



recherches de nouvelles minéralisations Zn-Pb
sur le flanc ouest du horst de Pallières
(bordure cévenole, Gard)

travaux 1975-81 sur les panneaux Cadeyer
et St-Félix-de-Pallières

A. Coumoul
M. Aubague

janvier 1988
88 DAM 001 OP4

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
DIRECTION DES ACTIVITÉS MINIÈRES
Division des Opérations et Participations
B.P. 8009 - 45050 ORLÉANS CEDEX 2 - Tél.: 38.64.34.34
Direction locale Toulouse
Avenue Pierre-Georges-Latécoère - 31400 TOULOUSE - Tél.: 61.52.12.14

SOMMAIRE

1 - Introduction	p. 1
2 - Cadre géologique	p. 2
3 - Le modèle de référence : les amas de la Croix de Pallières, les guides de recherche	p. 2
4 - Eléments de sélection du panneau Cadeyer	p. 4
5 - Travaux exécutés sur le panneau Cadeyer	p. 5
51. résultats stratigraphiques et structuraux	p. 5
52. résultats concernant les minéralisations	p. 6
53. conclusions sur le panneau Cadeyer	p. 7
6 - Travaux exécutés sur le panneau St Félix de Pallières	p. 7
61. résultats stratigraphiques et structuraux	p. 7
62. résultats concernant les minéralisations	p. 7
63. conclusions sur le panneau St Félix de Pallières	p. 8
7 - Etudes scientifiques menées sur le gîte de la Croix de Pallières en tant que modèle de référence et sur les matériaux nouveaux issus des prospections BRGM	p. 8
71. stratigraphie de l'Hettangien	p. 9
72. chronostratigraphie des matériaux sinémuro-lotharingiens	p. 11
73. le gisement : cadre paléostructural, parégénèses minérales, conditions de genèse	p. 12
8 - Conclusion d'ensemble	p. 15
Bibliographie	p. 16

LISTE DES ILLUSTRATIONS

dans le texte :

- 1 - Situation générale du prospect (1/200.000)
- 3 - Gisement de la Croix de Pallières : log lithostratigraphique de l'Hettangien et position des amas dans la coupe, projection horizontale et coupe du gisement.
- 4 - Gisement de la Croix de Pallières : isopaques de l'Hettangien et de ses trois subdivisions, position des amas correspondants.
- 5 - Bassin de Mialet-Thoiras, coupe lithostratigraphique synthétique du Lias carbonaté.
- 7A - Panneau Cadeyer, coupe passant par les sondages CAD2, CG et CAD1 (1/2.000)
B - " " " " " CAD8, CAD7 et CA (1/1.000)
C - " " " " " CAD4, CAD3, CB et Y (1/2.000)
D - " " " " " CAD5, CH et CC (1/2.000)
E - " " " " " CAD6 et CD (1/2.000)
F - " " " " " CI, CJ, CAD9 et CF (1/2.000)
- 8 - Panneaux Cadeyer et Serre Rouge, minéralisations Pb-Zn rencontrées en sondages (1.7070).
- 9 - Prospection géochimique Pb-Zn-F du dôme liasique de Durfort et de la pointe méridionale du horst de Pallières (secteur St-Félix de Pallières).
A - carte Zn B - carte Pb (1/10.000)
- 10 - Panneau St-Félix de Pallières, coupe passant par les sondages SFP1 et SFP2 (1/2.000).
- 12 - Correspondance entre les subdivisions de l'Hettangien selon LEEHNARDT (1972) et LENINDRE (1980).
- 13 - Gisement de la Croix de Pallières : évolution paragenétique, minéralogie des minerais, géochimie des minerais.
- 14 - Principaux guides d'exploration pour la recherche de gisements de type Croix de Pallières.

hors texte

- 2 - Panneaux Cadeyer et St-Félix de Pallières : cartographie et position des sondages (1/5.000).
- 6 - Panneaux Cadeyer, Serre Rouge et St Félix de Pallières : stratigraphie sommaire des sondages VM et BRGM.
- 11 - Corrélations stratigraphiques et sédimentologiques dans l'Hettangien de 4 sondages (CP1, CAD2, CAD4, SFP2).

15 A - Log stratigraphique du sondage CAD1 (1/200)

B -	"	"	"	CAD2	"
C -	"	"	"	CAD3	"
D -	"	"	"	CAD4	"
E -	"	"	"	CAD5	"
F -	"	"	"	CAD6	"
G -	"	"	"	CAD7	"
H -	"	"	"	CAD8	"
I -	"	"	"	CAD9	"
J -	"	"	"	SFP1	"
K -	"	"	"	SFP2	"

RESUME

Quelques années après la fermeture du siège minier de la Croix de Pallières (bordure cévenole, Gard) par la Sté des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne, le BRGM a repris la prospection autour du horst de Pallières, dans l'espoir d'y découvrir de nouveaux amas Zn-Pb (Ag, Cd, Ge) dans l'Hettangien.

Cette recherche s'est concentrée, pour l'essentiel, sur des pameaux encore peu ou pas explorés, au flanc ouest de la pointe méridionale du horst, donc en situation structurale comparable à celle du gîte de référence.

Les 9 sondages effectués sur le panneau Cadeyer s'articulent avec les sondages exécutés précédemment par Vieille Montagne pour assurer une exploration à maille 100 x 50. Les minéralisations rencontrées dans l'Hettangien apparaissent insuffisantes en qualité et décousues tant d'un point de vue stratigraphique que géométrique.

Deux sondages ont été en outre exécutés sur le panneau St-Félix de Pallières, signalé à l'attention par de belles anomalies géochimiques Zn-Pb en sols. Ils n'ont apporté aucun élément encourageant.

Parallèlement à la recherche minière, d'importantes études scientifiques ont été conduites (avec l'aide financière de la DGRST) sur le gîte de la Croix de Pallières et sur son environnement structuro-sédimentaire dans le but de dégager et hiérarchiser les facteurs contrôlant la concentration de référence. Ces travaux ont débouché sur une révision complète des conceptions en ce domaine mais n'ont pu livrer la clé permettant l'approche d'éventuelles concentrations à l'échelle très détaillée de la prospection minière.

Malgré la complexité tectonique qui escamote fréquemment le magasin hettangien recherché et quelles que soient les conceptions sur la morphologie et sur les facteurs de contrôle des gîtes recherchés, il ne semble guère possible de revenir sur un constat d'ensemble négatif au regard de la recherche minière.

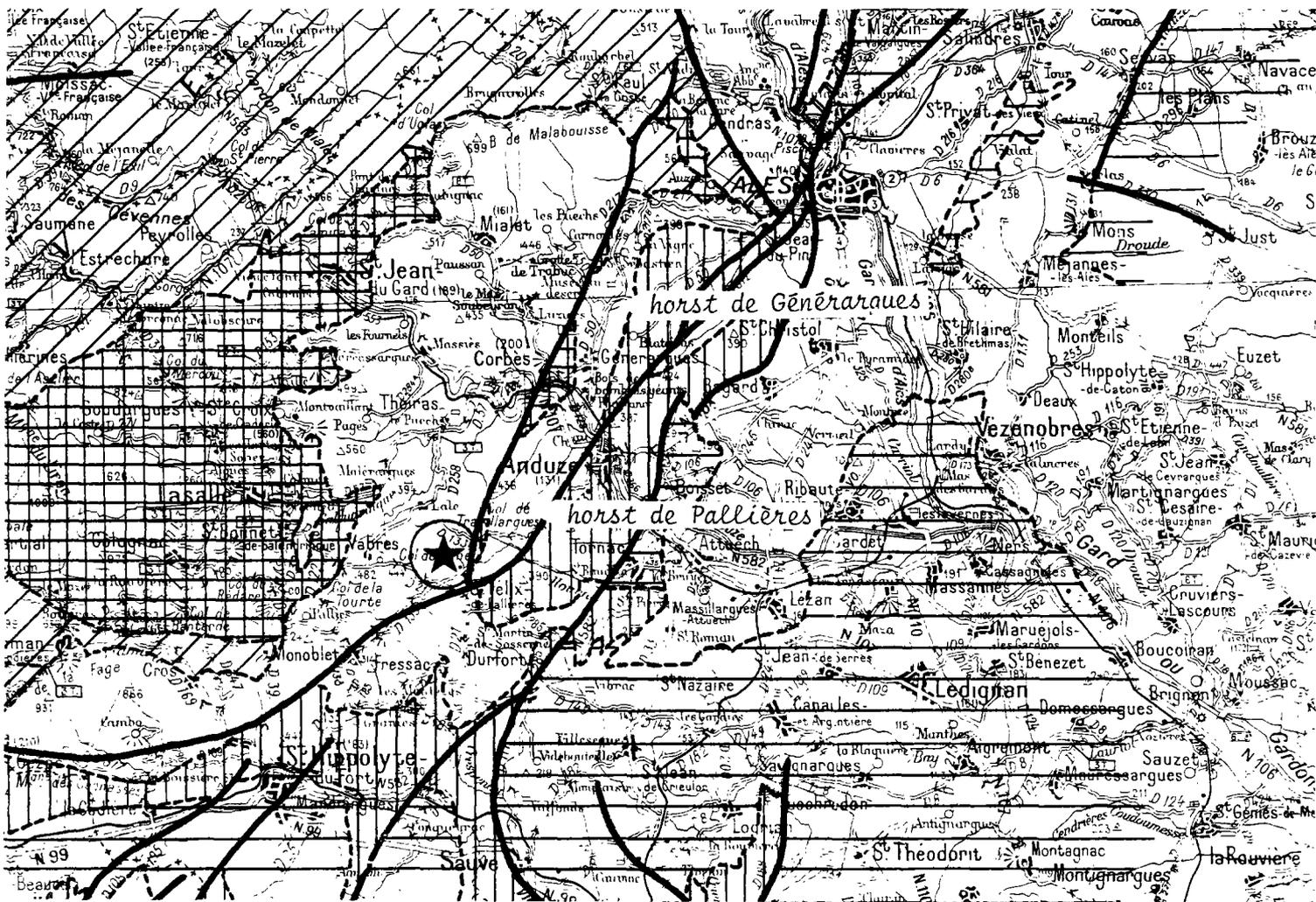
RECHERCHES MINERALISATIONS Zn-Pb

HORST de PALLIERES (Panneaux Cadeyer et St Félix de Pallières)

(Bordure cévenole - Gard)

SITUATION GENERALE DU PROSPECT

Echelle 1/200000



- Tertiaire*
- Crétacé*
- Jurassique moyen-sup?*
- Carbonifère*
- Trias - Lias*
- Schistes épimétamorphiques*
- Granite*

1 - INTRODUCTION

C'est en 1971 que la Société des Mines et Fonderies de Zinc de la Vieille Montagne mettait un terme à ses deux exploitations de la Croix de Pallières et de Durfort (Lacoste) en bordure cévenole, département du Gard.

Par convention en date du 12.11.1974, la SMFZVM autorisait le BRGM à prendre le relais des recherches entreprises par elle sur son domaine minier.

C'est au flanc ouest du horst de Pallières (Fig. 1) qu'on s'est bien évidemment intéressé en premier lieu ; c'est en effet dans l'Hettangien de ce flanc ouest que sont installés les amas Zn-Pb (Fe) de la Croix de Pallières.

Si la partie nord du horst (au Nord de la route d'Anduze), déjà bien explorée, offrait peu de points d'accrochage, il n'en était pas de même de la partie sud, explorée de façon nettement plus lâche et ayant livré quelques bons indices en sondages.

C'est donc à cette partie sud du horst (panneaux Cadeyer et St Félix de Pallières) que s'intéressent les travaux BRGM des années 1975-80.

2 - CADRE GEOLOGIQUE

Le horst de Pallières (Fig. 1) s'allonge en direction SSW-NNE sur près de 7 km de longueur entre, au Nord, le Gardon (1) et au sud le hameau de l'Ourne près duquel se produit l'envoyage définitif ; celui-ci s'opère dans un noeud complexe de failles de direction WSW-ENE et SSW-NNE (grande virgation structurale de la corne sud-est des Cévennes).

Le faite du horst affleure en granite ou en grès de la base du Trias. Le flanc ouest est affleurant en Hettangien (au Nord du hameau de Pallières) ou en Sinémurien/Lotharingien (au Sud de ce dernier). Des copeaux complexes d'Hettangien/Rhétien frangent l'accident bordier occidental du horst (faille-dyke de Pallières).

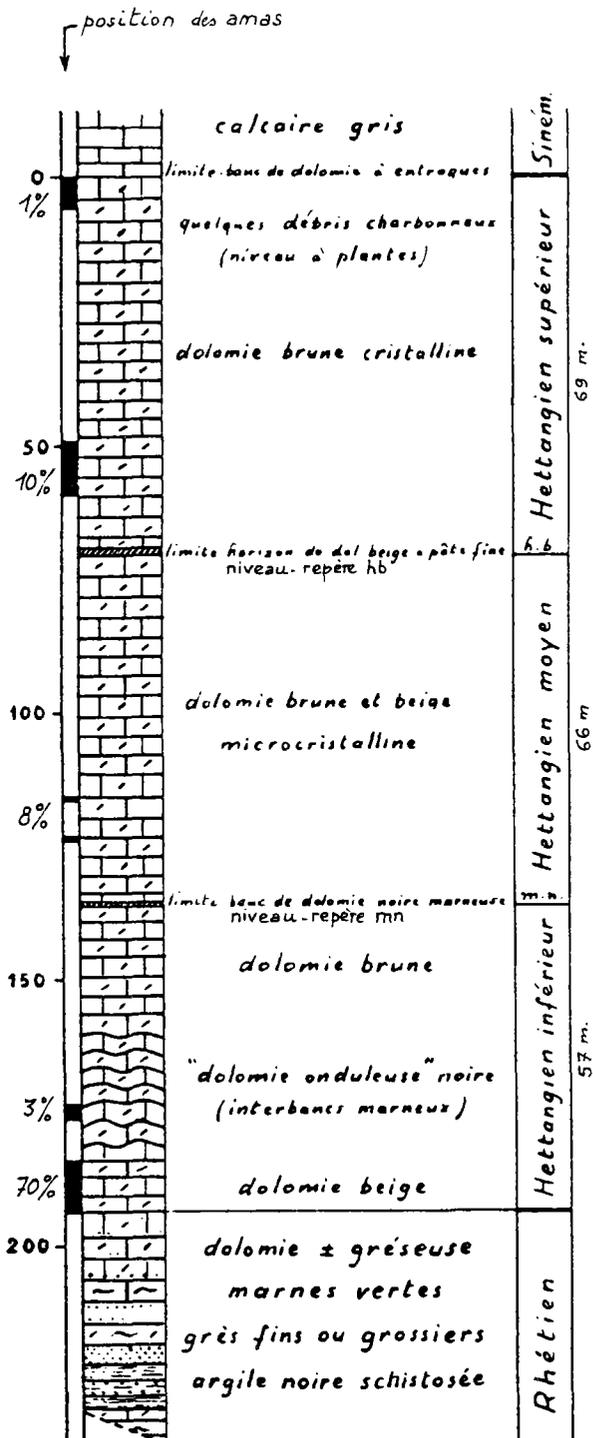
La partie méridionale du horst (Fig. 2 hors texte) est affectée par une bande effondrée, orthogonale à la direction du horst, de 500 m de largeur du Nord au Sud ; la faille bordière occidentale du horst découpe dans cette bande transverse deux panneaux l'un dit "Serre Rouge", à couverture de Lias inférieur carbonaté, correspondant au horst, et l'autre, dit "Cadeyer", en Lotharingien, sur le flanc ouest.

L'extrémité sud du horst éclate en 3 panneaux structuraux : panneau horst (granite, Trias), panneau intermédiaire de St Félix (Trias, Hettangien), panneau bas de la bergerie de la Fabrègue (Lotharingien).

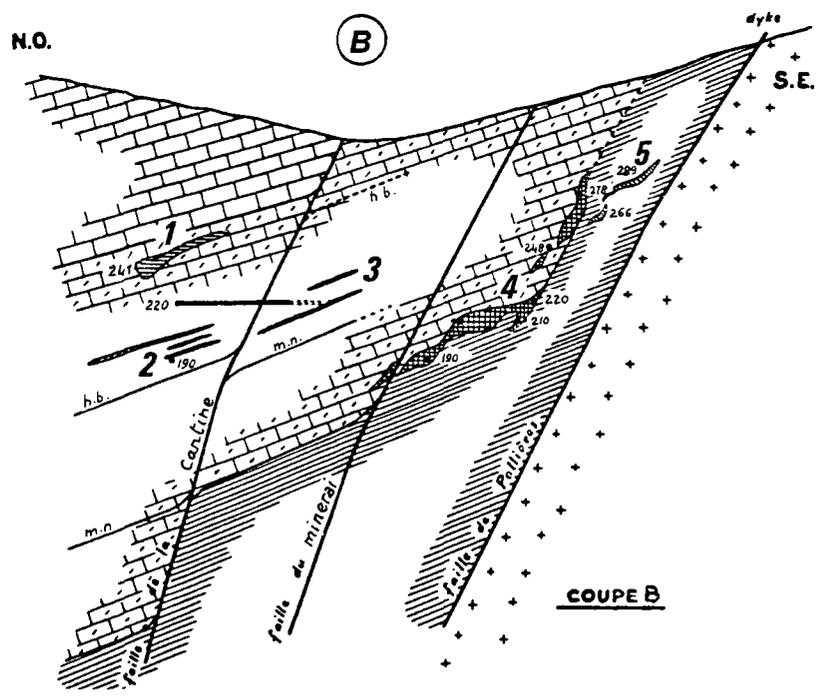
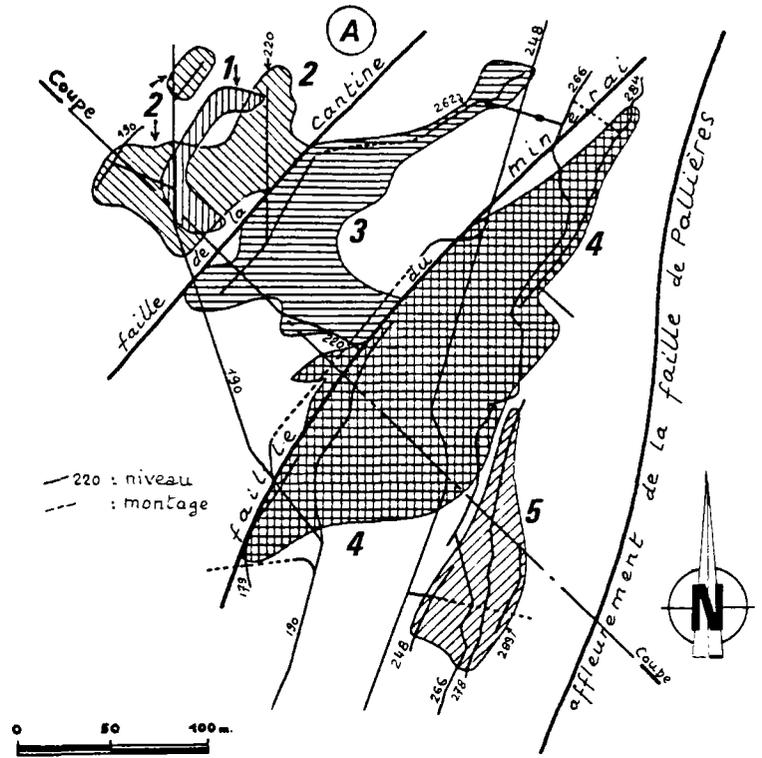
(1) Simple limite géographique : le horst se prolonge vers le Nord sur encore 8 km où il prend le nom de horst de Gènerargues. De nombreuses minéralisations lui sont liées : Carnoulés et similaires sur le horst, Pradinas sur le flanc ouest de celui-ci.

GISEMENT de La CROIX de PALLIERES

Log lithostratigraphique de l'HETTANGIEN - Position des amas dans la coupe
Projection horizontale et Coupe du Gisement
(extrait de R. Leenhardt 1972)



Coupe lithostratigraphique "moyenne" de l'Hettangien
Importance relative du métal cumulé
par chacun des 5 niveaux "porteurs"



A — Projection horizontale des corps de minéral et trace des failles à leurs intersections avec les lentilles.

B — Coupe du gisement.

1. Minéral sous le contact Hettangien-Sinémurien — 2. Minéral dans l'Hettangien supérieur (quartier du « Bois Noir ») — 3. Minéral dans l'Hettangien moyen — 4. Minéral à la base de l'Hettangien inférieur (gîte « principal ») — 5. « Lentille au mur ».

3 - LE MODELE DE REFERENCE : les amas de la Croix de Pallières ; les guides de recherche (Fig. 3 & 4)

Voici très résumée la description du gîte due à R. LEENHARDT (1972) ainsi que la conception qu'il se faisait des contrôles et guides de recherche.

La minéralisation affecte cinq niveaux au sein de la série dolomitique hettangienne(1) , soit de bas en haut (Fig. 3) :

- * à la base même de l'Hettangien, se tient le "principal" qui doit son nom au fait qu'il représente 70 % du métal total contenu dans le gîte ;
- * juste au-dessus, dans les niveaux onduleux et argileux (équivalents du faciès de Parlatges), 3 % du métal total ;
- * à 15 m au-dessus du repère "mn", l'amas du niveau 220 représente 8 % du métal contenu. Ce repère mn, qui sert de limite entre les Hettangien inférieur et moyen, est situé à 60 m (en moyenne) de la base de l'étage ;
- * à 15 m au-dessus du repère "hb", l'amas dit du Bois Noire capitalise 10 % du métal contenu. Ce repère hb, qui sert de limite entre les Hettangien moyen et supérieur, est situé à 120 m (en moyenne) de la base de l'étage ;
- * à 5 m, sous la base du Sinémurien (soit à 185 m - en moyenne - de la base de l'Hettangien), 1 % du métal contenu.

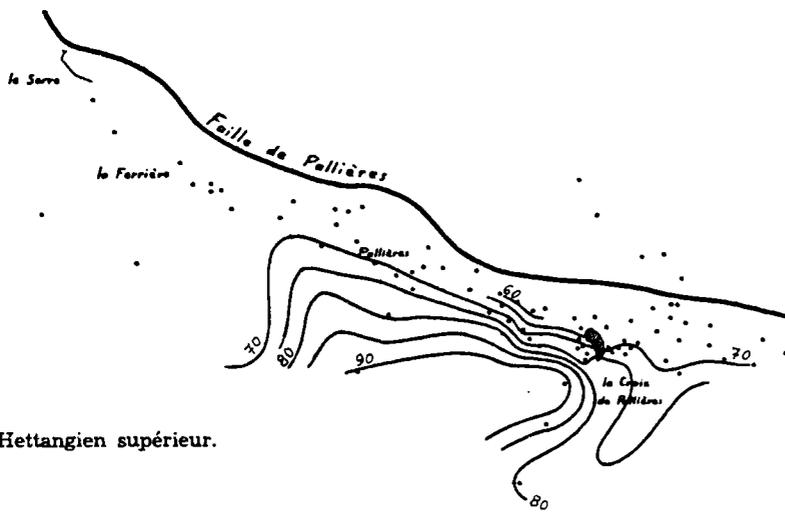
La minéralisation affecte la forme de lentilles concordantes avec les couches ; elle est bien souvent remarquable par son haut degré de concentration et par la brutalité de son contact avec le stérile, aux limites des amas.

Les lentilles minéralisées des cinq niveaux mentionnés sont presque superposées à la verticale, avec néanmoins une sensible migration vers l'extérieur de la structure au fur et à mesure qu'on monte dans la série. La totalité du métal à teneur économique - soit 100.000 t Zn + Pb - s'inscrit dans un prisme droit à base de 300 x 300 m et de 120 m de hauteur. La projection horizontale des amas exploités occupe une surface de l'ordre de 4 ha. Cette étroitesse de la cible est due tant à la concentration originelle du minerai qu'au redressement tectonique des lentilles le long de la grande faille de Pallières.

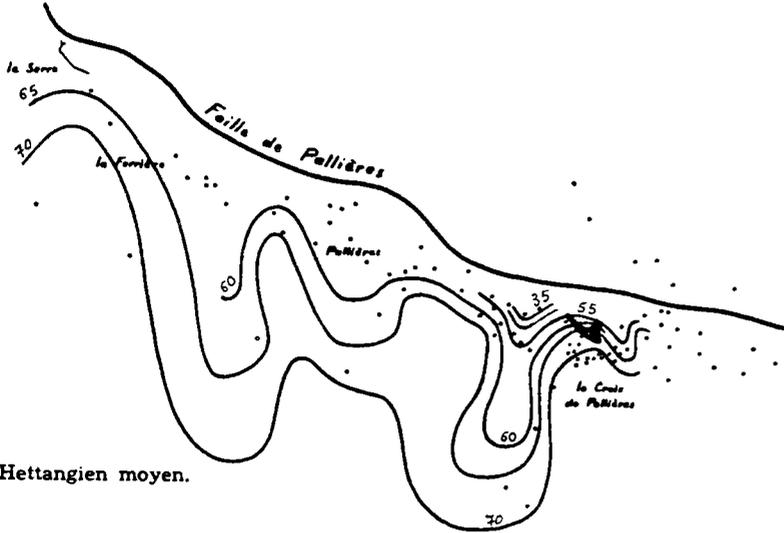
Les minéralisations se localisent au flanc d'une structure dont l'activité épirogénique, durant le Trias-Lias, est paroxysmale à l'Hettangien. Les épaisseurs de cet étage connaissent donc des variations très importantes, dans le rapport 10/1 (250 à 25 m),(2) quand on "monte" du bassin vers le haut-fond (lequel sera repris en horst à la fin du Tertiaire).

(1) Le sectionnement stratigraphique et les niveaux repères évoqués ici sont ceux de la terminologie LEENHARDT (1972). Leur équivalence dans la terminologie LENINDRE 1980 est donnée plus loin (p. 12).

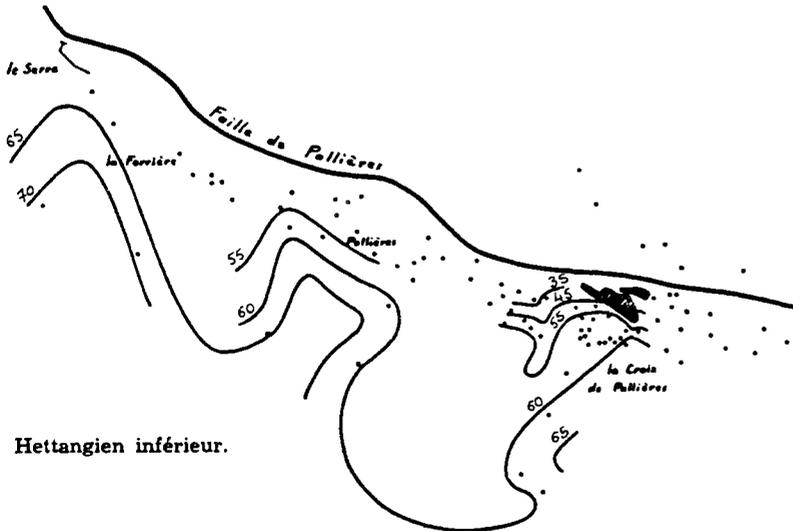
(2) et peut-être davantage. L'Hettangien semble bien se réduire à 16 m au sondage CT (LE STRAT et GIOF 1981) ; il pourrait même manquer totalement aux "Trous Rouges" (sur le faite du horst, entre Nadille et Panissière) et près du lieu dit "la Baraque" sur le pameau Serre Rouge.



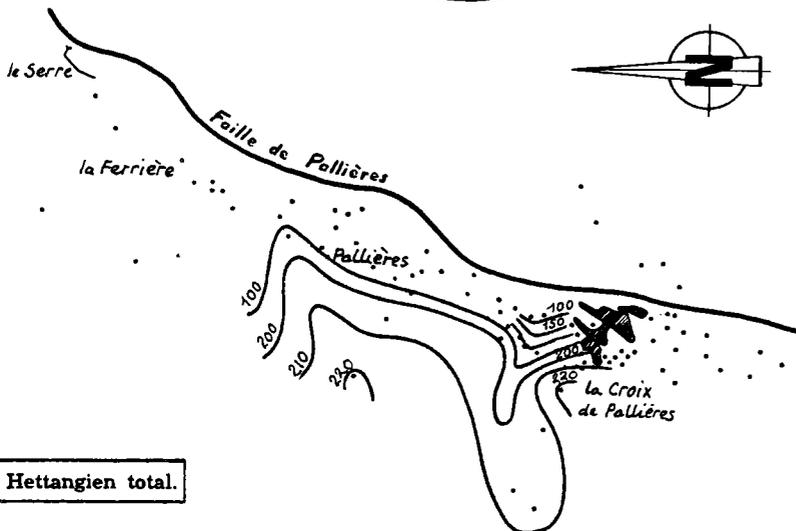
Hettangien supérieur.



Hettangien moyen.



Hettangien inférieur.



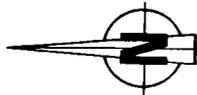
Hettangien total.

GISEMENT de la CROIX de PALLIERES

Isopaques de l HETTANGIEN
et de ses trois subdivisions

Position des amas correspondants

(extrait de R. Leenhardt 1972)



R. Leenhardt a proposé des contrôles de la minéralisation qui étaient cohérents avec les conceptions sédimentaristes de A. Bernard. Il lui a en effet paru essentiel et significatif que le gisement se localise dans une certaine fourchette des isopaques - d'ailleurs bien large 100 à 205 m ! - correspondant en gros au bas du talus de raccordement entre le bassin et le haut-fond. Cette coïncidence semble même exister pour chaque amas au sein du terme sédimentaire qui l'héberge (Fig. 4).

	ensemble des minéralisations des 4 niveaux	minéralisation de type "principal"	minéralisation des deux autres niveaux
Hettangien total	<u>100 à 205</u>	100 à 130	
Hettangien supérieur	45 à 75	40 (?) à 55	<u>60 à 75</u>
Hettangien moyen	40 à 72	40 à 60	<u>55 à 68</u>
Hettangien inférieur	35 à 58	<u>35 à 50</u>	

Pour autant qu'elle soit extrapolable à d'éventuelles concentrations de même type que le gîte de référence, la relation entre minerai et isopaques est considérée par R. LEENHARDT comme un outil précieux pour guider la recherche pas à pas. Tout sondage peut, en effet, être apprécié comme trop amont, trop aval ou stérile malgré sa position isopique à priori favorable.

La recherche de la bande isopique favorable n'est cependant qu'une étape de dégrossissage de la démarche. Car, plus finement, c'est à découvrir des déformations négatives transverses de cette bande isopique qu'il faut s'attacher : les schémas dus à R. LEENHARDT (Fig. 4) soulignent en effet la localisation des amas dans un golfe transverse à la direction générale des isopaques et donc transverse au horst.

Dans cette vision, les facteurs de contrôle semblent pouvoir être ainsi hiérarchisés :

- * le bombement épigénique de Pallières,
- * l'Hettangien avec des cinq niveaux porteurs, de "poids" différent d'ailleurs,
- * une fourchette d'isopaques, de cet Hettangien,
- * une gouttière transverse à la paléostructure principale.

Les études menées sur le gisement quelques années après (1978-81), dans le cadre d'une Action Concertée DGRST (Comité Valorisation des ressources du sous-sol, Contrats d'aide 76.70024 et 78.7.0211) devaient infirmer une grande partie des conclusions et conceptions jusque là admises ; partant, modifier très sensiblement les guides de recherche et les bases d'appréciation des résultats à chaque étape de la recherche (voir plus loin p. 9 & 13).

Le gîte nous apparaît maintenant comme le résultat de processus de dissolution des dolomies hettangiennes et de dépôt minéraux (essentiellement sulfurés) au cours d'un épisode thermal chaud et salin, nettement postérieur à la lithification de celles-ci. Les morphologies stratoïdes fréquemment rencontrées s'expliquent par le fait que les niveaux arénitiques de la sédimentation hettangienne ont une propension naturelle, en raison de leur porosité originelle et dolomitisation aidant, à devenir des roches-magasin.

Dans ces conditions, les amas se localisent préférentiellement à l'intersection des niveaux-magasins et des failles-drain (formulation un peu schématique mais évocatrice). Les premiers sont aisément diagnostiqués dans la colonne stratigraphique. Les secondes, par contre, sont difficiles à repérer ; s'il est naturel de penser aux 3 failles qui jouxtent ou traversent le minerai (faille-dyke du horst, faille du minerai, faille de la cantine), on n'a pas de preuves formelles qu'elles aient effectivement joué ce rôle de drains pour les fluides minéralisateurs ascendants. Deux observations peuvent être versées dans la discussion de ce point important : d'une part il n'y a pas de minéralisation dans les failles elles-mêmes (1), d'autre part il était possible de parcourir tout le gisement, depuis l'extrême Ouest jusqu'à l'extrême Est, sans jamais quitter le minerai, en dépit du fait que celui-ci relève de 3 niveaux stratigraphiques différents dans les 3 panneaux structuraux successifs (autrement dit, il y a continuité du minerai "à travers" les failles qui compartimentent les terrains dans l'emprise de la mine). Dans cette perspective structurale il nous paraît intéressant de prendre également en compte les failles qui contrôlent le golfe transversal perceptible dans les isopaques et dans lequel est logé le gisement ; ces failles, d'âge hettangien, n'ont aucun écho dans la structure actuelle, faute d'avoir rejoué par la suite. Leur discrétion présente pourrait bien occulter le rôle important joué par elles lors de la sédimentation hettangienne et lors de la montée des fluides minéralisants.

Bref, s'il est juste de reconnaître que cette recherche a été menée avec des concepts et des guides de recherche erronés, cela reste sans conséquence sur les résultats de la prospection elle-même, dans la mesure où elle a battu le panneau Cadeyer de façon systématique à maille relativement serrée.

4 - ELEMENTS DE SELECTION DU PANNEAU CADEYER (Fig. 2)

En premier lieu, il est situé au flanc ouest du horst, en position semblable à celle du gîte de référence.

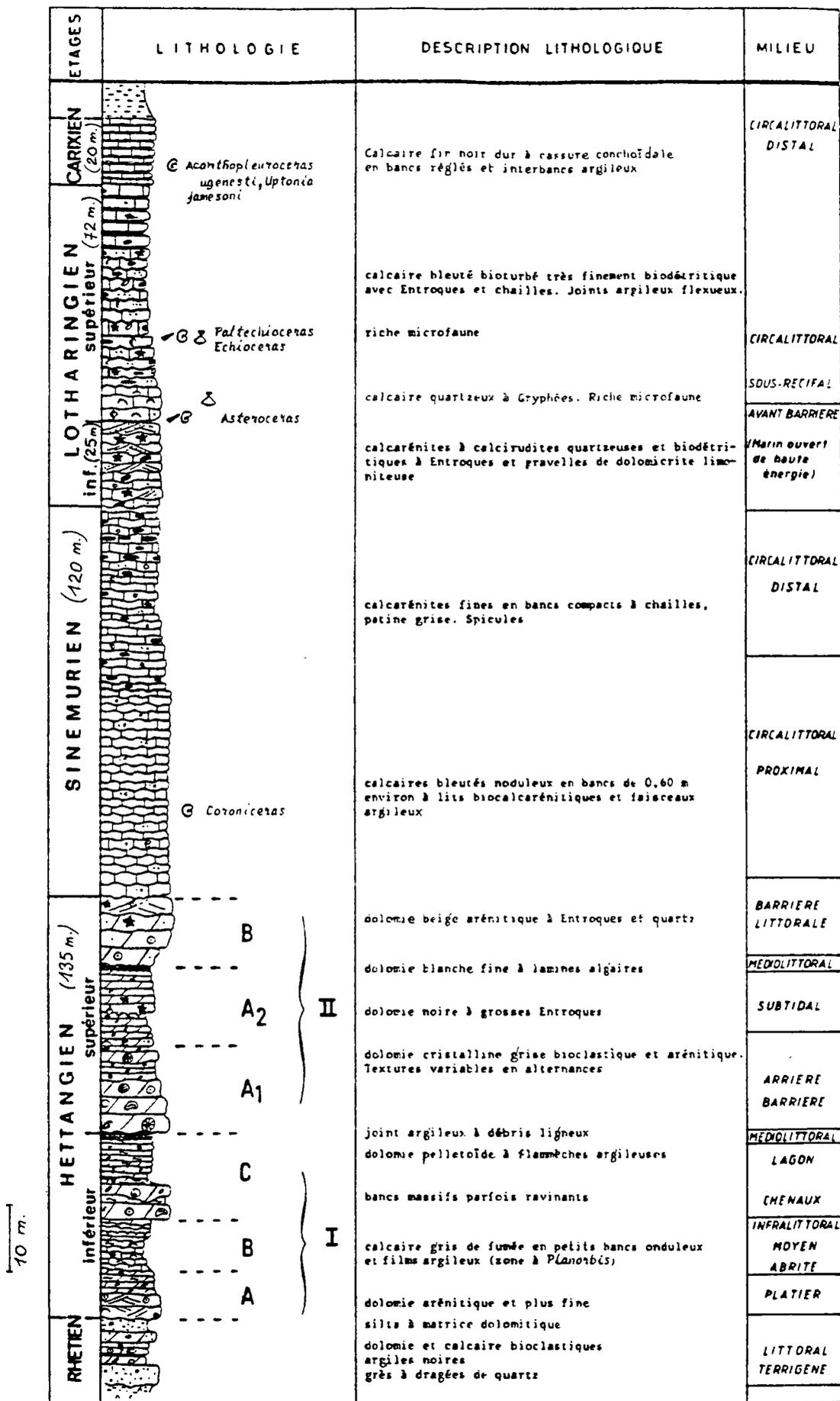
En second lieu, plusieurs des 11 sondages déjà effectués par V.M. ont rencontré divers indices, dont certains attractifs. Ainsi :

* CG - 1,80 m à 4,65 % Zn + Pb (dolomies du Rhétien),

* CA - 7,5 m de pyrite massive, (+ 6 m de pyrite pulvérulente) pauvre en Zn-Pb (il est vrai, sommet du Rhétien),

* CC - 0,6 m à 5,55 % Zn + Pb (Hettangien sur faille).

(1) A. BERNARD note cependant que dans la mine "les failles décalant la base de l'Hettangien sont peu nombreuses et marquées par un remplissage de marnes noires pyriteuses puissant parfois de plus d'1m".



BASSIN de MIALET-THOIRAS - Coupe lithostratigraphique synthétique du LIAS CARBONATE

De plus, de petites minéralisations Zn-Pb sont connues au puits Huguet, dans la barre dolarénitique du sommet du Lotharingien inférieur (1) (sondages BA à BD). Certes, ces indices n'ont rien à voir directement avec les amas recherchés dans l'Hettangien ; ils peuvent cependant être interprétés comme des fuites (primaires ?) de la minéralisation recherchée sous-jacente et apportent alors un élément d'encouragement supplémentaire. Enfin le panneau "Serre Rouge", de suite à l'Est du panneau Cadeyer, abrite d'importantes minéralisations (mines Joseph et Roman) dans l'Hettangien (très réduit) et le Lotharingien inférieur dolomitisé.

5 - TRAVAUX EXECUTES SUR LE PANNEAU CADEYER

Neuf sondages BRGM (1855,95 m) ont complété la maille commencée par V.M., approximativement 100 x 50 m. Deux de ces sondages ont plus particulièrement exploré la périphérie du sondage CA qui avait rencontré 7 m de pyrite massive.(2)

51. Résultats stratigraphiques

Le log stratigraphique fondamental de l'Hettangien a pu être établi à partir du CAD2 (Fig. 5 & 11 hors texte) qui apparemment n'est pas tectonisé et à partir des affleurements du bassin de Mialet-Thoiras (carrière de Camp Soureille, le Roc et le Ponteil, l'Elze-Salindre, Corbès). Ce travail de base, n'est pas seulement d'intérêt général ; il est indispensable à la géologie minière pour établir les corrélations entre sondages et les coupes structurales qui s'appuient sur eux.

Il est rendu compte plus loin des acquis en pétrosédimentologie de l'Hettangien et en paléogéographie de l'ensemble du Lias carbonaté.

La coupe stratigraphique sommaire de l'ensemble des sondages VM et BRGM est consignée dans le tableau 6 hors texte. Les coupes structurales (Fig. 7A à F) montrent une intense tectonisation et l'importance des ablations tectoniques dans les différentes traversées d'Hettangien ; ces ablations portent tout spécialement (50 % des cas au moins) sur la partie inférieure de l'Hettangien, là nous étions en droit de placer l'espoir d'une concentration de type "principal" de la Croix de Pallières. Seul le sondage CAD2 semble offrir une colonne intacte ; il en eut été probablement de même du CI qui n'a pas été poussé à son terme (on le comprend !) puisqu'à 307 m il venait juste de sortir de l'Hettangien supérieur.

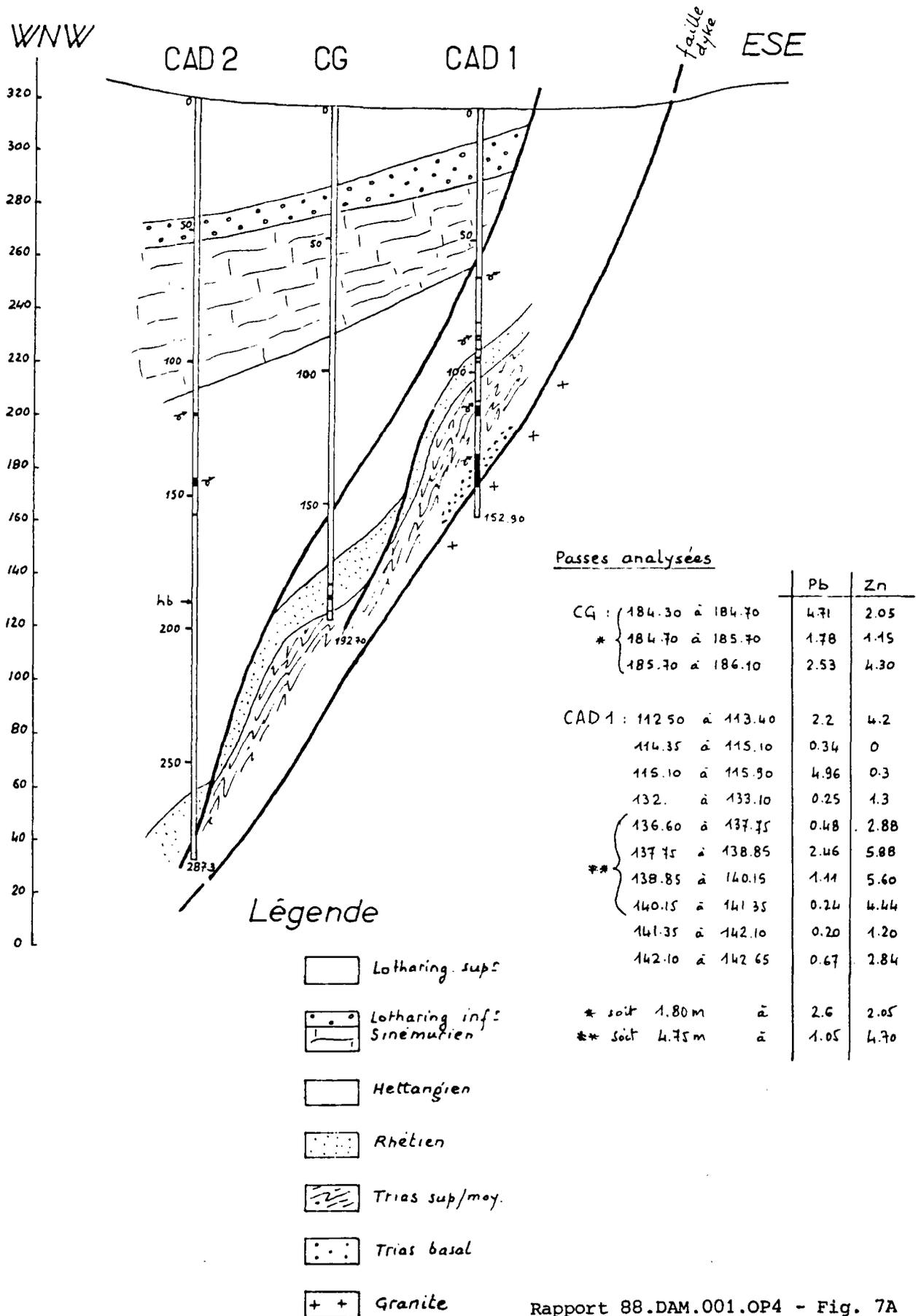
Dans ces conditions, il est souvent difficile de se repérer stratigraphiquement dans l'Hettangien des sondages, et par suite de préciser quels horizons-magasins on a rencontrés ou manqués.

(1) voir plus loin p.12.

(2) Une opération de mise à la masse dans les sondages CAD3 et 4 a permis de cartographier un ombilic de conductivité centré sur "La Cité" (Courtot et alias, 1976). Les sondages CAD7 et 8 ont été consacrés à l'exploration de cette cible (sans succès, voir plus loin).

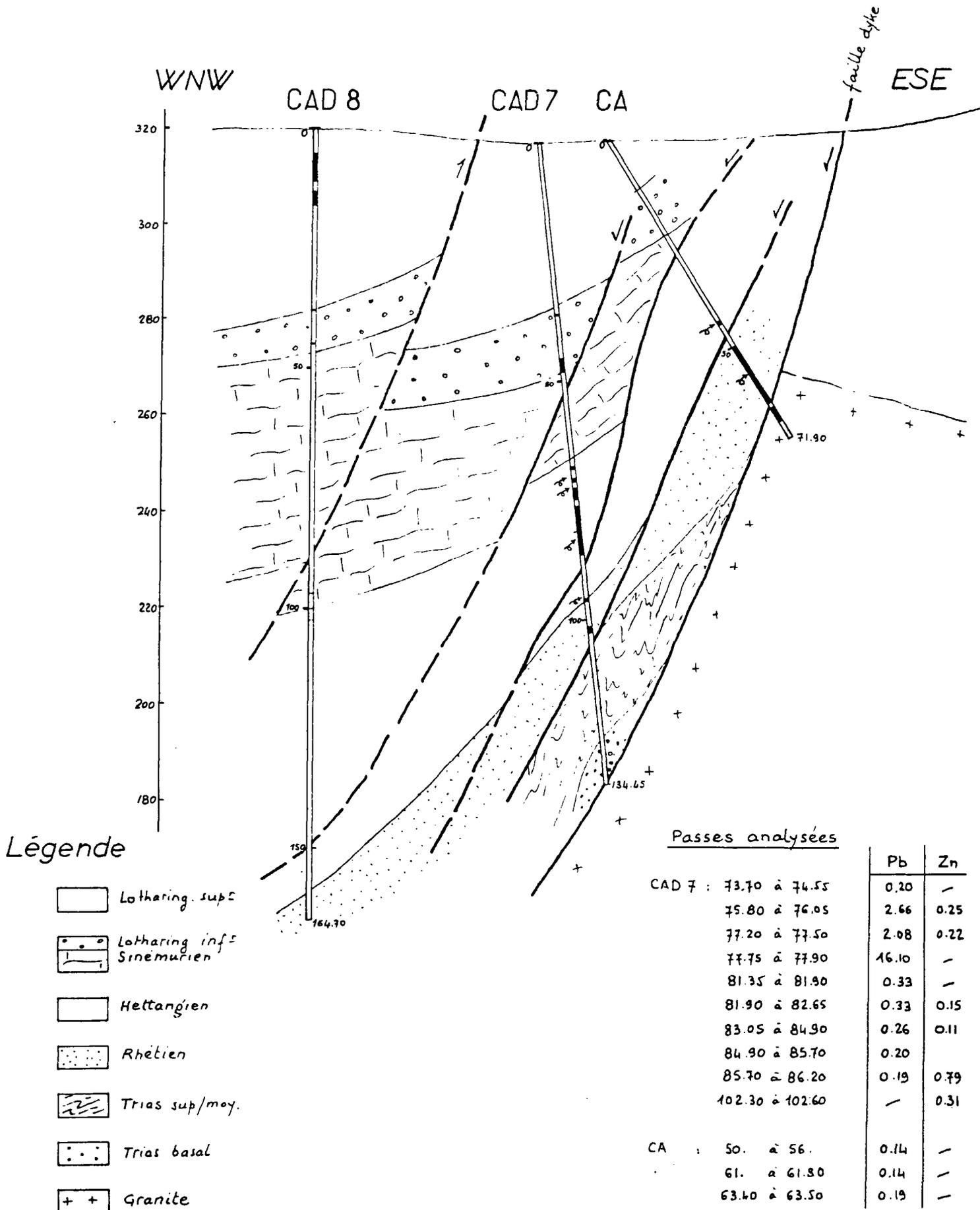
Panneau CADEYER - Coupe passant par les sondages CAD 2 - CG et CAD 1

Echelle 1:2000



Panneau CADEYER - Coupe passant par les sondages CAD 8, CAD 7 et CA

Echelle 1.1000



Légende

-  Lotharing. sup.
-  Lotharing inf. Sinémurien
-  Hettangien
-  Rhétien
-  Trias sup./moy.
-  Trias basal
-  Granite

Passes analysées

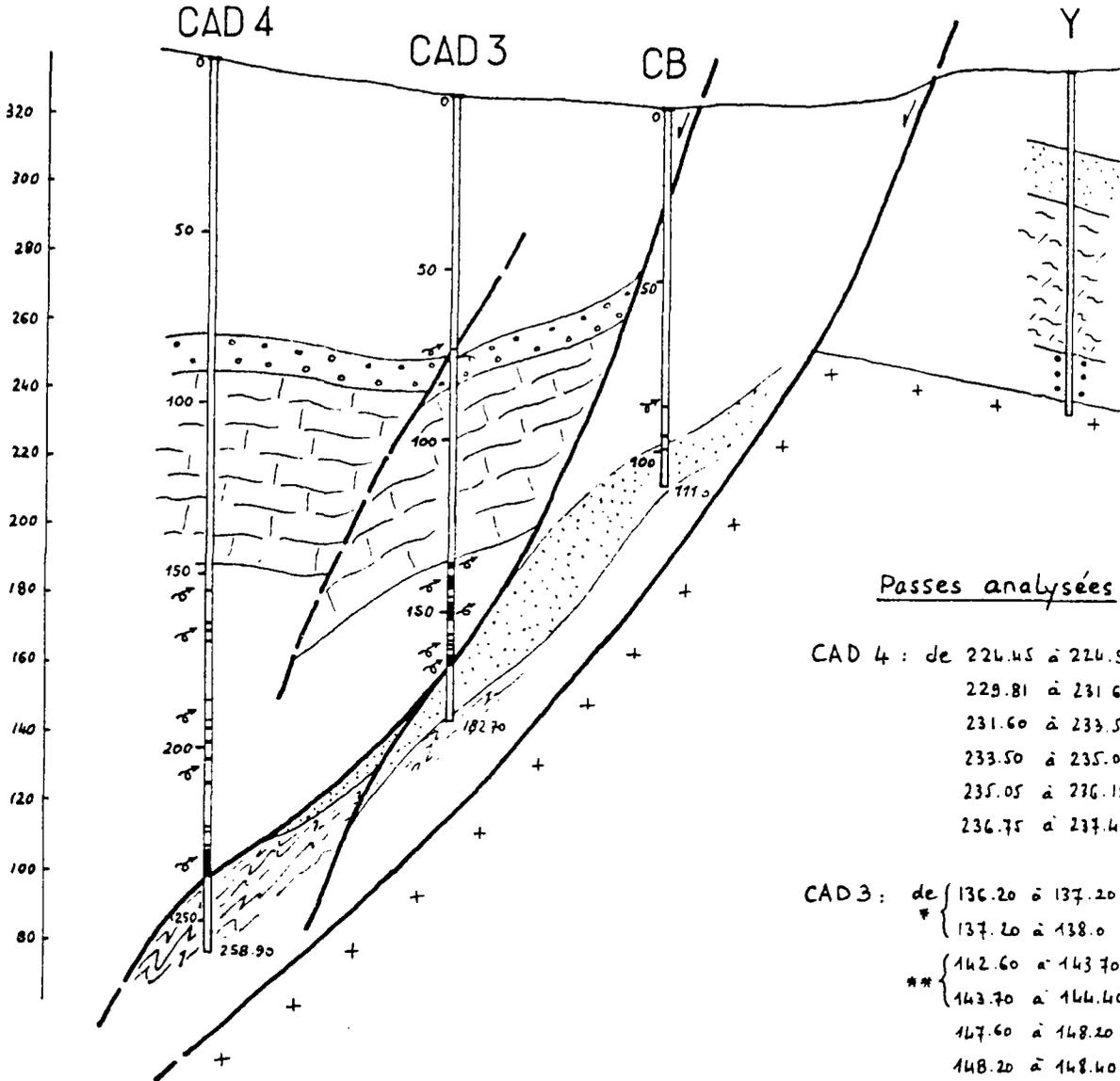
	Pb	Zn	
CAD 7 :	73.70 à 74.55	0.20	—
	75.80 à 76.05	2.66	0.25
	77.20 à 77.50	2.08	0.22
	77.75 à 77.90	16.10	—
	81.35 à 81.80	0.33	—
	81.90 à 82.65	0.33	0.15
	83.05 à 84.90	0.26	0.11
	84.90 à 85.70	0.20	—
CA :	85.70 à 86.20	0.19	0.79
	102.30 à 102.60	—	0.31
	50. à 56.	0.14	—
	61. à 61.80	0.14	—
	63.40 à 63.50	0.19	—

Panneau CADEYER - Coupe passant par les sondages CAD 4, CAD 3, CB et Y

Echelle 1.2000

WNW

ESE



Passes analysées

CAD 4 : de 224.45 à 224.55
 229.81 à 231.60
 231.60 à 233.50
 233.50 à 235.05
 235.05 à 236.15
 236.75 à 237.40

CAD 3 : de { 136.20 à 137.20
 * { 137.20 à 138.0
 ** { 142.60 à 143.70
 143.70 à 144.40
 147.60 à 148.20
 148.20 à 148.40
 149.95 à 150.60
 150.80 à 152.60
 156.80 à 157.50
 163.10 à 163.65
 164.0 à 165.0
 165.0 à 166.0

CB de 95.45 à 95.50
 98.0 à 99.0

* soit 1.80 m à 7.75 0
 ** soit 0.80 à 1.10 5.8

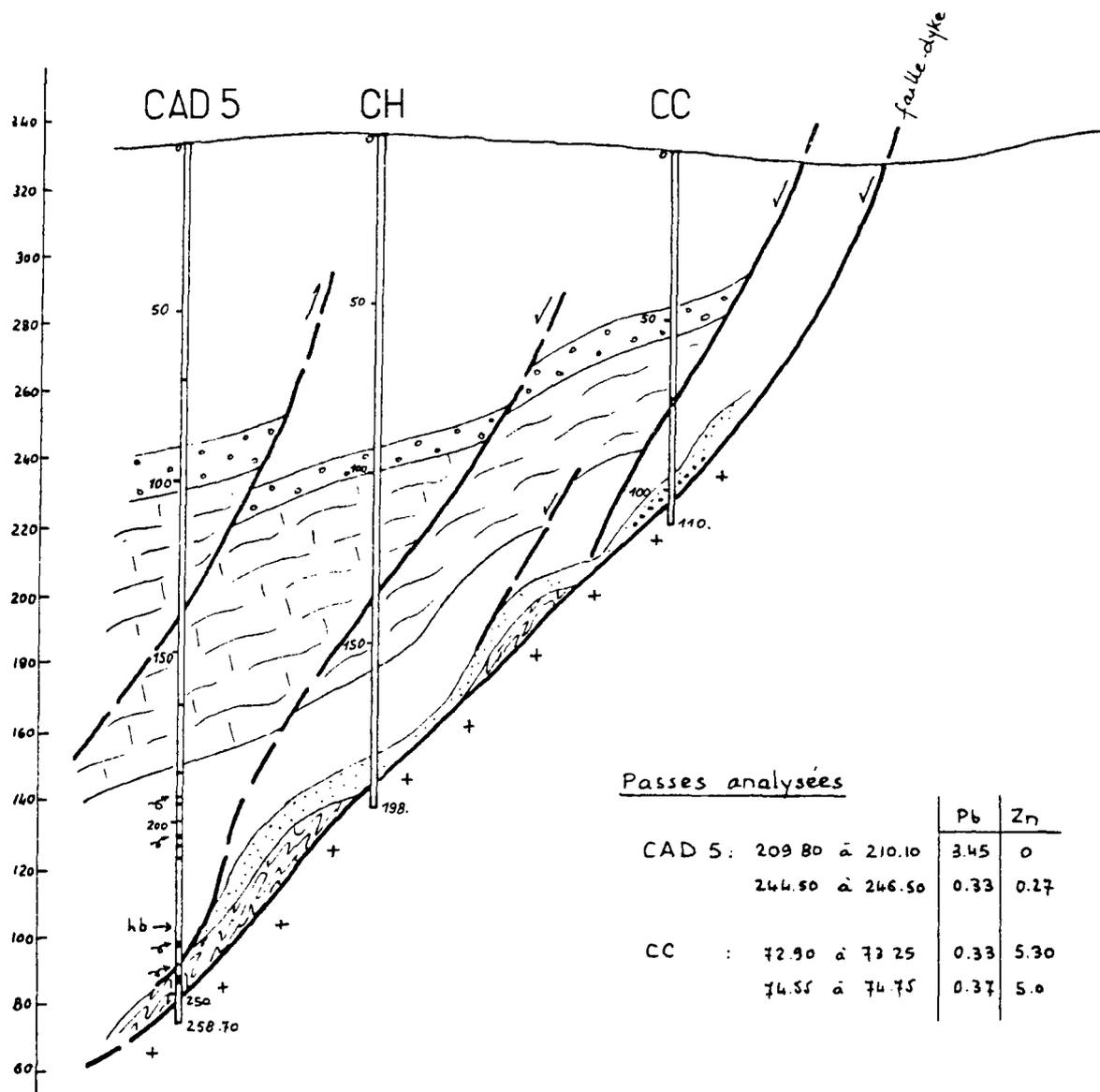
	Pb	Zn
CAD 4 : de 224.45 à 224.55	0.53	3.96
229.81 à 231.60	0.	0.
231.60 à 233.50	0.	0.
233.50 à 235.05	0.	0.
235.05 à 236.15	0.	0.
236.75 à 237.40	0.	0.
CAD 3 : de { 136.20 à 137.20	7.86	0.
* { 137.20 à 138.0	7.55	0.
** { 142.60 à 143.70	1.23	5.64
143.70 à 144.40	0.95	6.0
147.60 à 148.20	0.	0.
148.20 à 148.40	4.2	0.
149.95 à 150.60	0.56	0.
150.80 à 152.60	0.16	0.
156.80 à 157.50	0.13	0.15
163.10 à 163.65	0.	0.
164.0 à 165.0	0.	0.
165.0 à 166.0	0.12	0.
CB de 95.45 à 95.50	2.16	24.40
98.0 à 99.0	0.32	0.70
* soit 1.80 m à	7.75	0
** soit 0.80 à	1.10	5.8

Légende

-  Lotharing. sup
-  Lotharing inf
Sinémurien
-  Hettangien
-  Rhetien
-  Trias sup/moy.
-  Trias basal
-  Granite

Panneau CADEYER - Coupe passant par les sondages CAD 5 - CH - CC

Echelle 1.2000



Passes analysées

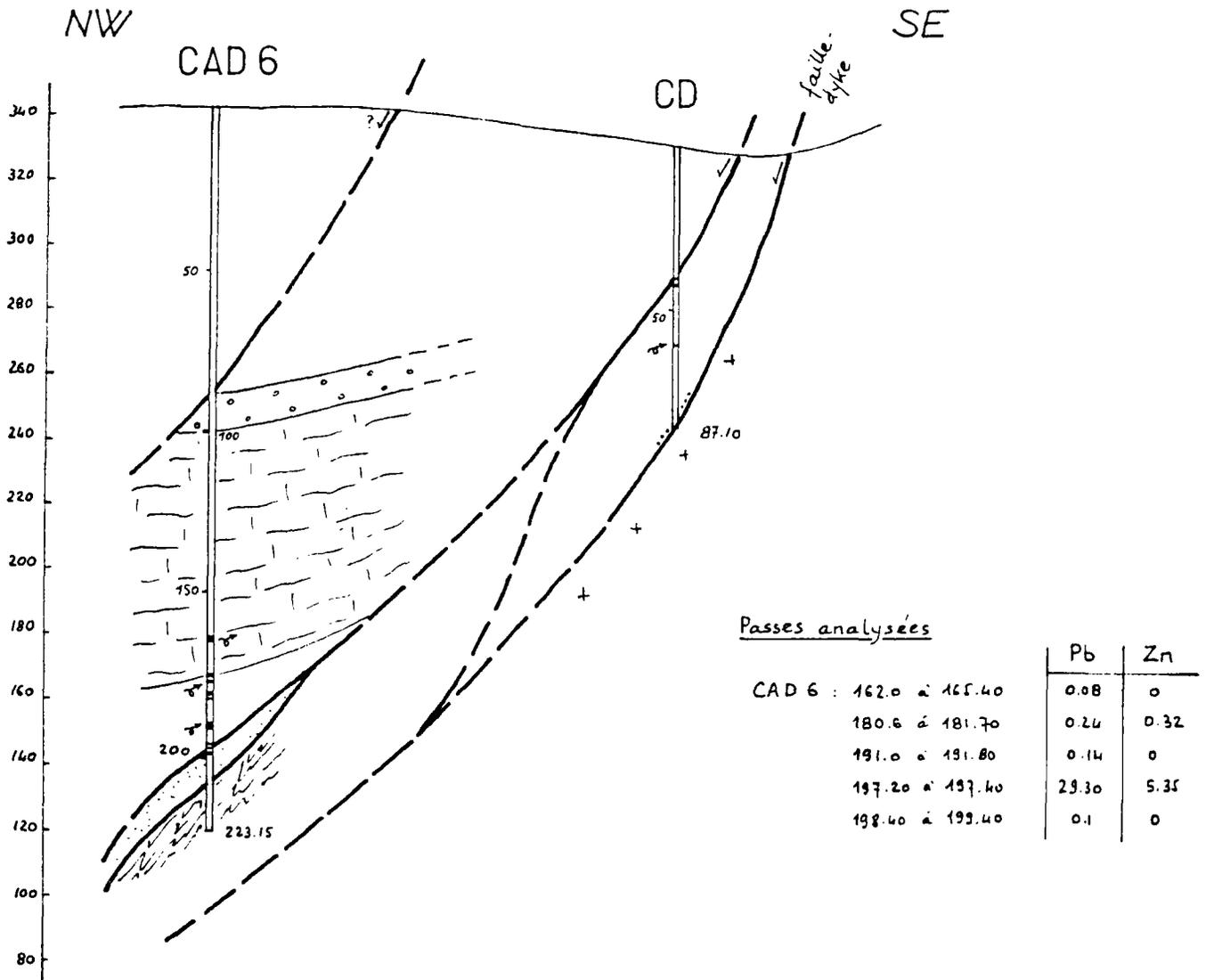
	Pb	Zn
CAD 5 : 209.80 à 210.10	3.45	0
244.50 à 246.50	0.33	0.27
CC : 72.90 à 73.25	0.33	5.30
74.55 à 74.75	0.37	5.0

Légende

- Lotharing. sup
- Lotharing. inf
Sinémurien
- Hettangien
- Rhétien
- Trias sup/moy.
- Trias basal
- + + Granite

Panneau CADEYER - Coupe passant par les sondages CAD 6 et CD

Echelle 1.2000

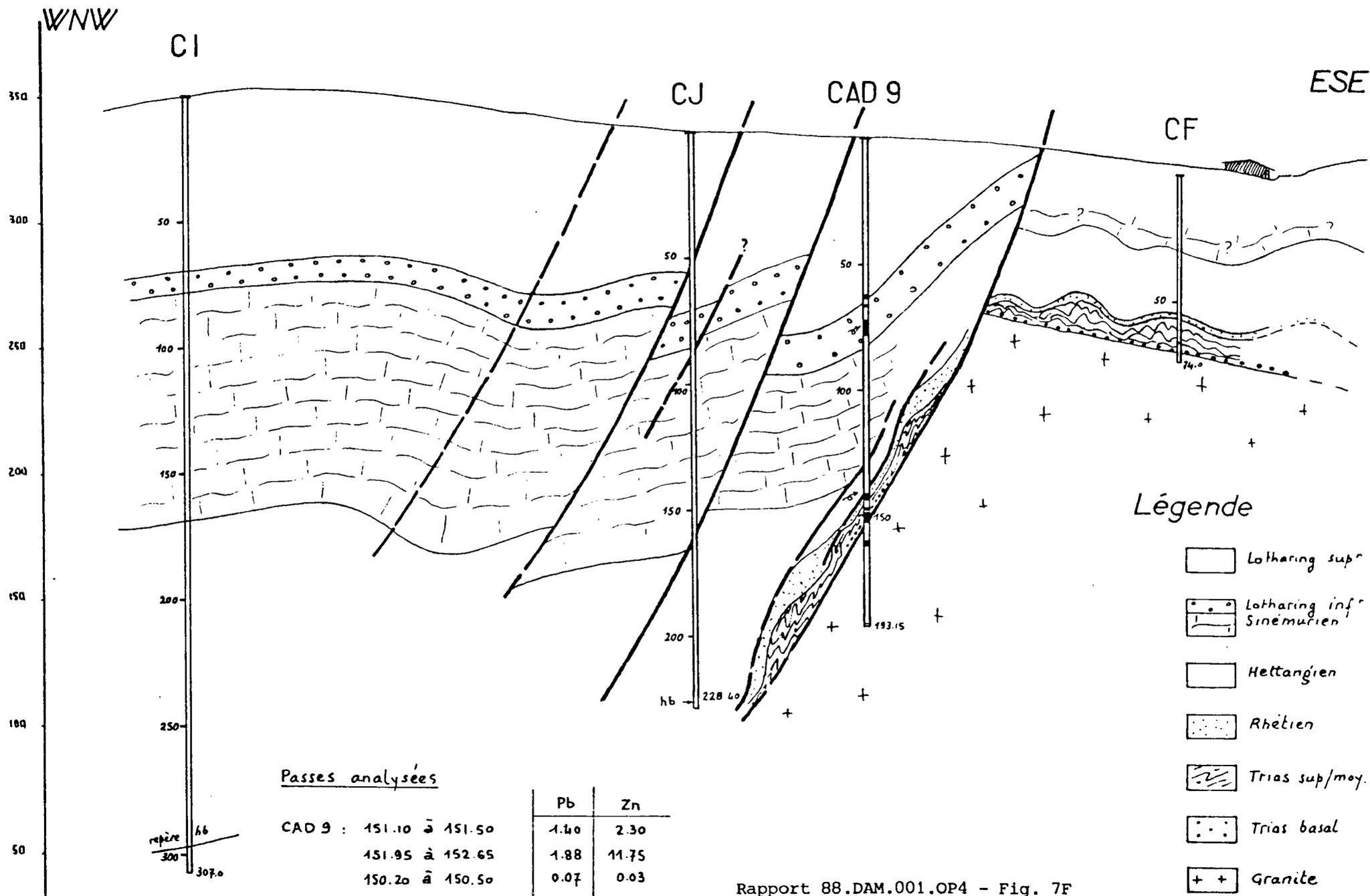


Légende

- Lotharing sup
- Lotharing inf
Sinémurien
- Heltangrien
- Rhétien
- Trias sup/moy.
- Trias basal
- + + Granite

Panneau CADEYER - Coupe passant par les sondages CI - CJ - CAD 9 - CF

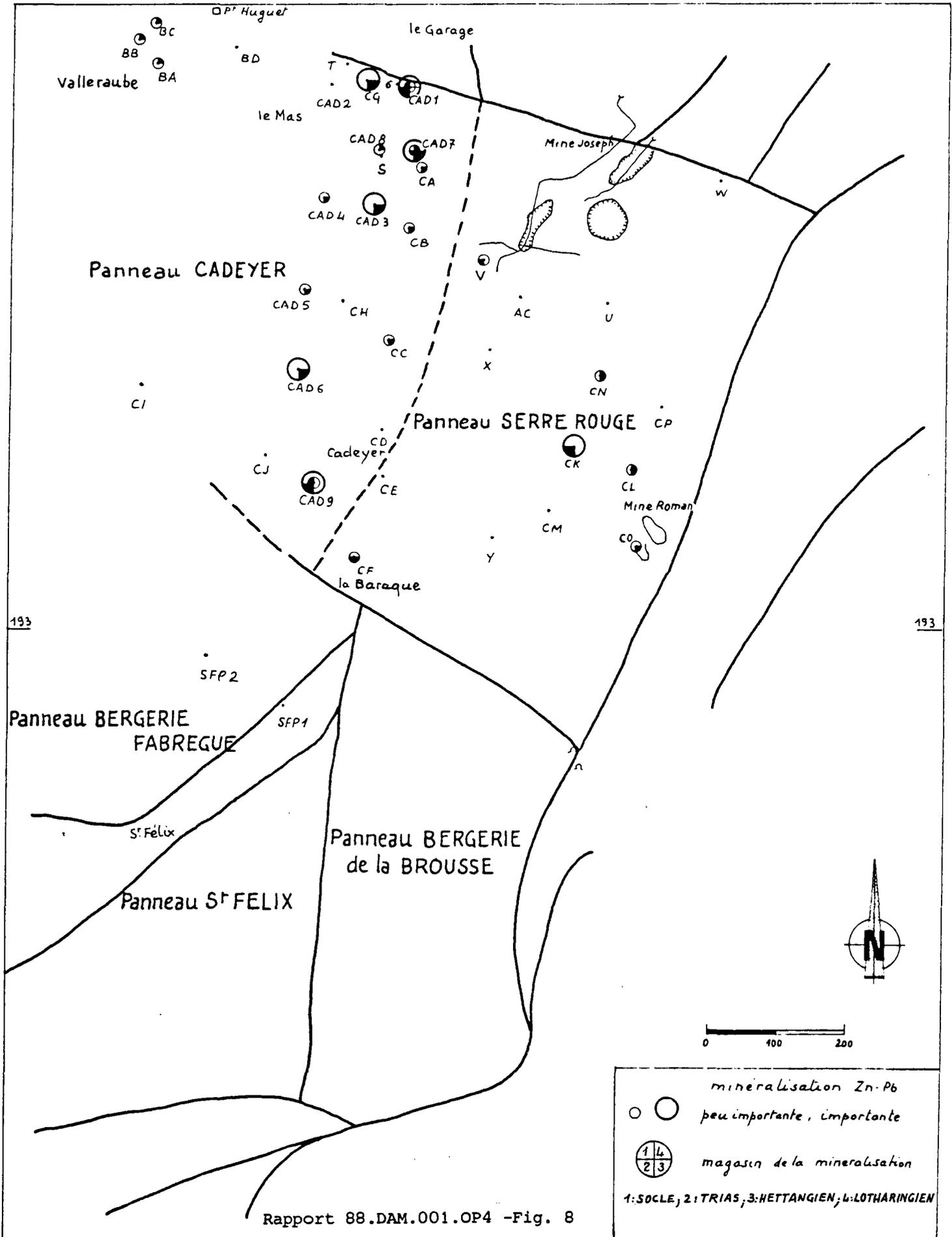
(échelle 1.2000)



POINTE MERIDIONALE du HORST de PALLIERES

(Panneaux CADEYER-SERRE ROUGE)

MINERALISATIONS Pb-Zn rencontrées en Sondages



En fin de compte, l'élaboration intellectuelle sur les matériaux recueillis trouve vite sa limite et l'on doit accepter que le prospect soit évalué sur le seul critère des minéralisations intersectées. Certes c'est un peu fruste, mais il est impossible de faire mieux. L'essentiel est que le résultat soit correct au regard de la recherche minière, ce qui est ici le cas, en raison de la maille suffisamment serrée des sondages.

52. Résultats concernant les minéralisations (Fig. 7A à F & Fig. 8)

Les minéralisations de quelque intérêt et les analyses s'y rapportant ont été reportées sur les coupes. Méritent d'être soulignées :

CAD1 - Trias moyen 0,90 m à 2,2 % Pb & 4,2 % Zn
0,80 m à 5,0 % Pb & 0,3 % Zn

Trias basal gréseux 4,75 m à 1,05 % Pb & 4,71 % Zn

CAD3 - Hettangien 1,80 m à 7,75 % Pb & sans Zn
1,80 m à 1,10 % Pb & 5,8 % Zn
0,20 m à 4,2 % Pb & sans Zn

CAD5 - Lotharingien sup. 0,30 m à 3,45 % Pb & sans Zn

CAD6 - Hettangien (faille ?) 0,20 m à 29,3 % Pb & 5,35 % Zn

CAD7 - Hettangien 0,15 m à 16,1 % Pb & 0 % Zn
0,25 m à 2,9 % Pb + Zn
0,30 m à 2,3 % Pb + Zn

CAD9 - Trias basal gréseux 0,40 m à 1,4 % Pb & 2,3 % Zn
0,70 m à 1,9 % Pb & 11,75 % Zn

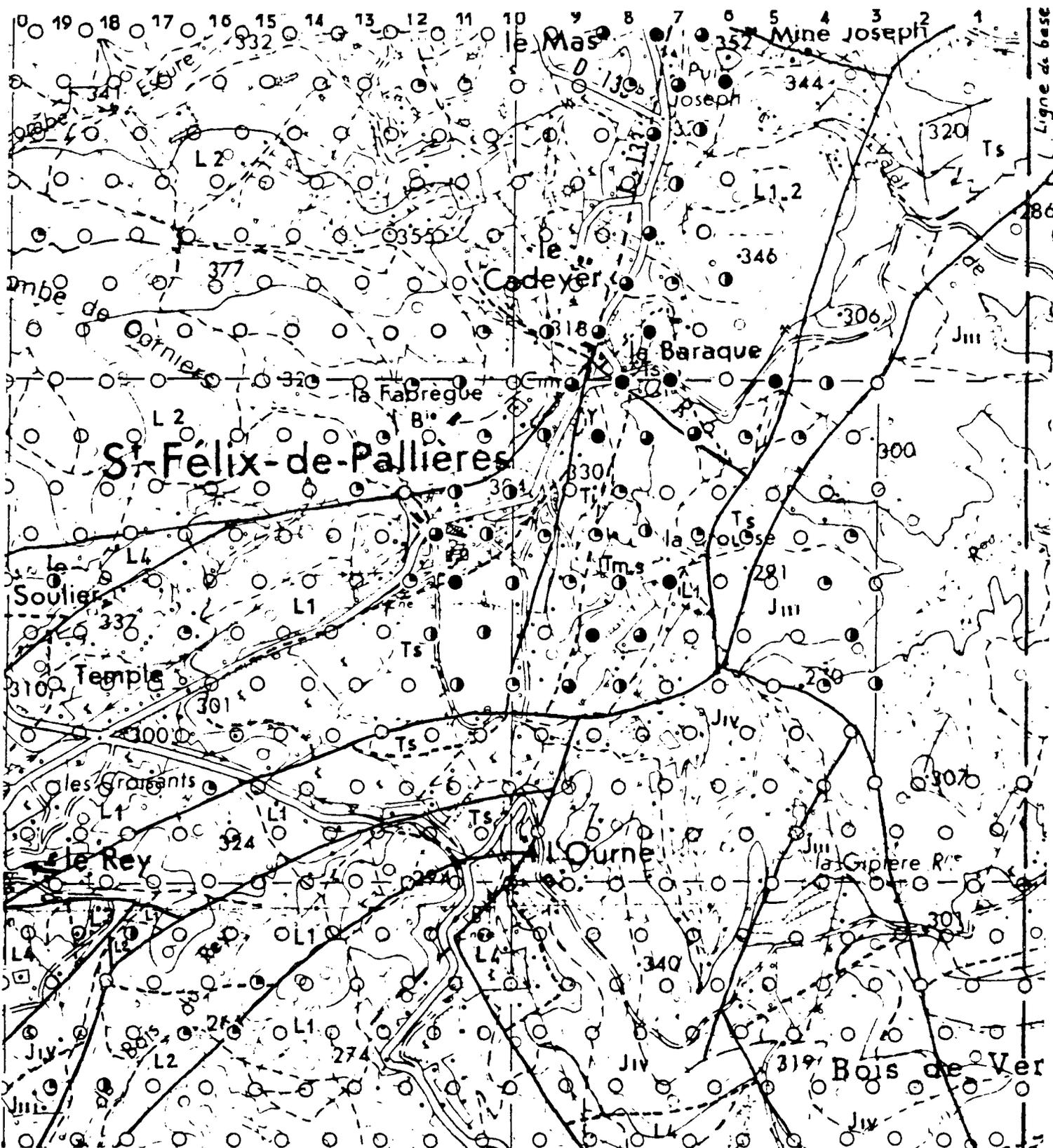
On peut éliminer d'entrée les minéralisations incluses dans le Lotharingien (1 seul cas) et le Trias (2 cas, très éloignés l'un de l'autre). Restent les minéralisations localisées dans l'Hettangien. Malheureusement, elles ne paraissent guère corrélables.

Examinons le cas du groupement CAD7-CA-CAD3. Les minéralisations valables du CAD7 sont situées dans l'Hettangien (supérieur ?) à la cote 240 ; celles du CA (pyrite massive) dans le Rhétien à la cote 265/270 ; celles du CAD3 dans l'Hettangien supérieur à la cote 180-185. Un quelconque raccordement entre ces 3 occurrences est plus que problématique !

Il en est de même du groupement CC-CAD6. Les minéralisations du premier nommé sont sur faille Sinémurien/Hettangien à la cote 250 ; celles du second sont dans l'Hettangien pratiquement sur faille Hettangien/Trias à la cote 145. La comparaison CAD3-CC ne donne rien de bon non plus.

Bref, les minéralisations intersectées en sondage apparaissent de qualité médiocre dans l'ensemble (la seule vraiment valable est au CAD3) et fort décousues. Impossible de supputer un volume minéralisé tant soit peu cohérent.

On doit se demander bien sur si la maille d'investigation réalisée est adaptée à la taille et à la forme de l'objet cherché. Rappelons que le gîte de la Croix de Pallières (100.000 t métal, ce qui, de nos jours, constitue certainement le stock minimum pour une exploitation) se projette sur une surface



B.R.G.M.

Division Sud-Ouest

mission Cévennes

PROSPECTION GEOCHIMIQUE Pb-Zn-F du DOME LIASIQUE de DURFORT
 et de la POINTE MERIDIONALE du HORST de PALLIERES

Légende géologique

- Bathonien
- Bajocien
- Lias marneux
- Pliensbachien
- Sinémur./Lothar.

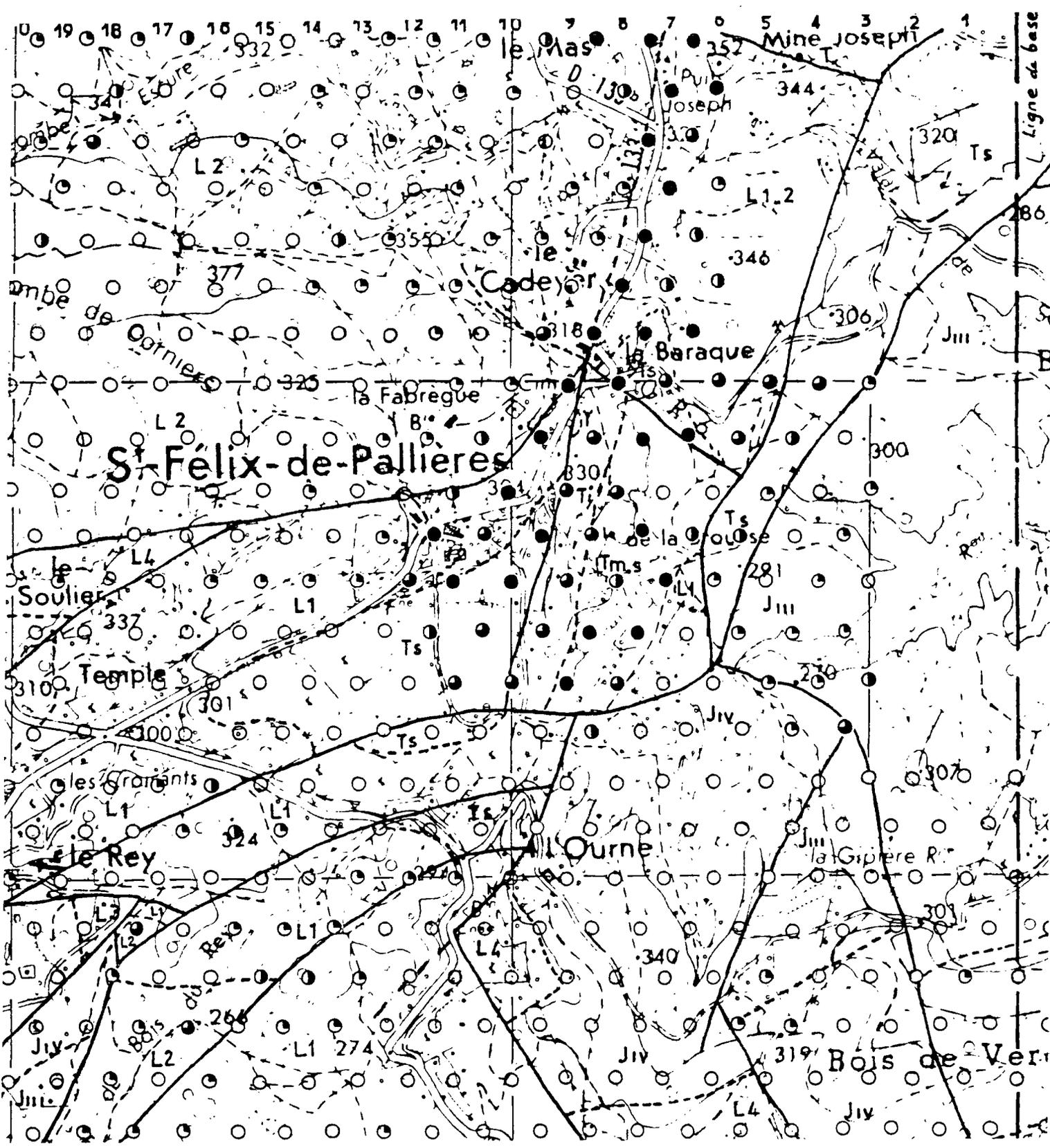
- Hettangien
- Trias sup.
- Trias moy.
- Trias inf.
- granite

Légende géochimique

- Zn
- > 1600 ppm
 - 800 à 1600
 - 400 à 800
 - 200 à 400
 - < 200 ppm

Echelle: 1/10000

Rapport 88.DAM.001.OP4 - Fig. 9A



B.R.G.M.

Division Sud-Ouest

mission Cévennes

PROSPECTION GEOCHIMIQUE Pb-Zn-F du DOME LIASIQUE de DURFORT
et de la POINTE MERIDIONALE du HORST de PALLIERES

Légende géologique

- Bathonien
- Bajocien
- Lias marneux
- Pliensbachien
- Sinémur./Lothar.

- Hettangien
- Trias sup.
- Trias moy.
- Trias inf.
- granite

Légende géochimique

- Pb
- > 800 ppm
 - 400 à 800
 - 200 à 400
 - 100 à 200
 - < 100 ppm

Echelle: 1/10000

Rapport 88.DAM.001.OP4 - Fig. 9B

d'environ 6 ha (mais qui comporte des "trous" de stérile). Une exploration par 17 sondages (décomptés CI et CJ qui ont été arrêtés dans l'Hettangien supérieur) sur environ 20 ha, est largement suffisante pour assurer la réponse ; et ce en dépit du fait que le niveau principal de minéralisation a été fréquemment manqué par les sondages et quelles que soient par ailleurs les conceptions et théories sur la morphologie et les facteurs de contrôle des gîtes recherchés.

53. Conclusion sur le panneau Cadeyer

Exploré à une maille dense (près d'1 sondage par hectare), le panneau Cadeyer a livré des minéralisations au Lotharingien, à l'Hettangien et au Trias.

Celles de l'Hettangien, relativement les plus intéressantes (notamment à CAD3) restent toutefois insuffisantes en qualité et décousues tant au plan stratigraphie que géométrie.

A quelques nuances près, déjà formulées, le bilan de cette recherche s'avère négatif.

6 - TRAVAUX EXECUTES SUR LE PANNEAU St FELIX DE PALLIERES (Fig.2 hors texte)

Deux sondages BRGM (610.75 m) ont exploré le secteur du cimetière de St Félix où se manifeste une anomalie géochimique (Fig. 9 A & B).

Celle-ci issue d'une couverture systématique à maille 100 x 100 de la pointe méridionale du horst de Pallières et du dôme liasique de Dunfort, est à cheval sur la faille de St Félix ; au Sud de cette faille, elle concerne les terrains hettangiens (2 points >400 et 5 >800 en Pb, 4 >400 et 3 >800 en Zn), tandis qu'au Nord de la faille, elle concerne, mais dans une bien moindre mesure, les terrains lotharingiens (1 point >200 en Pb et 1 point >400 en Zn).

Les deux sondages sont situés respectivement dans l'un et l'autre panneaux.

61. Résultats stratigraphiques

Le sondage SFP2 offre une coupe complète, apparemment non faillée de l'Hettangien et renforcé, à ce titre, les acquis dans le domaine de la stratigraphie et de la sédimentologie de cet étage (voir p. 10).

La coupe structurale montre qu'au SFP1 (Fig. 10) l'Hettangien subit une ablation tectonique majeure.

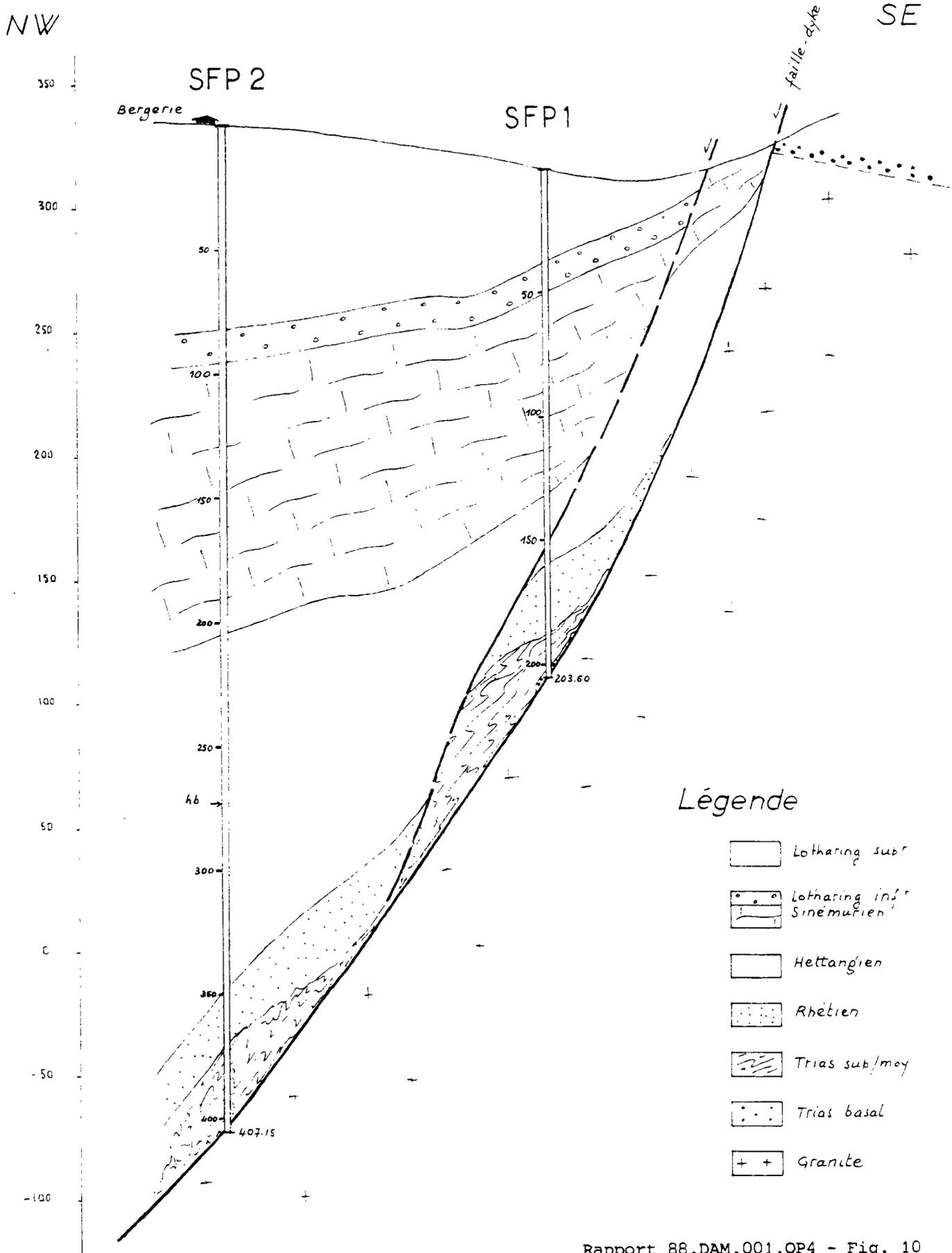
62. Résultats concernant les minéralisations

Les deux sondages comportent quelques très petites minéralisations dans la barre arénitique du sommet du Lotharingien inférieur (voir plus loin p. 12).

L'absence de toute minéralisation dans l'Hettangien n'apporte aucune confirmation à la supposition d'un lien entre l'anomalie géochimique et un amas minéralisé quelque peu significatif. L'anomalie pourrait relever d'indices fissuraux, apparemment modestes, tels que ceux visibles dans l'Hettangien au bord de la D133, 100 m au SW de St Félix de Pallières.

Panneau St FELIX de PALLIERES - Coupe passant par les sondages SFP 1 et SFP 2

Echelle 1:2000



63. Conclusion sur le panneau St Félix de Pallières

Les deux sondages effectués n'ont pas rencontré de minéralisation qui puisse être mise en relation avec l'anomalie géochimique de surface.

7 - ETUDES SCIENTIFIQUES MENEES SUR LE GITE DE LA CROIX DE PALLIERES EN TANT QUE MODELE DE REFERENCE ET SUR LES MATERIAUX NOUVEAUX ISSUS DES PROSPECTIONS BRGM.

Le propos se limitera ici à mentionner les travaux effectués, leur situation bibliographique et à rapporter, très succinctement, les résultats obtenus.

La stratigraphie fondamentale de l'Hettangien (Fig. 5 & 11 hors texte) et la reconstitution des environnements de dépôt, ont été abordés par l'étude pétrosédimentologique conjointement de coupes naturelles et de sondages.

Quatre des cinq coupes naturelles sont situées dans la vallée du Gardon d'Anduze (Corbès, le Ponteil, le Roc, Camp Soureille) ; elles ont été parfois globalisées sous le nom de coupe de St Jean du Gard. La coupe de Puechs est, elle située à 4,5 km au NNW de Généraignes(1) .

Les sondages étudiés proviennent :

- soit de la Vieille Montagne : CT, EE et EH(2),
- soit du BRGM : CPI implanté en limite immédiate des dépilages de la mine de la Croix de Pallières de façon à avoir une série de référence en contexte minéralisé(3),
CAD2, 4 & 9, SFP 2 (4).

La stratigraphie (Fig. 5) et les reconstitutions paléogéographiques des quatre étages du Lias carbonaté pour l'ensemble régional bassin de Mialet-Thoiras/horst de Pallières/dôme de Durfort/talus languedocien ont pu être établis grâce aux levés de coupes naturelles et aux études pétrosédimentologiques sur les sondages de Durfort (secteurs Vernissière et Cabane) (5).

Les données concernant la diagénèse et les figures de contrainte se trouvent plus ou moins dispersées dans les divers documents cités, mais

-
- (1) Bibliographie 17, 19 & 4 ; sur la coupe des Puechs, voir en outre 16 & 21.
 - (2) Bibliographie 24 ; le sondage CT, situé sur l'apex du horst, a été réétudié en 1981 en vue d'élucider le mécanisme de l'impressionnante réduction d'épaisseur de l'Hettangien entre horst et bassin (biblio. 23 & 4).
 - (3) Bibliographie 19 & 4.
 - (4) Bibliographie 17 & 3 pour CAD2, 18 & 4 pour CAD4, 16 pour CAD9, 19 & 4 pour SFP2.
 - (5) Bibliographie 20 , 21 et 25

l'essentiel en a été rassemblé dans Bibliographie 4 et 25. En revanche tout ce qui se rapporte à la microchimie de séries sédimentaires, aux minéralisations et aux critères physicochimiques de leur mise en place (matière organique, inclusions fluides, isotopes) se trouve rassemblé dans Bibliographie 4 et 25. Les études abordant l'état des contraintes au cours du Trias et du Lias carbonaté se trouvent dans Bibliographie 4, 9, 10 et 25.

Les résultats d'ensemble de tous ces travaux se trouvent consignés essentiellement dans Biblio 4, et ont été brièvement présentés dans Biblio 6. On en trouvera ci-après la teneur.

71. Stratigraphie de l'Hettangien (Fig. 5 & 11 hors texte)

Très mal connue jusqu'à présent (série relativement peu différenciée et entièrement dolomitisée), elle a été établie à partir du dépouillement pétrographique des sondages et coupes naturelles citées ci-dessus.

La série (135 m environ) s'organise en 3 séquences klupféliennes dénommées IABC, IIA et IIB. En voici brièvement la composition :

- discontinuité ravinante séparant l'Hettangien du Sinémurien,
- IIB (20 à 25 m) : arénites massives, oolithiques, comportant au sommet des dépôts stratifiés d'avant-barrière remaniant des crinoïdes. Des apports quartzeux avec intraclastes signalent les importants remaniements dus à la remontée générale des fonds à cette époque.

La partie supérieure IIB2 est riche en bioclasts (débris de crinoïdes et échinides) et admet des venues substantielles de terrigènes (quartz) ; le milieu de sédimentation est marin littoral.

La partie inférieure IIB1 est remarquable par la variété et la rapidité des variations latérales de faciès ; elle s'avère riche en bioclastes roulés, en intraclastes, en détritiques quartzeux et en débris charbonneux, tous indices d'importants remaniements côté amont. Des textures fenestral signalent des épisodes subaériens.

- II A (50 m environ) : grande variété de faciès mais dans un environnement marin constant et caractérisé ; on rencontre en effet des contextes de barrière à tendance périrécifale (oolithes, polypiers, lamellibranches), des dépôts plus abrités (pellets, coprolithes) et des milieux plus profonds (vasières, entroques). La séquence se termine de façon à peu près constante par des laminites algaires (colmatage du bassin).

La partie supérieure IIA2 traduit une subsidence nette avec apport de matériel marin, fin, sombre, un peu argileux, à grosses entroques autochtones ; par place, dépôts bioclastiques à oolithiques avec occurrences de polypiers ; le niveau terminal de micrites claires à laminites algaires est un bon niveau repère (encore que non régulier).

La partie inférieure IIA1 évolue de faciès à énergie assez forte (avec localement faciès récifaux) vers des faciès de basse énergie (mudstone à filaments organiques et fenestrae).

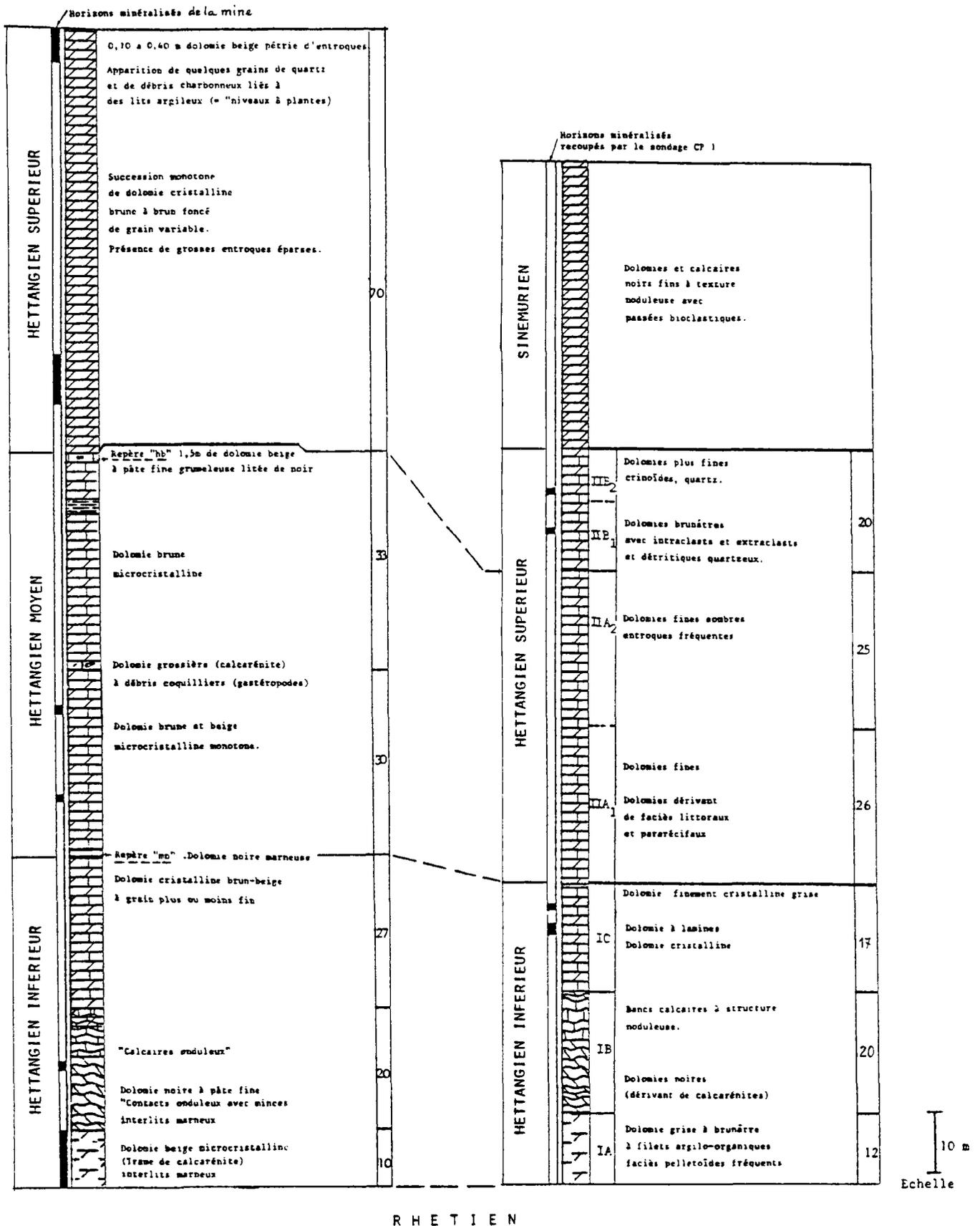
- IC (25 m environ), terme massif, avec arénites ravinantes à la base et parfois niveau stromatolithique beige au sommet (1) ; il marque l'achèvement de la séquence régressive 1.
La partie supérieure consiste en dolomie grise finement cristalline, monotone à pellets ; la partie inférieure évolue de faciès assez grossiers à la base vers des dolomies noires à film argilo-organiques au sommet, parfois en texture laminée; des déformations hydroplastiques signalent l'activité épirogénique du horst.
- IB (20 m environ) : dolomies (parfois calcaires ; c'est le seul terme de la série qui est localement préservé en calcaire) fines, noires, argileuses, alternant avec des dolarénites plus claires, bioclastiques (débris de lamellibranches, gastéropodes, échinides, polypiers, ostracodes). Le débit est nettement onduleux (rubans et délits argileux noirs séparatifs des bancs carbonatés). La faune benthique abondante (mytilidés) souligne le caractère marin infralittoral abrité voire confiné des dépôts. A signaler un niveau hydromorphe et des discontinuités microkarstiques à fentes et dissolutions vadoses précoces. Ce niveau est l'équivalent des "calcaires onduleux de Parlatges" (Lodévois) datés par *Psiloceras planorbis*.
- IA (12 à 18 m) : dolarénites grises, assez fines, monotones, pelletoidales, avec filets argilo-organés. Le milieu de dépôt est assez confiné sous faible tranche d'eau, en domaine lagunaire à palustre avec incursions marines. C'est le début de la transgression.

On soulignera les faciès ou événements remarquables :

- au sommet le terme IIB : la forte dynamique, les fortes variations latérales, l'invasion par les terrigènes et intraclastes, ça et là les textures fenestrate signent bien la remontée des fonds et la reprise de l'érosion sur les dépôts plus amont.
- au milieu, le terme IIA2 correspond à l'ouverture maximale de la plate-forme au milieu marin (entrouques autochtones) ; il s'achève sur un faciès de colmatage assez constant pour servir de niveau-repère.
- vers la base, le terme IB, d'allure très caractéristique, avec ce mélange d'arénites bioclastiques et de rubans argileux noirs en lits très onduleux, riches en faune benthique intacte.

Toute cette sédimentation relève d'un environnement de plate-forme interne. On y trouve réunis deux caractéristiques sédimentologiques importantes pour la genèse des gîtes : des faciès confinés à argiles noires organées (framboïdes de pyrite) et des arénites (grain- et packstones) dotées d'une forte porosité matricielle et très prédisposées à la dolomitisation.

(1) Il a été fréquemment l'objet de confusions avec le niveau repère de même faciès situé au sommet du IIA2 ; d'autant que l'un comme l'autre peuvent manquer (absent ou bien démantelé comme cela se voit à CAD4 & 5) et que la forte tectonisation des coupes rend le repérage parfois délicat.



Correspondance entre les anciennes (LEENHARDT) et nouvelles (LE NINDRE) subdivisions de l'HETTANGIEN

(extrait de AUBRAQUE et alii, 1981, rapport Action Concertée DGRST 78.07.0211).

Correspondance avec la série telle que décrite par R. Leenhardt (Fig.12)

Le repère "mn" (dolomie noire marneuse), à 57 m de la base, semble être l'équivalent de la base du IIA1 ; le repère "hb" (dolomicrite beige laminée et ou à fenestrae), à 110 m de la base, semble être l'équivalent du sommet du IIA2 ou parfois du IC (1) .

L'Hettangien, dans sa nouvelle définition, est nettement plus court (135 m) que dans l'ancienne (190 m) : presque tout l'Hettangien supérieur de Leenhardt est, en effet, devenu du Sinémurien inférieur.

Dans le "nouveau log", les 5 amas minéralisés de la Croix de Pallières se positionnent ainsi :

- Sinémurien "moyen" : petit amas (1 % du gisement total),
- Sinémurien inférieur : amas du Bois Noir (10 %),
- Hettangien supérieur IIB : amas dit du 220 (8 %),
- Hettangien inférieur IB : amas des "onduleux" (3%),
- Hettangien inférieur IA : amas "principal" (70 %).

72. Chronostratigraphie des matériaux Sinémuro-Lotharingiens (Fig. 5)

La succession lithostratigraphique est la suivante :

- sommet** - 70 à 75 m : calcaire bleuté pelletoidal et finement bioclastique (entroques) à film argileux et chailles, présence de Gryphées ; environnement circalittoral.
- 25 m : barre calcarénitique à calciruditique fréquemment dolomitisée, à oolithes, intra et bioclastes (dont des entroques) ; environnement d'avant-barrière.
- base** - 120 m : calcaires (dolomies vers la base) bleutés argileux noduleux ; la sédimentation dominante fine, sombre, pelletoidale, à faisceaux de filets argileux (wackestone) accepte fréquemment des bouffées bioclastiques (pentacrines, gastéropodes) et graveleuses (packstone). Vers le haut, les calcarénites se font dominantes ; elles sont fines, grises, avec chailles et spicules ; environnement circalittoral distal évoluant vers le proximal.

Les faciès de haute énergie de la barre calcarénitique sont corrélables avec ceux du domaine minéralisé de Durfort un peu plus au Sud. Dans les deux cas, ils indiquent une forte remontée des fonds ou une saturation du bassin (passage de l'infralittoral distal à la barrière). A Durfort, ces faciès sont clairement datés du Lotharingien inférieur par des Astéroceras, et par le fait qu'ils sont surmontés par des calcaires bleutés à chailles eux-mêmes bien datés du Lotharingien supérieur par des Echio et Paltéchioceras.

(1) Identification difficile dans les cas où la série est tectonisée.

Les trois ensembles lithostratigraphiques précités, sont donc attribués respectivement au Lotharingien supérieur, au Lotharingien inférieur et au Sinémurien.

Il y a là une certaine approximation de commodité : il est en effet très probable que le Lotharingien inférieur, en tant qu'étage, descend peu ou prou dans le terme lithologique des calcarénites grises à chailles, voire même dans les calcaires bleutés noduleux.

Signalons que la barre dolarénitique comporte assez fréquemment des minéralisations, généralement petites, en Zn-Pb : zone du puits Huguet entre Valleraube et les Marchands, CAD8, la Baraque, sondages CL et CN en panneau "Serre Rouge", zone du Col du Puits n°1, zone de suite à l'Ouest des bassins de décantation de la mine.

73. Le gisement : cadre paléostratigraphique, paragénèses minérales, conditions de genèse.

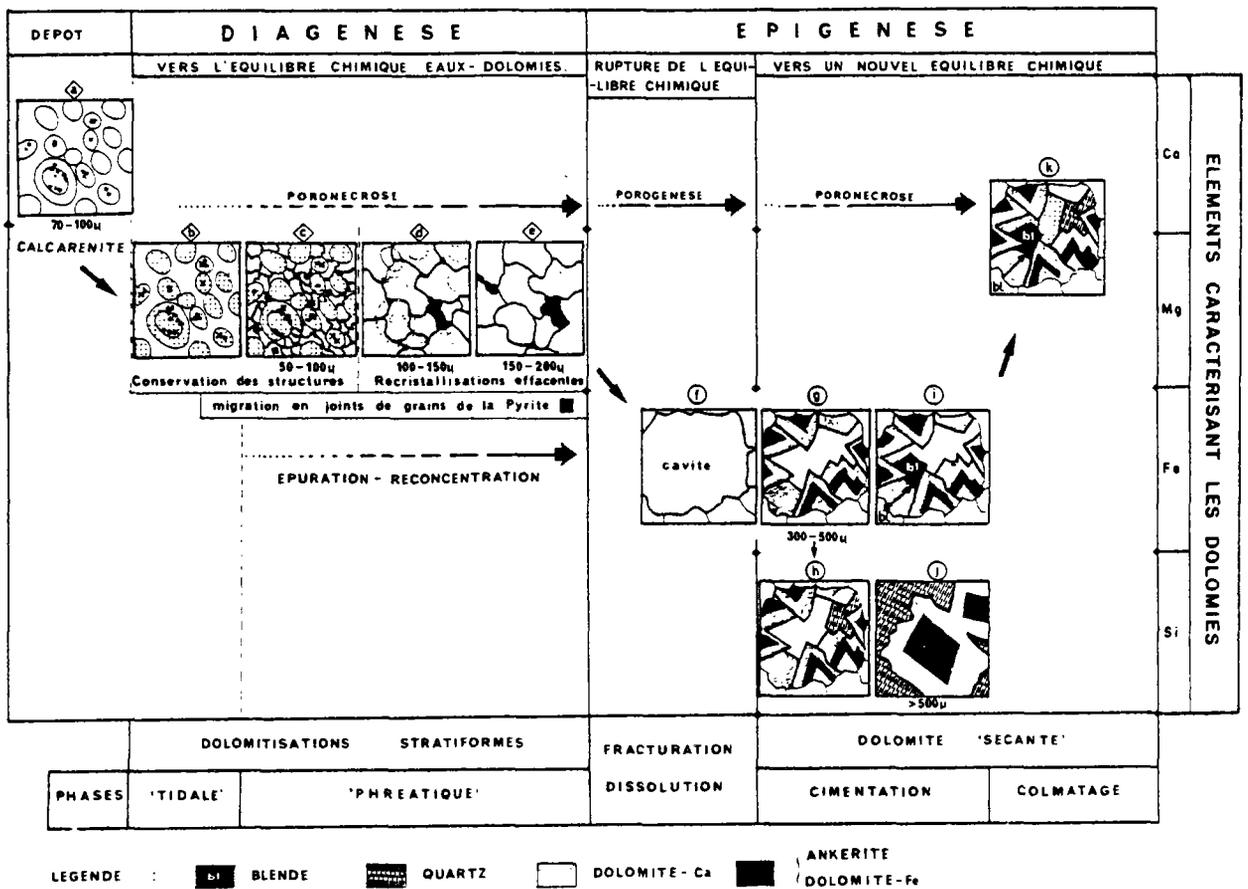
Le horst tertiaire au flanc duquel le gîte de la Croix de Pallières est accroché correspond, on l'a déjà indiqué, à une paléostructure active dès le Mésozoïque. Le bombement est sensible dans la sédimentation triasique (série mince et non évaporitique sur le horst, épaisse et évaporitique dans le bassin), mais, par contre, se marque peu dans la nature de la sédimentation au cours de l'Hettangien ; les spectaculaires variations d'épaisseur qu'accuse l'Hettangien entre le horst et le bassin (déjà évoquées) doivent être rapportées non à une activité épirogénique permanente tout au long de l'Hettangien, mais à une érosion provoquée par la remontée du horst à la fin de cette époque. De cette érosion, on retrouve effectivement des produits de démantèlement tout à fait caractéristiques (terrigènes abondants, lithoclasts) piégés dans des couloirs légèrement déprimés par rapport à la morphologie d'ensemble. La sédimentation détritique fini-hettangienne des zones basses, est donc concomitante de l'érosion sur les zones hautes.

Le fait que les logs de l'Hettangien, si variables soient-ils en épaisseur, soient corrélables en partant de la base, conforte bien que *l'Hettangien est raboté à partir du haut*.

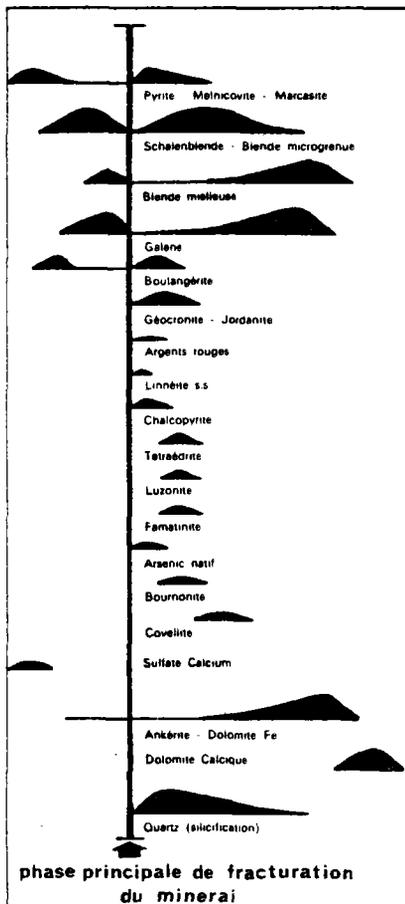
Une surface de discontinuité majeure sépare l'Hettangien érodé (exondé et karstifié très probablement) (Le Strat et Giot, 1976) des faciès circalittoraux sinémuriens surincombants (calcaires argileux noduleux bioclastiques).

Pour ce qui est des environnements sédimentaires à priori favorables, dans un tel contexte, à la formation des sulfures, il convient de souligner outre la présence d'évaporites sulfatées dans le Trias du bassin marginal de Mialet-Thoiras, le cachet de plate-forme interne des sédiments hettangiens ; ceux-ci se montrent en effet sujets à évolutions rapides soit vers des faciès fins confinés le plus souvent réducteurs, soit vers des faciès de milieu ouvert, grenus et poreux, et entièrement dolomitisés (Le Nindre et l'Homer, 1979).

Si les dolomies hettangiennes présentent fréquemment des framboïdes de pyrite, on n'a jamais pu, par contre, y observer de préconcentrations précoces de blende (comme c'est le cas à Bois-Madame, par exemple). La géochimie en roche montre de plus que les dolomies encaissantes du gîte, non seulement ne sont pas anormales en Zn-Pb, mais qu'au contraire elles accusent un déficit en ces métaux (Barbier, 1979).



La Croix-de-Pallières nature et chronologie des dolomites en relation avec les principales phases minérales (sulfures et silice)

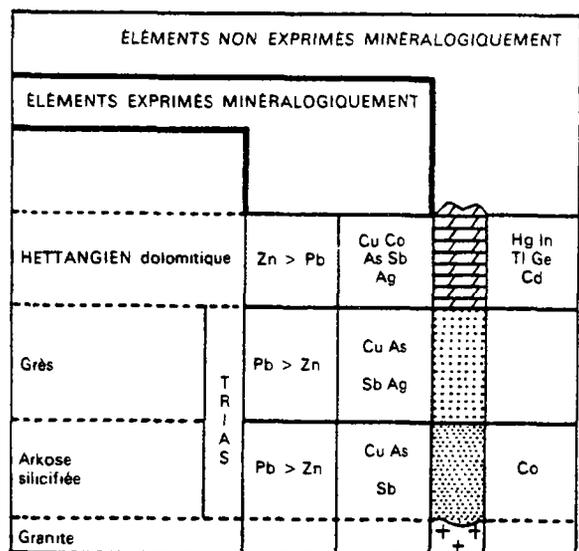


Succession paragénetique des minerais hettangiens de Pallières-Joseph.

GISEMENT de la CROIX de PALLIERES

*Evolution paragénetique
Minéralogie des minerais
Géochimie des minerais*

(extrait de AUBAGUE et alia 1982)



Distribution des éléments dans les minerais suivant leurs positions dans la série stratigraphique

Si l'on ajoute à ces données :

- le fait que les reconstitutions paléogéographiques établies pour les principales unités lithostratigraphiques de l'Hettangien ne situent pas l'amas principal dans un environnement sédimentaire différenciable du contexte régional (Le Nindre et L'Homer, 1979),

- le fait que les amas stratoides le sont moins qu'il n'a été dit (le sondage Croix de Pallières 1 n'a pas retrouvé la minéralisation dite "principale" alors qu'il était implanté à quelques dizaines de mètres des anciens dépilages de cet amas),

on voit que font défaut les arguments qui étayeraient l'élaboration de ces minéralisations Zn-Pb à un stade précoce au cours de processus syn- à diagénétiques.

Par contre, apparaît un faisceau de faits et d'arguments nouveaux :

- le rôle capital des contrôles structuraux dans la localisation du gîte, qui est situé à l'intersection d'une faille régionale vivante, en bordure de plate-forme, et d'accidents transverses d'âge hettangien. En ce point privilégié, les contraintes mécaniques liées aux phases d'épirogénie qui se répètent au cours du Lias et du Dogger, ont pu constituer un volume de roches fracturées/fissurées apte à véhiculer les fluides minéralisant. Les pièges susceptibles de capter les sulfures sont de plusieurs types : volumes fracturés (brèches), niveaux de dolarénites, décollement dysharmonique ; ce dernier cas concerne le contact Hettangien-Rhétien, qui, en limite de formations de compétence très différente, joue un rôle original dans l'accueil de l'amas "principal".

- l'importance des processus de dissolution-précipitation dans la mise en place des minéralisations et de leurs gangues : dissolution des dolomies et élargissement des vides primitifs (de toute taille y compris les pores intercrystallins) par percolation d'eaux salines et chaudes (comme l'indiquent les mesures sur inclusions fluides) ; précipitation dans les vides ainsi créés de dolomite ferrifère (voire d'ankérite), de pyrite, de sulfure de Zn et de Pb et enfin de silice (Fig. 13A). La dolomite ferrifère, plus ou moins accompagnée de pyrite, est la phase minérale la plus répandue dans et autour des amas miniers. Sécante sur la série hettangienne, postérieure aux dolomitisations diagénétiques, elle apparaît clairement comme épigénétique : il ne peut qu'en être de même des minéralisations en sulfures Zn-Pb dont la dolomite ferrifère est la gangue habituelle.

- l'existence, probablement aux mêmes époques, d'un gradient géothermique anormalement élevé, révélée par le degré d'évolution de la matière organique et par les températures d'homogénéisation des inclusions fluides. Ce gradient, d'extension régionale, s'accroît à l'approche du horst et peut culminer dans de véritables "cheminées" thermiques. On peut en constater les effets dans la zonalité verticale qui affecte certains éléments chimiques et certains minéraux complexes au sein du gîte (Fig. 13C).

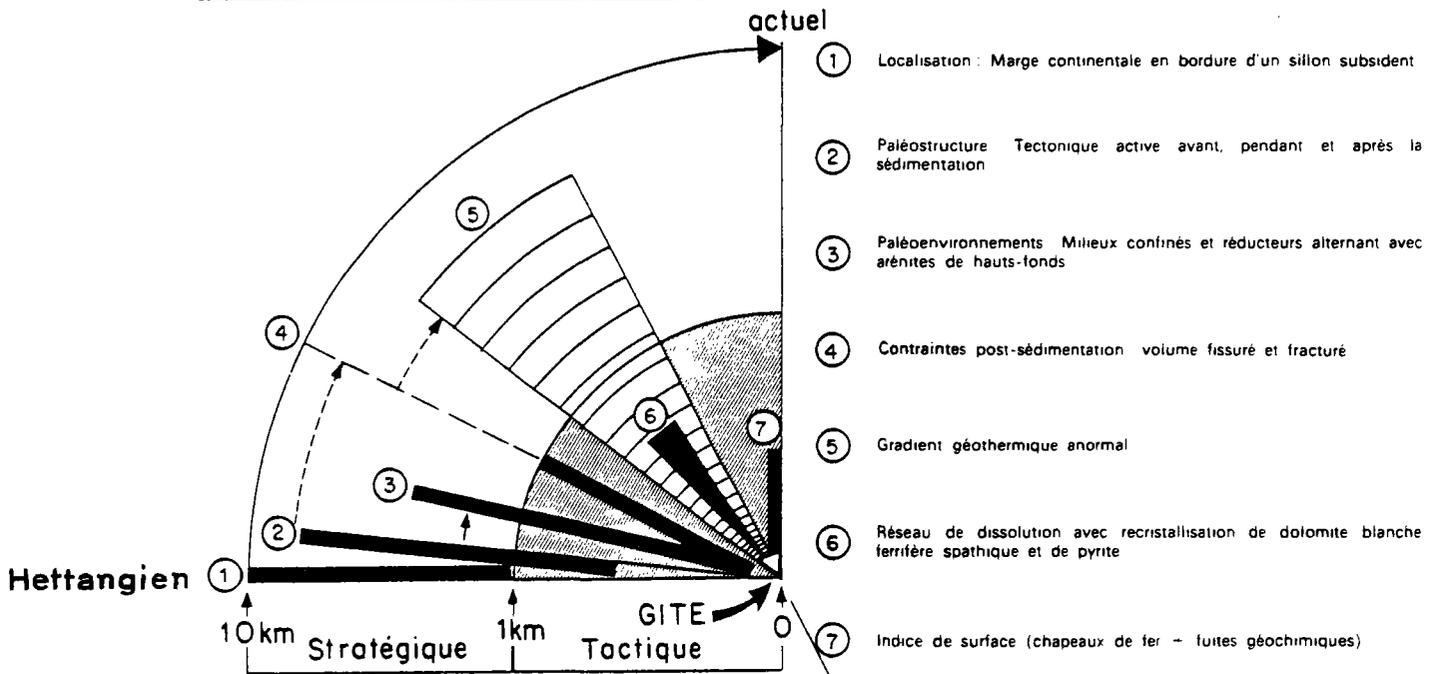
- la détection d'éléments en trace singuliers tant dans les minerais que dans la série immédiatement encaissante. Ces éléments (Co, Ti, As, In, Ge, Sb, Hg) attestent d'apports étrangers aux terrains hettangiens, en provenance très probable du socle ou du tégument détritique de la base du Trias. Ces métaux peuvent s'exprimer au travers d'espèces minérales complexes qui donnent aux paragenèses sulfurées un net cachet épi à mésothermal (Fig. 13E). Ces éléments

PRINCIPAUX GUIDES d'EXPLORATION

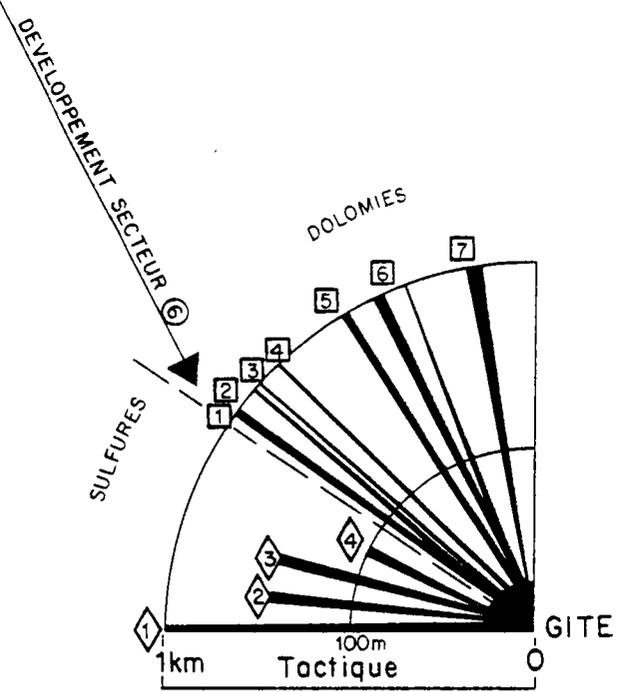
pour la RECHERCHE de GISEMENTS de TYPE CROIX de PALLIERES

(extrait de AUBAGUE et alias 1982)

A A L'ECHELLE DE LA PROVINCE. GUIDES GEOLOGIQUES



- ① Pyrite fissurale
- ② Pyrite + melnicovite
- ③ Paragenèse complexe méso à épithermale
- ④ Présence d'éléments en traces singuliers (Ti, As, Hg...)
- ① Présence de dolomites ferrifères et d'ankérites spathiques
- ② Silicification
- ③ Gradient d'évolution de la matière organique
- ④ Augmentation du rapport Co/Ni
- ⑤ Anomalie « positive » en B, Sr, Co, Pb dans la phase argileuse
- ⑥ Diminution du Sr et augmentation de Mn dans les dolomies
- ⑦ Anomalie « négative » en Zn dans les dolomies



B A L'ECHELLE DU GITE ET DE SON ENVELOPPE. GUIDES GEOCHIMIQUES ET MINERALOGIQUES

qu'ils s'expriment sous forme chimique ou minérale, présentent une zonalité verticale qui traduit la circulation per ascensum de fluides chauds (cf. ci-dessus).

Toutes ces données s'assemblent pour faire des minéralisations sulfurées de la Croix de Pallières des dépôts épigénétiques dus à une circulation per ascensum d'eaux chaudes et salines. L'origine du Zn et du Pb reste cependant conjecturale. L'âge d'un tel gîte est encore mal précisé : il pourrait se situer entre le Lotharingien (qui, au col du Puits 1, contient des minéralisations apparemment consanguines de celles de l'Hettangien) et le Bathonien (période de bouleversement dans l'état des contraintes, âge de la recristallisation régionale des illites, âge de l'altération hydrothermale de filons spilitiques dans le socle proche).

La nouvelle définition proposée pour le gîte est la suivante : "gîte de couverture, pseudoconcordant, épigénétique, hydrothermal".

Les guides de recherche appropriés à des gîtes de ce type peuvent être hiérarchisés dans le temps et l'espace (Fig. 14). Parmi ces guides, on relève :

- une bordure active de marge continentale.
- un contexte sédimentaire cumulant de bas en haut :
 - * la présence conjointement d'évaporites sulfatées et de niveaux gréseux ;
 - * des dépôts carbonatés de plate-forme interne associant des faciès dynamiques et des faciès confinés ;
- un noeud structural correspondant à l'intersection d'accidents ayant une activité synsédimentaire ;
- la diagnose dans le matériel sédimentaire d'un gradient géothermique anormalement élevé : au niveau de détail la présence d'un dôme ou de cheminées thermiques ;
- la reconnaissance de phénomènes de dissolution-précipitation dans un réseau fissural ou géodique ;
- le cachet mésothermal et (pour partie au moins) "étranger" de ces remplissages épigénétiques.

Dans une telle vision, les amas se localiseraient à l'intersection de niveaux-magasins (ou de plans de décollement dysharmonique) et de failles - drain. Si les premiers sont aisés à repérer dans la colonne stratigraphique, il n'en est pas de même des secondes qui sont soit cachetées par la sédimentation ultérieure (si elles n'ont pas rejoué) soit au contraire occultées par les rejeux postérieurs ; d'où la difficulté d'une approche prévisionnelle à l'échelle tactique. D'un autre côté, la morphologie des concentrations tend à se faire plus variée : elle peut certes être "stratoïde" (elle l'est de fait assez fréquemment), avec le risque de corps élémentaires restreints (série de galettes de faibles dimensions, plus ou moins étayées dans la série, comme on le voit à la Croix de Pallières), mais elle peut aussi devenir beaucoup plus "amas" (amas de brèche, amas "filonien", épousant une fracture ou un faisceau de fractures et partant beaucoup plus verticalisés).

La recherche de concentrations épigénétiques par substitution apparaît au total sensiblement plus difficile que la recherche de lentilles stratoides franches. C'est donc avec davantage de prudence qu'on formulera un bilan d'échec et d'abandon sur un prospect de ce type qui n'aurait rien donné à des stades d'investigation encore légers.

8 - CONCLUSION D'ENSEMBLE

Les recherches sur le flanc ouest de la pointe méridionale du horst de Pallières, recherches menées conformément au modèle géologique du gisement de la Croix de Pallières, n'ont pas apporté d'éléments encourageants.

Sur le panneau Cadeyer, la maille de sondages rend peu probable qu'on ait manqué un "poisson" digne d'intérêt.

Sur le panneau St Félix de Pallières, l'exploration a été beaucoup plus légère et l'anomalie géochimique à l'origine des travaux, reste pratiquement inexplicée.

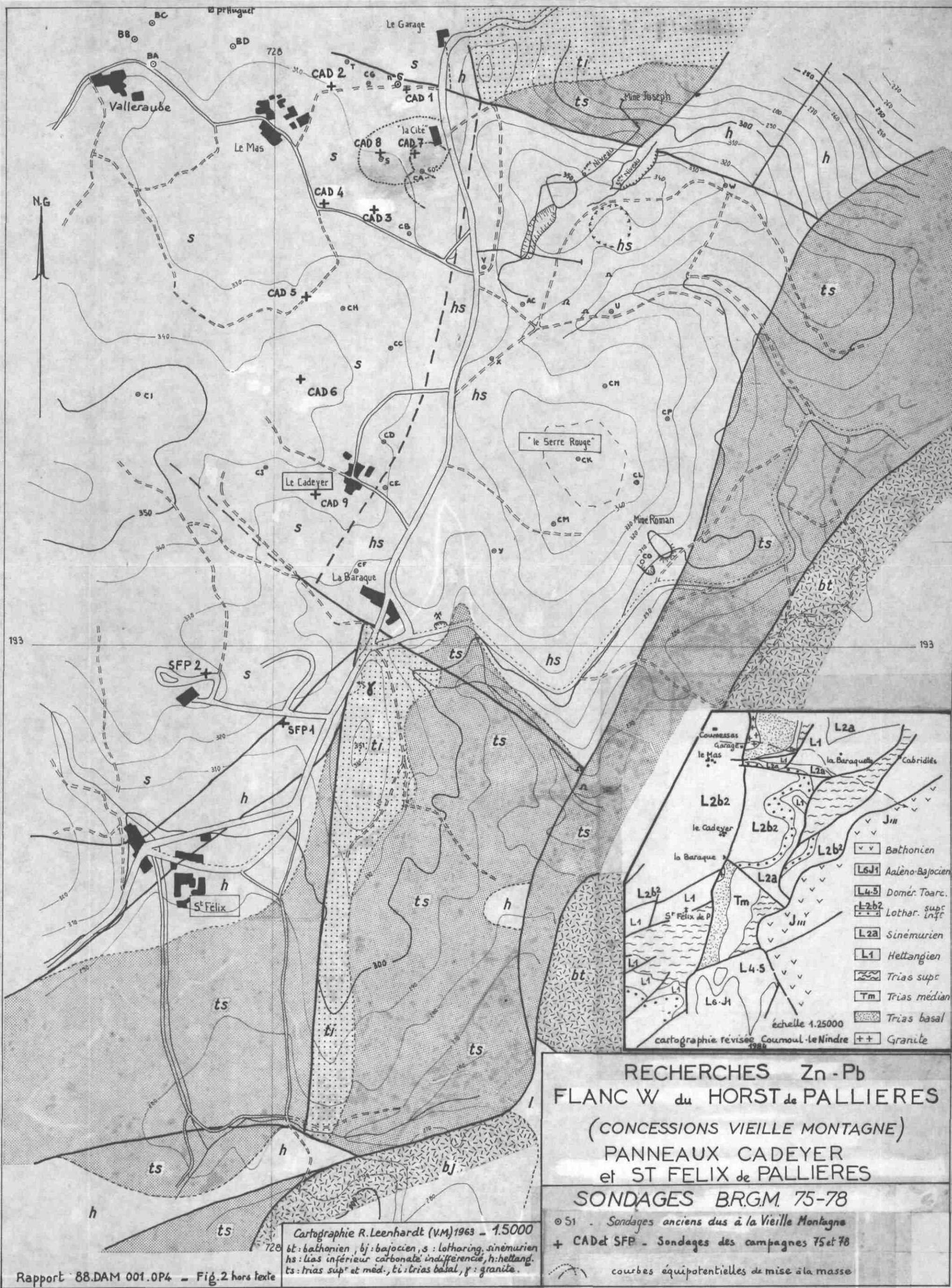
On prendra toutefois garde de moduler, cas par cas, les constats d'échec, en fonction de ce qui a été explicité plus haut sur la difficulté de pressentir quelles sont les fractures-drain et sur la morphologie éventuellement "fantaisiste" des concentrations recherchées.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - M. AUBAGUE (1975) - Recherche de nouvelles minéralisations Zn-Pb sur le flanc ouest du horst de Pallières (domaine V.M.) (bordure cévenole, Gard) - Exploration 1975 sur le panneau Cadeyer. Note BRGM/75 DSO 02.
- 2 - M. AUBAGUE, A. COUMOUL (1978) - Recherches Pb-Zn sur les concessions Vieille Montagne de Pallières et Durfort (Gard) ; état des travaux à fin 1978 - Note BRGM/Division SW.
- 3 - Collectif BRGM (coordination M. AUBAGUE, M. LELEU) (1980) - Recherche de guides de prospection pour les gîtes Pb-Zn liés aux strates en environnement carbonaté. Compte rendu de fin d'étude d'une recherche financée par la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique - Comité Valorisation des ressources du sous-sol - contrat 76.7.00 24.
- 4 - M. AUBAGUE, A. COUMOUL, Y-M. LENINDRE, A. L'HOMER, J-F. SUREAU (1981) - Recherche de guides de prospection pour les gîtes Pb-Zn liés aux strates en environnement carbonaté - Deuxième phase : le gîte de la Croix de Pallières (bordure cévenole, Gard). Compte rendu de fin d'étude d'une recherche financée par la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique - Comité Valorisation des ressources du sous-sol - contrat 78.07.0211.
- 5 - M. AUBAGUE (1982) - Note de synthèse sur les travaux de recherche effectués par V.M. sur le faite et le flanc est du horst de Pallières. Note BRGM/DSW.
- 6 - M. AUBAGUE, A. L'HOMER, J-F. SUREAU (1982) - Gîtes Pb-Zn liés aux strates en environnement dolomitique (Bois Madame, la Croix de Pallières, Figeac) - Chronique Recherche Minière n° 466, p 41-59.
- 7 - J. BARBIER (1979) - Géochimie en roche autour de quelques gîtes ou indices de Pb-Zn en milieu carbonaté. Bull du BRGM, section II, n°1, p 1-22.
- 8 - A. BERNARD (1958) - Contribution à l'étude de la province métallifère sous-cévenole. Thèse, Nancy.
- 9 - D. BONIJOLY (1985) - Etude structurale de la bordure occidentale du horst de Pallières (Gard) ; caractérisation du contexte structural des minéralisations à Fe-Pb-Zn. Rapport BRGM 85 SGN 530 GEO.

- 10 - D. BONIJOLY, J-M. FREDET (1983) - Tectonique et sédimentation triasiques dans le bassin mésozoïque d'Alès (Gard) - Rapport BRGM 83 SGN 752 GEO.
- 11 - L. CALEMBERT (1957) - Structure et minéralisation de la Montagne de Pallières (Gard, France). Ann. Ste Géolog. Belgique, t. LXXXI, p 839-68.
- 12 - P. COURTOT, J-P. LESCOP, R. MILLON, A. VAN DEN HOEK (1976) - Division Minière du SW ; essai de géophysique dans les forages 2 à 6 de Pallières (Gard).
- 13 - J-C. DUCHESNE (1964) - Présence de Thallium dans les sulfures de fer de la mine de Pallières (Gard, France). Ann. Ste Géolog. Belgique, t. 87, n° 7, p 225-232.
- 14 - R. LEENHARDT - Rapports et notes internes à la Société des Mines et Fonderies de zinc de la Vieille Montagne :
 Novembre 1966 : levé géochimique tactique du secteur de Driolles
 Novembre 1963 : nouvelles données géologiques apportées par la campagne de recherche sur la concession de Pallières.
 Mai 1968 : cartographie des groupes isopaques de l'Hettangien ; proposition d'un programme de recherche complémentaire.
 Novembre 1968 : Sondages EX, EY forés en Août-Septembre 1968 au Nord du hameau de Pallières; proposition d'un programme pour le secteur de La Ferrière.
- 15 - R. LEENHARDT (1972) - Le gîte plombo-zincifère de la Croix de Pallières - Bull. BRGM, 2è Sie, section II, n° 3, p 1-21.
- 16 - Y-M. LE NINDRE (1979) - Etude sédimentologique du sondage Cadeyer 9 (St Félix de Pallières, Gard). Rapport BRGM 78 SGN 344 GEO.
- 17 - Y-M. LE NINDRE et A. L'HOMER (1979) - Etude du contexte sédimentaire de deux gisements plombozincifères : St Félix de Pallières (Gard) et Figeac (Lot). Rapport BRGM 79 SGN 340 GEO.
- 18 - Y-M. LE NINDRE (1980) - Mission cévennes ; St Félix de Pallières, Durfort : campagne 1980, travaux de sédimentologie (coupe des Puechs, sondage Cadeyer 4, coupe St Jean du Gard, coupe transversale des Puechs à Durfort).
- 19 - Y-M. LE NINDRE et A. L'HOMER (1981) - Etude des formations hettangiennes et de leurs relations avec les amas sulfurés de Saint Félix de Pallières (Gard). Etude BRGM ES/03.12.81.
- 20 - Y-M. LE NINDRE (1983) - Synthèse des études sédimentologiques sur les formations du Sinémurien - Lotharingien entre Alès et Durfort (bordure sous-cévenole) - Années 1979-1980. Etude BRGM 83 GEO ES 014.

- 21 - Y-M. LE NINDRE, A. COUMOUL (1984) - Le Lias inférieur entre Alès et Durfort (bassin de Mialet-Thoiras, dôme de Durfort) ; bordure cévenole, Gard, France.
Programme Géologie Profonde de la France, thème 11 :
subsidence et diagénèse (Ardèche). Document BRGM 81-11.
- 22 - Y-M LE NINDRE (1984) - Cadre géologique des minéralisations de la bordure cévenole entre Alès et St Hippolyte du Fort -
Etude BRGM 84 GEO ES 071.
- 23 - P. LE STRAT, D. GIOT (1981) - Lias calcaire du sondage CT -
Etude BRGM ES (01) 06.81.
- 24 - R. LILLE (1967) - Etude de trois sondages de la mine de Pallières (Vieille Montagne).
Rapport BRGM DS 67 A 70.
- 25 - J-F SUREAU, Y-M LE NINDRE (1987) - Indicateurs pétrographiques et géochimiques pour l'exploration des gîtes cachés en environnement sédimentaire ; application à la bordure sous-cévenole (France).
Rapport de fin de contrat de recherche Commission des Communautés Européennes n° MSM-041-F.
Ce rapport contient deux annexes qui méritent citation séparée :
G. GONZALES - Recherche de gradients d'évolution dans la diagénèse de la matière organique dispersée. Rapports BRGM 84GEO-ES072 et 85 GEO-ET 044.
C. ROBELIN - Quelques types de minéralisations filoniennes à la périphérie du bassin de Mialet-Thoiras.
Rapport BRGM 84 GEO ES076.
- 26 - J-P. VAN WELDEN (1966) - Prospection géochimique dans le secteur Anduze - Tornac.
Note interne SMFZVM.
- 27 - K. YOUSSEFI (1973) - Relations entre la minéralisation et l'évolution sédimentologique-diagénétique et géochimique du Lias inférieur dans le gisement Pb-Zn de St Félix de Pallières (Gard). Thèse. Paris VI.



**RECHERCHES Zn-Pb
FLANC W du HORST de PALLIERES
(CONCESSIONS VIEILLE MONTAGNE)
PANNEAUX CADEYER
et ST FELIX de PALLIERES**

SONDAGES BR.G.M. 75-78

○ S1 - Sondages anciens dus à la Vieille Montagne
+ CAD et SFP - Sondages des campagnes 75 et 78
— — — courbes équipotentielles de mise à la masse

Cartographie R. Leenhardt (V.M.) 1963 - 1:5000
bt: bathonien, bj: bajocien, s: lotharing, sinémurien
hs: lias inférieur carbonate indifférencié, h: hellang.
ts: trias sup et méd., ti: trias basal, γ: granite.

LOG du SONDAGE CADEYER 1

OBJECTIF : Recherche minéralisations stratiformes Pb-Zn dans l'Heltingien du flanc Ouest du Horst de Pallières (Panneau Cadeyer)

Symbole : 30-CAD 1

Departement : GARD

Commune : St FELIX de PALLIERES

Coupure : La VIGAN 3-4

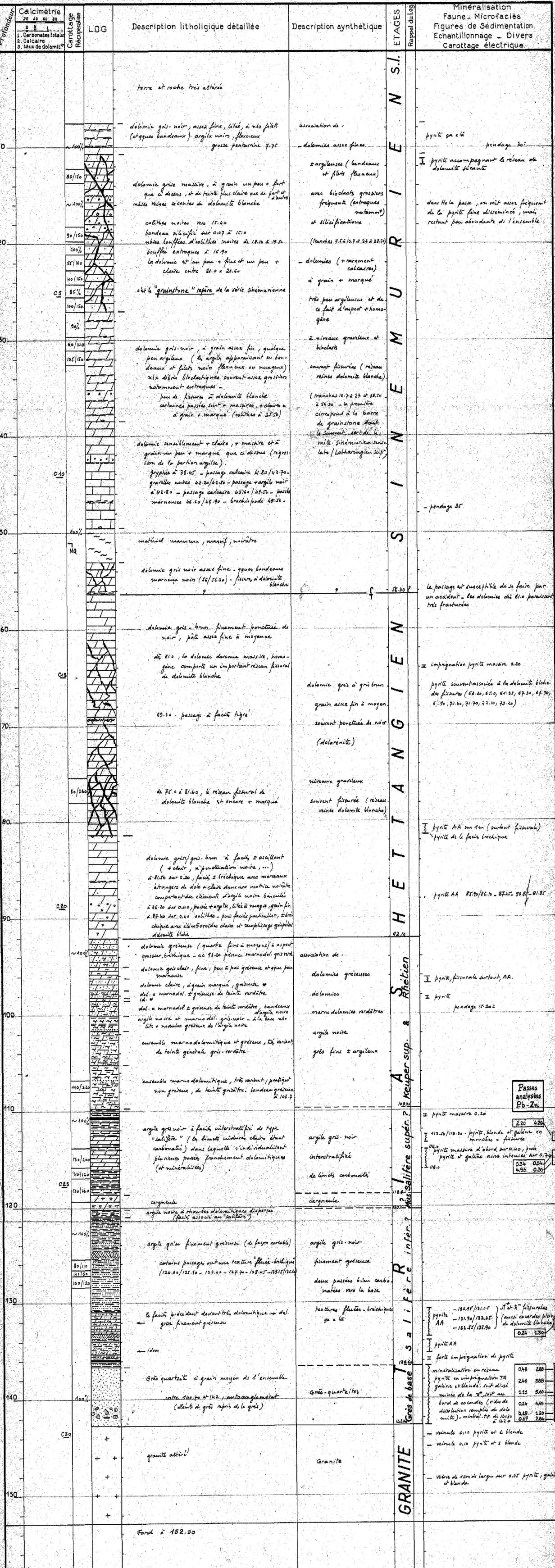
Coordonnées Lambert
X : 728.185
Y : 193.80
Z : 316.12

Exécuté du 2.8.75 au 12.8.75

Fond à : 152.90

Echelle : 1/200

Coupe résumée				Minéralisations principales							
Etages	de	à	Puis	Lithologie	Etage	Lithologie	Nature et Forme	passé de	à	Teneurs pondérées Pb Zn	
Sinemurien s.l.	0	56.30		biodol (calc) arénites argiles	Solifère	dolomies	pyrite, blende, galène, impregnation et fissures	112.20	113.40	0.90 0.50 1	2.2 4.2
accident possible Heltingien	56.30	92.10	35.8	dolarenites	Solifère	dolomies	pyrite, blende, galène, impregnation et fissures	114.25	115.10	0.75 0.75 1	0.36 -
Phénien-Keuper sup	92.10	109.30	17.6	dolo. grès, grès, marnodol.	Solifère	dolomies	pyrite, blende, galène, impregnation et fissures	115.10	115.90	0.80 0.80 1	4.96 0.3
Sablières et Musc.	109.30	136.60	27.9	argiles noires grès succaton banes dolomitiques	Grès de base	grès - quartzite	pyrite, blende, galène, réseau d'impregnation + coarctes pleines de dolomite blanche	132.0	133.10	1.10 1.10 1	0.25 1.3
Grès de base	136.60	142.70	6.1	grès quartzites	Grès de base	grès - quartzite	pyrite, blende, galène, réseau d'impregnation + coarctes pleines de dolomite blanche	136.60	137.75	1.15 1.15 1	0.68 2.88
Granite	142.70				Grès de base	grès - quartzite	pyrite, blende, galène, réseau d'impregnation + coarctes pleines de dolomite blanche	137.75	138.85	1.10 1.10 1	2.46 5.88
					Grès de base	grès - quartzite	pyrite, blende, galène, réseau d'impregnation + coarctes pleines de dolomite blanche	138.85	140.15	1.30 1.30 1	1.11 5.60
					Grès de base	grès - quartzite	pyrite, blende, galène, réseau d'impregnation + coarctes pleines de dolomite blanche	140.15	141.35	1.20 1.20 1	0.24 4.44
					Grès de base	grès - quartzite	pyrite, blende, galène, réseau d'impregnation + coarctes pleines de dolomite blanche	141.35	142.10	0.85 0.85 1	0.20 1.20
					Grès de base	grès - quartzite	pyrite, blende, galène, réseau d'impregnation + coarctes pleines de dolomite blanche	142.10	142.65	0.55 0.55 1	0.67 2.84



LOG du SONDAGE CADEYER 2

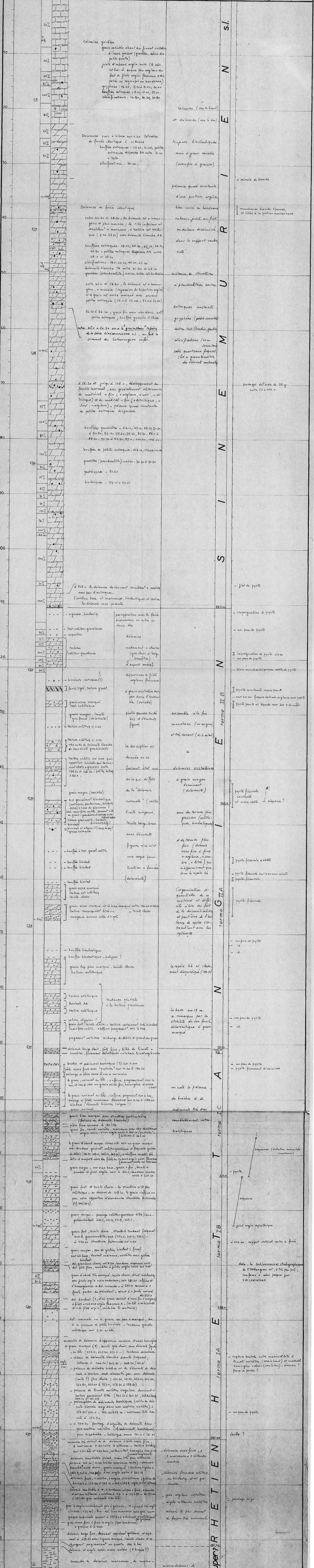
OBJECTIF : Recherches minéralisations stratiformes Pb-Zn dans l'Helhangien du flanc Ouest du Horst de Pallières (Massif Cadéyer)

Symbole : 30-CAD2

Département : GARD-30.
Commune : St. FELIX de PALLIERES
Coupure : Le VIGAN
IGN : 3/4
Coordonnées Lambert : X : 728.080, Y : 193.805, Z : 320 ± 1
Exécuté du 13.8.75 au 9.9.75
Fond à : 287,30
Echelle : 1/200

Coupe résumée				Minéralisations principales						
Etages	de	à	Puits	Lithologie	Etage	Lithologie	Nature et Forme	Passé de	à	Minéraux pondérés
Sinemurien s.l.	0	110,50		calcaires puis dolomies bioclastiques, 60% sont argiles - Gryphées, entroques, silifications -						
Helhangien	110,50	261,65	151,15	dolomies cristallines à structure oolithique, bioclastique ou calcarenitique.						
Atélien	261,65			dolomies (est gréseuse), grès argileux noirs marno-dolomies verdâtre						
Keuper			fond							

Rapport BRDAM 001.094 - Fig 15B



LOG du SONDAGE St FELIX de PAL. 2

(1ère Feuille)

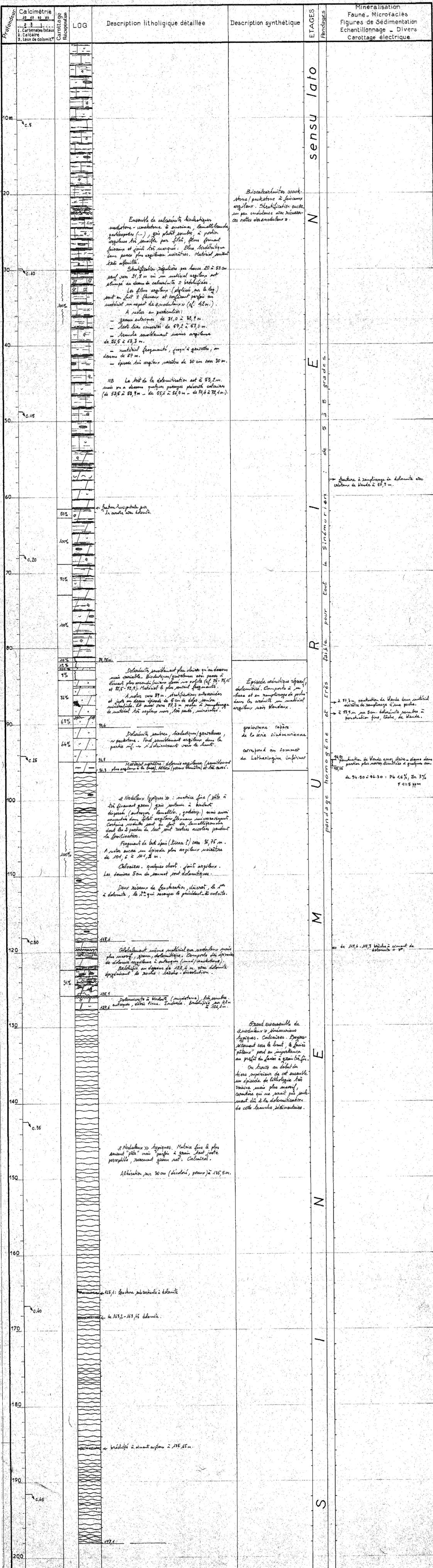
OBJECTIF : Recherches minéralisations stratiformes Pb-Zn dans l'Horstang du flanc Ouest du horst de Pallières.

Symbole 30-SFP 2

Département : Gard
 Commune : St Felix de Pallières
 Coupure : Le Vigan 3-4
 IGN : Le Vigan 3-4
 Coordonnées Lambert : X : 727,90
 Y : 192,95
 Z : 352 m.
 Exécuté : du Avril 78 et du 5 au 9 avril 1979
 Fond à : 407,45 m
 Echelle : 1/200

Coupe résumée				Minéralisations principales								
Etages	de	a	Puis	Lithologie	Etage	Lithologie	Nature et Forme	passé de	à	Teneurs pondérées		
Sinemurien s.l.	0	204		calcaires (et dolomies) argileux bioclastiques dolomies dérivées	Lothar	dolomites	impregnation	94,00	96,10	1,6	5,0	115 ppm
Heltingen	204	346,6										
II B	344	346,6										
II A2	244,3	247										
II A1	247	293,65										
IC	293,65	303,8										
IB	303,8	321,2										
IA	321,2	346,6										
Rhénan	346,6	369,4		dolomie gréseuse, argilueuse								
Trias hercynien	369,4	407,45										
soch granitique	407,45											

Rapport BR DAM 001.074 - Fig 15/K(1)



LOG du SONDAGE CADEYER 5

Recherche minéralisations transformées Pb-Zn
 OBJECTIF : dans l'Hettangien du Flanc Ouest du Hoyt
 de Pallières
 (Panneau Cadeyer)

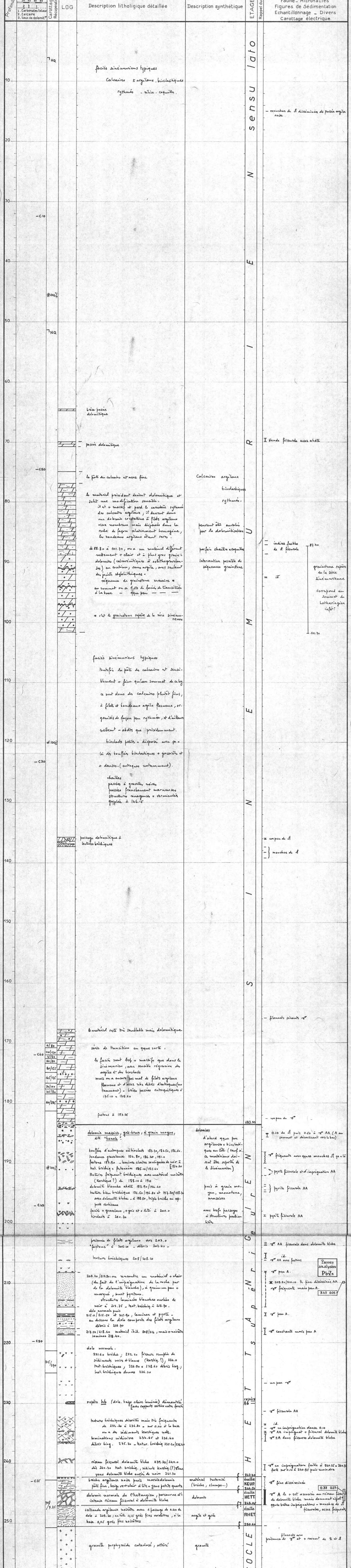
Symbole :
 30-CAD5

Département: GARD
 Commune: St Félix de
 Pallières
 Coupure: Le Vigan 3-4
 IGN
 Coordonnées Lambert
 X: 719, 045
 Y: 193, 497
 Z: 334 ± 2
 Exécuté du 24/10/1975
 au 18/11/1975

Coupe résumée				Minéralisations principales									
Etages	de	à	Fuis	Lithologie	Etage	Lithologie	Nature et Forme	Passé	Teneurs pondérées				
								de	à	Pb	Zn		
Sinemurien st	0	183.90	183.90	Calc. argil. bioclastiques	Hett.	dolomite	0.10 ff + 0.50-0.8	185.0	185.60	—	—	—	—
Hettangien	183.50	242.30	188.0	dolomites gris-brun à grain moyen			AA avec mouches ff ff fine dissimulée AA. fissur. et imprég. AA. imprégnation avec mouches ff réseau fissural	188.10	190.0	0.30	1.345	—	—
écaille tectonique compatible	242.30	250.60						209.80	210.10	0.30	1.345	—	—
								238.60	238.40	—	—	—	—
								240.35	241.85	—	—	—	—
granite	250.60	fond						244.15	246.50	2.0	1.033	0.25	—

Fond à: 258, 70
 Echelle: 1/200.

Rapport BB, DAM, D01, OP4 - Fig 15E



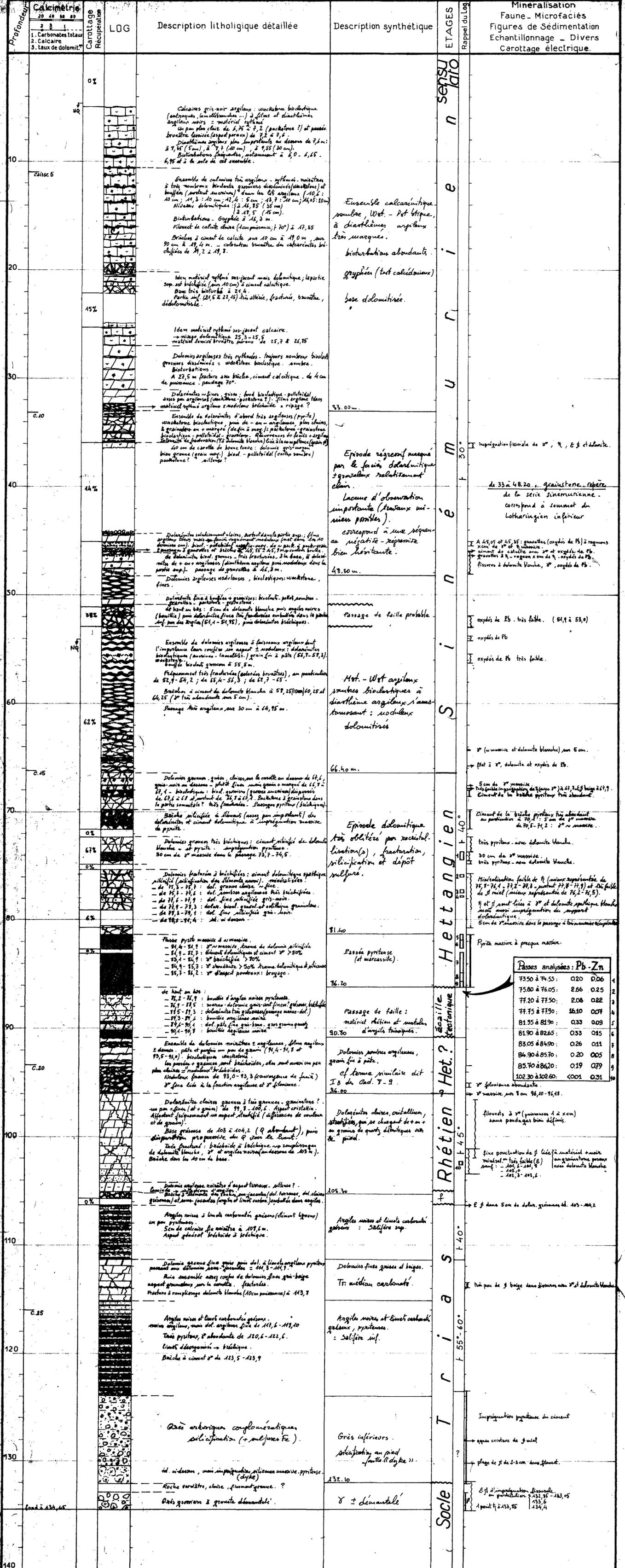
LOG du SONDAGE CADEYER 7

OBJECTIF : Recherche minéralisations Archaïques Pb-Zn dans l'Hettangien du flanc Ouest du Nord de Pallières - Gévaudan ; puits Cadeyer.

Symbole : 30-CAD 7

Département : Gard
 Commune : St Félix de Pallières
 Coupure : Le Vigan 3-4
 IGN
 Coordonnées Lambert
 x : 728.22
 y : 193.70
 z : 318 m.
 Exécuté du 16.03 au 06.04.78
 incliné 93gr → Az 100
 Fond à 134.45 m.
 Echelle : 1/200
 A. Caumont 1978

Coupe résumée				Minéralisations principales			
Etages	de	à	Puis	Lithologie	Etage	Minéralisations	Teneurs pondérées
							Pb, Zn
Sinemurien	0	33.00		Calcaires, sables, argiles, dolérites, etc.	Hett.	fractures dissolutionnelles	0.20 /
	33.00	48.20					
Hettangien	48.20	66.40		Faciès fin (dolomitique) M.H. - W.H. à faibles concentrations			
	66.40	92.00					
Rhétien	92.00	105.30		dolérites et dol. argill.	Rhet.		0.33 /
Trias	105.30	132.10		argiles, silt à ciment dolomitique, dolérites fines, etc.			0.33 0.15 /
Socle	132.10	134.45		8 démantelé			0.20 0.11 /



LOG du SONDAGE CADEYER 8

OBJECTIF : Recherche minéralisations stratiformes Pb-Zn dans l'Hettangien du flanc Ouest du front de Pallières-Glabergues; puits Cadayer.

Symbole : 30-CA08

Département : Gard
 Commune : St Félix de Pallières
 Coupure IGN : Le Vigan 3-4
 Coordonnées Lambert : X : 726.16, Y : 123.71, Z : 320 m.
 Exécuté du 14 au 18 Avril 78
 Fond à : 164 m. 70
 Echelle : 1/200
 A. Courmeil 1978

Coupe résumée				Minéralisations principales						
Etages	de	à	Puis	Lithologie	Etage	Lithologie	Nature et Forme	passé de	à	Teneurs pondérées
Sinemurien	0	36.70		calcaires West-Py-étiques à diastyles, argiles, très maigres dolomites, bryozoaires	Sinem	calcaire	blonde (gypse, pyrite) fluore (radiolite)	50	19.0	faibles
	36.70	46.00		dolomites, M. et P. bryozoaires à texture fine, faibles argiles, n'antoumants; radiolite	Sinem	dolomites (grainstone)	idem			faibles
	46.00	100.30			Hett.	do l'arénite	idem			très faibles
Hettangien	100.30	149.00	48.70	dolomites très variées (arénites, pellets, grainstone, bry.)						
	149.00	164.70		grès, argiles, marne-dolomites, dolomites						

Rapport BR-DAM-001-074 - Fig. 15.H

Profondeur	Caractéristiques	LOG	Description lithologique détaillée	Description synthétique	ETAGES	Minéralisation
0	Calcaire					
0-10	HR		Matériau calcaire-argileux gris foncé à gris noir, bancs de calcarenites très fines (grain à peine marqué) bioclastiques (autogènes; pentacrinus, lamellibranchies, spiracles) à filons argileux noirs pouvant former faibles veines notamment autour des diastyles argileux. Parfois sédimentation ondulée - flore rhyzopliant les nodules.			
10-20			les niveaux hettangiens chargés de bioclastes marquant le sédimement post-jacent qui est repris, sans forme d'interbeds.			
20-30			Mudstone à packstone - petite fine dissolution silicification de bioclastes.			
30-40			x section d'arénite à 34,5 m. x grand lit à 37,2 m (prima) x très gros articles de pentacrinus à 30,7 m.			
40-50			Ripage (non discontinué l'Ala.) Dolomites localement auto dans pèles; pâte dolomitique plus clair et plus de dolomites argileuses plus sombres. Matériau bioclastique et granulaire, wack-packstone - 0° fine - passant par épaves médianes-argiles.			
50-60			Wackstone à grainstone de lit présentant de lit plus clair avec éléments sombres.			
60-70			Dolomites à la base fines et sombres, grainstone, à bry. (packstone?) puis grainstone et relativement granules; grainstone, dolomites, bry. arénites, bry. arénites, packstone, wack-packstone.			
70-80			Ensemble de dolomites sombres - fines à pâteuses; à argileuses à bioclastes (notamment, bry. de lamellibranchies) et nodules du lit de Benz-mund - wackstone. Filons et faibles argiles noires, fluxures, argiles à la roche au aspect nodulaire dans les parties plus carbonatées.			
80-90			Niveaux plus clairs, plus granules packstone? Appart bioclastiques importants de 54,2-58 et 57,6-58,2. Éléments plus nombreux (wack-packstone) dans la partie sup.; bioclastes et grainstone.			
90-100			Ensemble de nodules dolomitiques. dolomites cristallines à pâteuses à la base (70,6-74,9); mud-wackstone bioclastique. Au dessus dolomites assez claires d'aspect granule (packstone à bry. et grainstone?) dans lesquelles on reconnaît le lit nodulaire; cette série supérieure comporte des épaves de nodules fines.			
100-110			Dolomites gris-sombre d'aspect granuleux; grains bry. et grainstone? - Très fracturées; bryolites à ciment de dolomite spatulite - 5 cm de 8° à 9,9 + 8° dans finesse. Passages de dolomite fine (grainstone?) modérée - avec faibles argiles - occupant plus claire - à 96,7 m (10 cm) et à la base (20 cm).			
110-120			Dolomites gris-clair au lit à grainstone; en ciment de grainstone. Partes assez confuses car par l'intermédiaire de passages fins formant un ensemble de dolomites grainstone plus claires.			
120-130			Dolomites et 95,5-100,1 - encore quelques bry. à la base - Très fracturées avec bryolites. De 105,7-106,2 recouvrement du facies grain beige à structure maigre. Interbeds à 103,75.			
130-140			Dolomites gris-beige grainstone-wackstone à bry. grossiers. Ces bry. sont plus nombreux au dessus de 109,3 (notamment bry. conopsea et bry. bry.). Structure maigre au lit/pour 109,3; bry. conopsea et bry. bry. à remplissage de dolomite spatulite - 8° peu - 3° affinement et devenant grises au sommet de 109,3.			
140-150			Dolomites cristallines bioclastiques à ciment et élément (notamment argileux) gris-brunâtre d'aspect granuleux. Les éléments sont bry. à la roche [114,7-116,6]; ciment plus clair. Remplacement avec remplissage de dol. spat. + 8°.			
150-160			fracture très petite - 30 gr, avec 8° Dol. cristalline grise - aspect granuleux - grains minuscules - bry. bry. avec 8° avec radiolite. Ciment de 50 cm de la pâte dolomitique divers; argiles à bry. - cristalline - grainstone claires.			
160-170			Ensemble de dolomites grises d'aspect cristallin, wackstone (1) avec de petits bioclastes - fines. Plans (compromis) à la stratification d'éléments très poreux (plissés) que soulignent des filons argileux. Parfois aspect plus cristallin ou plus poreux (bioclastique à 125,4-127,4 jusqu'à la base de cet ensemble). Les 50 derniers cm (ciment de base) sont plus fins et de couleur gris-cendré.			
170-180			Dolomites "selées": cristallines gris-clair, grainstone (2) à plages plus claires d'aspect plus grossier aussi. Trois fractures à bioclastiques (notamment de 132,2 à 134,0, avec 8°). Bioclastification superposée à ciment de calcaire.			
180-190			Matériau dolomitique de grain semblable au grain gris-jaune (mais sans zéolites) - un peu plus sombre. Très poreux à bioclastique (135,9-136,9 et 137,8-139,0). Plus cristallin à la base sur 10 cm.			
190-200			Dolomite argileuse cristalline à bry. (cristalline); mudstone - joints argileux.			
200-210			Dolomites gris-clair franchement cristallines - grainstone? Ressemblent au dolomite du passage 127,7-129,9 mais les "selées" sont plus attirées vers 149,1 m. Trois fractures.			
210-220			Dolomites très cristallines gris clair. Malgré la cristallinité ressemblent au dolomite du passage 135,9-139,7. A gros grains dans les 100 cm supérieures. Trois fractures à bioclastiques dans les 40 m inférieures.			
220-230			Dolomite cristalline grise, fine. Au milieu bryolite d'éléments argileux des dolomites très cristallines, grainstone et des dolomites bioclastiques, sans faibles.			
230-240			Dolomite bioclastique; éléments et ciment cristallin, ce dernier plus clair. Passage bioclastique 154,9-159,1			
240-250			Matériau rhétien de haut en bas: 50 cm d'argiles noires avec des grains fins bioclastiques puis 150 de marne-dolomite grise, serrée, à ciment et droplets de quartz, gros grains, marne-dolomite finement litée (des minces), enfin 350 cm de grès arg. fins, gris et argiles noires, dolomites grises sombres - à la base 10 cm d'argiles noires serrées. Les plans d'assise sont inclinés à 40-45°.			
250-260			fond à 164 m. 70			

sensu lato
 environ 25°
 environ 35° à 30° en remontant
 environ 40°
 H e t t a n g i e n
 R h e t i e n

monches de bleue, parfois de gélule liés à petits fragments avec dolomite bl. et 8° (parfois calcaire) à 5,05 - 5,50 - 6,10 - de 7,3 à 7,8 - de 9,5 à 10,9.
 monches de bleue fins, non liés (à 5,45, avec 8°) en dissolution (3,10 m.)

fractures avec 8° ou 7° dans ciment, parfois la deux: 12,5 - 13,5 - de 14,9 à 15,7.
 A 13,8 une monche de 8° dans partie argileuse.

8° à 17,35 - 8° à 19,0 monches de 8° et de 9° (zone) à 19,15-19,95 dans ciment calcarenite blanche d'une brèche.

fracture avec monches 8° (26 m.)

impregnation fossilifère de 8° au mercure (39,9 m.)

36.70 à 46.00 : grainstone réparée de la série à une mineur correspond au sommet du Lethangien inférieur

ciment de brèche de dolomite blanche avec 8° et 8° (44,7).

fracture avec petits plaques de 8° (à 96,85).

monches de 8° et 7° liés à brèche bioclastique (à 102,45 m.)

Ensemble dolomitique très varié dans le détail marqué par l'air porteur apport bioclastique; épisode récifal de 107.10-109.30.

Série condense hettangienne IC et IIA-IB?

dolomites fines, pelatoides, bry. fines, interbeds argileux plus fins.
 IB possible.

128.00 m.

dolomite fines pelatoides et ciment grainstone argenteuses.
 coupé vers 140 m. par un fait molette très bioclastique.

IA possible

149.00 m.

ensemble dolomitique très cristallin, Rhétien terminal possible? ou Hettangien?

153.70 m.

Facies rhétien: argiles, grès parfois grossiers, marne-dolomites à droplets de quartz...

LOG du SONDAGE CADEYER 9

OBJECTIF : Recherches minières Pb-Zn dans l'Heltangien du Bassin Ouest du Nord de Pallières-Gérougues, parcoure Cadayer.

Symbole 30 CAD 9

Département : Gard
Commune : St Félix de Pallières
Coupure IGN : La Vigan 3-4
Coordonnées Lambert : X 728.04, Y 123.22, Z 385 m
Exécuté du : 4.3.73 au : 14.3.78
Fond de : 123 m 15
Echelle : 1/200

Coupe résumée			Minéralisations principales							
Etages	de	à PUIS	Lithologie	Etage	Nature et Forme	Passé de à	g	pb	zn	Teneur pondérale
Sinemorien sl.	0	66.10	calcaire Ut. - Pot. bioclastique à tourmaline argilique (tr. unguis) argilite (d. Roumoules)	Tr. 1	grès supracrustaux, argilite	123.30 - 127.50	0.07	0.03		
	66.10	84.10	argilite (d. Roumoules)			127.50 - 150.50	1.40	2.30		
	84.10	123.22	dolomies argileuses, dolomies fines, Ut. - Pot. bioclastique			150.50 - 151.95				1.40 - 2.30
	123.22	141.60	dolomies argileuses, dolomies fines, Ut. - Pot. bioclastique			151.95 - 152.65				1.88 - 11.75
Heltangien (2)	141.60	147.60	dolomies argileuses, dolomies fines, Ut. - Pot. bioclastique							
Tr. 1	147.60	148.20	dolomies argil. fines							
Tr. 2	148.20	148.90	grès							
Tr. 3	148.90	155.00	argilite							
Tr. 4	155.00	155.15	granite							

Rapport BR-DAM 001/07 - Pg. 151

