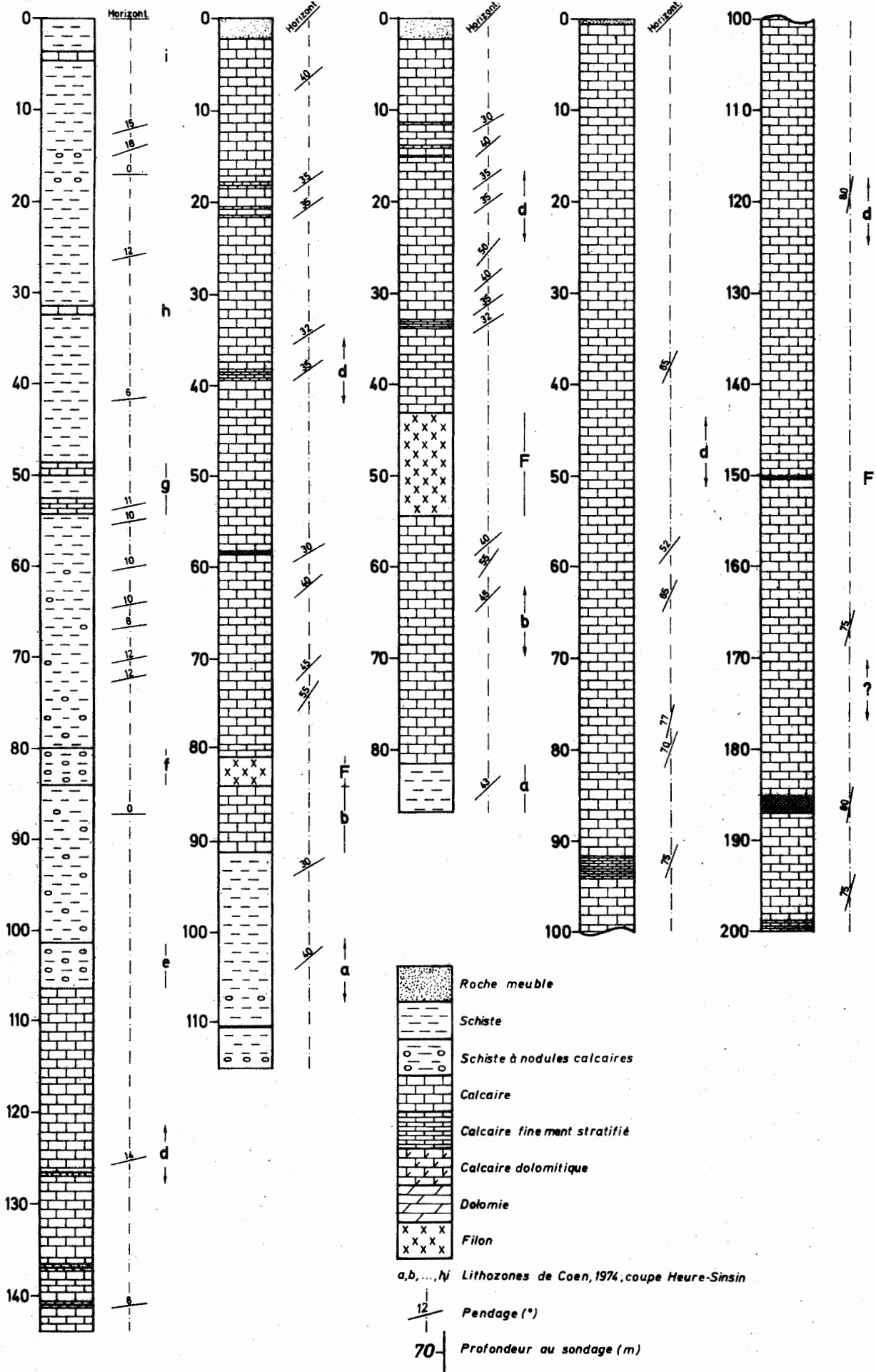
Fig.7 : Carte d'anomalies composées du plomb et du zinc des sols de la zone de la mine de Heure.

168W 225

168W226

168W227

168W228



168W229

168W230

168W231

168W232

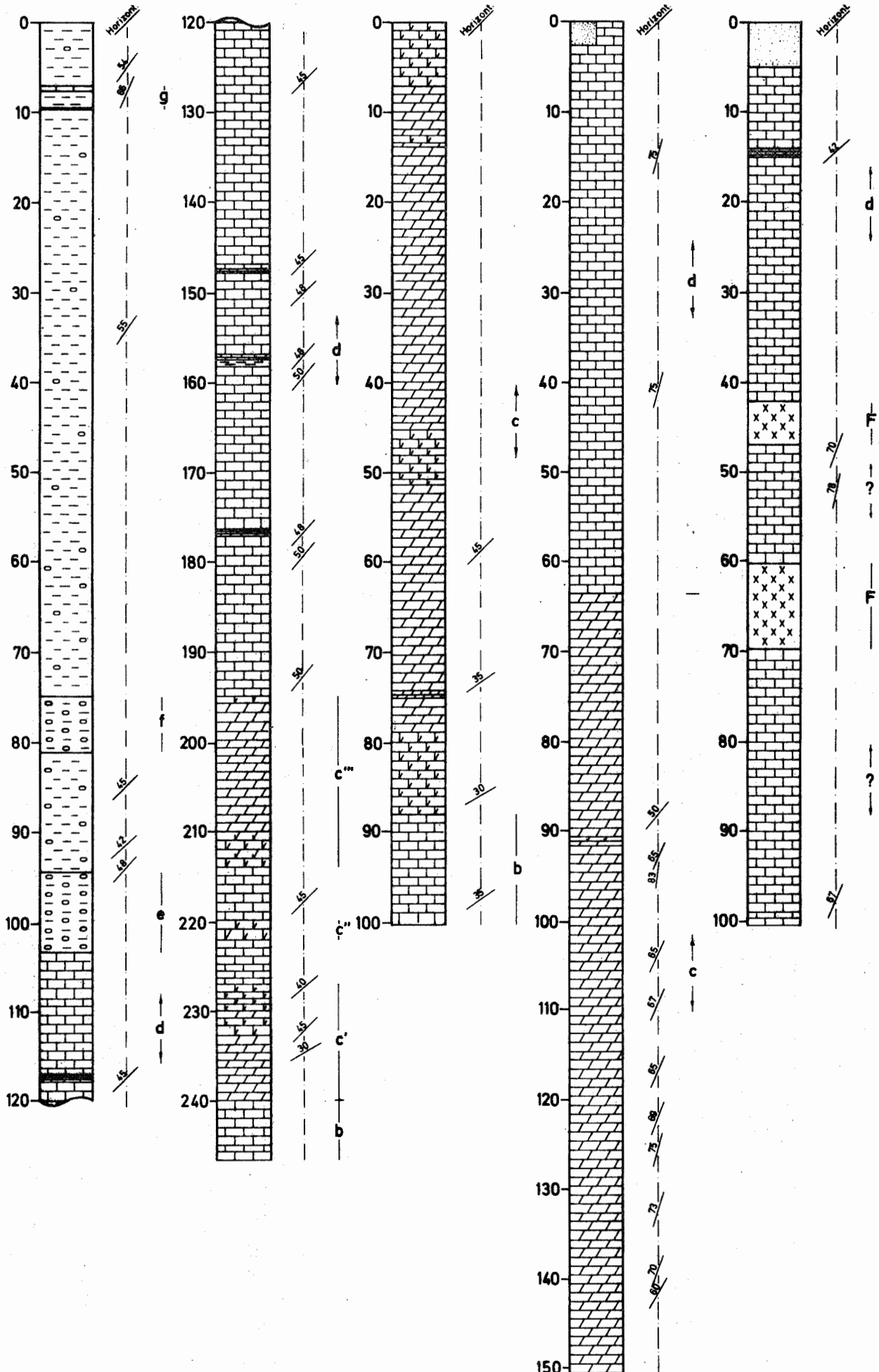


Figure 9

Sondage vertical

Sondages inclinés à 45°

# SONDAGES 168 W

225

226

227

228

229

230

231

232

