

N° d'ordre

THÈSES

présentées à la

FACULTE DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

pour l'obtention du grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ (mention Sciences)

par

Alain ZISERMAN

Première Thèse :

ETUDE GEOLOGIQUE ET METALLOGENIQUE
DE LA REGION ALZON - LE VIGAN (Gard)

Deuxième Thèse :

Propositions données par la Faculté

Soutenues le 3 juin 1964 devant la Commission d'Examen

JURY :

Président : P. ROUTHIER

Examineurs : J. ORCEL

R. DARS

C. GUILLEMIN

Texte

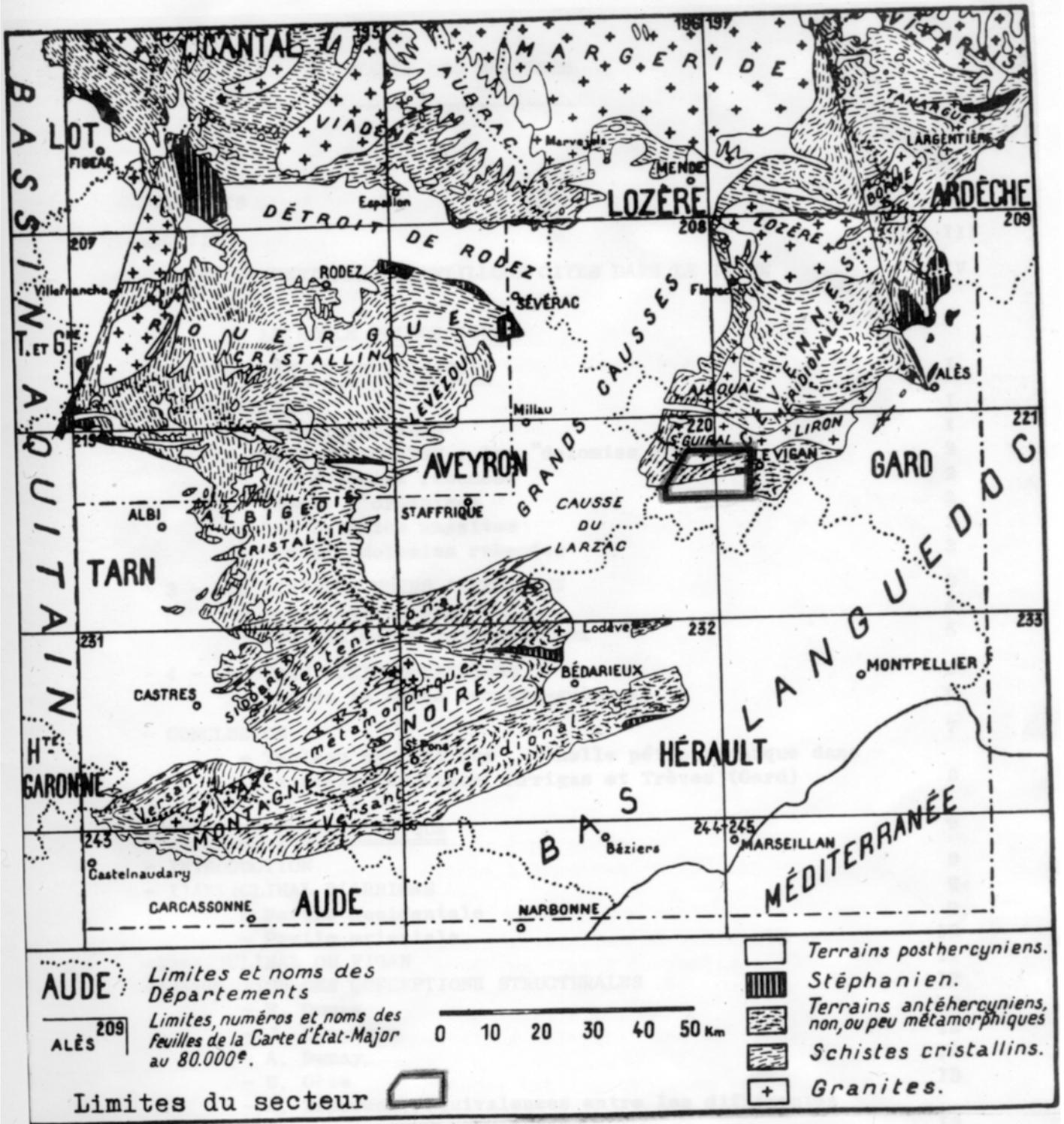
" Pourquoi, direz-vous, nous ennuyer avec tous ces raisonnements ? Parlez clair ! Vous l'avez vu siphonner ? Dites-nous alors ce que c'est que ce jet. Ne pouvez-vous pas distinguer l'eau de l'air ?

- Mon cher Monsieur, dans ce monde, il n'est pas facile de décider au sujet de ces choses simples. J'ai toujours trouvé que les choses simples étaient compliquées entre toutes. Et quant à ce jet de baleine, puisque vous paraissez y tenir, vous pourriez presque l'habiter et quand même demeurer indécis sur ce qu'il est réellement. "

H. Melville - Moby Dick

Assuerunt quidem Galli sua metalla esse
praetantiora in Cemma monte.....

Strabon - Livre III.



(d'après M.B.Gèze)

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
REMERCIEMENTS	II
INTRODUCTION	III
COORDONNEES LAMBERT DES ECHANTILLONS CITES DANS LE TEXTE	IV
<u>LE SOCLE PALEOZOIQUE</u>	
A - <u>STRATIGRAPHIE ET PETROGRAPHIE</u>	I
- INTRODUCTION	I
- I - LES GRES INFERIEURS	I
- 2 - LA SERIE CARBONATEE : les "dolomies rubanées"	2
- Les dolomies rubanées	2
- Traces d'organisme	2
- Les dolomies massives	3
- Age des dolomies rubanées	3
- 3 - LES SCHISTES NOIRS AMPELITEUX	3
- Bancs détritiques	4
- Age des schistes ampéliteux	5
- 4 - LA SERIE SCHISTO-GRESEUSE	5
- Age de la série schisto-gréseuse	6
- CONCLUSION	7
- Tableau synthétique , échelle pétrographique dans la région du Vigan, Arrigas et Trèves (Gard)	8
B - <u>TECTONIQUE DU PALEOZOIQUE</u>	9
- INTRODUCTION	9
- 1) ANTICLINAL D'ARRIGAS	9
- Partie occidentale	9
- Partie orientale	10
- 2) ANTICLINAL DU VIGAN	11
- 3) EVOLUTION DES CONCEPTIONS STRUCTURALES	12
- E. Dumas	12
- J. Bergeron	12
- A. Demay	12
- B. Gèze	13
- A. Ziserman, Equivalences entre les différentes terminologies	13
C - <u>LE GRANITE ET SON CORTEGE</u>	14
- I) LE GRANITE	14
- INTRODUCTION	14
- Description pétrographique	15
- Faciès accessoires de bordure	15

a) Le faciès non porphyroïde	15
b) Les granites à trainées biotitiques	16
c) Les faciès surmicacés	16
2) CORTEGE FILONNIEN DU GRANITE	16
- Faciès aplites-micacés	16
- Pegmatites	16
3) LES MICROGRANITES	17
4) LES LAMPROPHYRES	18
5) ETUDES DES INCLUSIONS DES QUARTZ DU GRANITE ET DE SON CORTEGE (G. Deicha)	19
- Le granite porphyroïde	19
- Le granite à trainées de biotite	19
- Le granite leucocrate au contact de la pyroxénite	19
- Pegmatite de type pegmatoïde	19
- Microgranite	20
6) AGE ET FORMATION DU GRANITE	20
7) MINERALISATION EN MISPICKEL	21
- Minéralisation	21
- Minéralisations voisines	22
<u>LE METAMORPHISME DE CONTACT</u>	23
- INTRODUCTION	23
- 1) METAMORPHISME AU CONTACT DES GRES	23
- 2) LA SERIE SCHISTO-GRESEUSE	24
- 3) LA SERIE CARBONATEE	24
- a) Première zone	24
- b) deuxième zone	25
1) Les lits noirs	26
2) Les lits blancs verdâtres	27
3) Les lits bruns	28
4) Les lits fibreux	28
5) Les lits de marbre	29
6) Les lits verts à pyroxène	29
- c) Répartition des skarns à pyroxène	30
- d) Hypothèses génétiques	30
- e) Filonnets de quartz et de minéraux	31
- f) Relations entre la minéralisation en scheelite et les aplites micacées et pegmatites à tourmaline	32
- g) Passage des pyroxénites au granite	32
- h) Valeur économique des indices	33
- i) Tableau des compositions chimiques des minéraux des skarns	34
- j) Comparaison des données bibliographiques concernant les conditions de pression et de température au cours de la formation des skarns	35
- k) Skarns et valeurs des E_k de Fersman	36
- l) Faciès minéral des skarns	36

<u>ETUDE DES MINERALISATIONS CUPRO-PLOMBO-ZINCIFERES DU SOCLE</u>	38
- INTRODUCTION	38
- I. CONCESSION D'ALZON	38
- Historique	38
- Description des travaux et des minéralisations	39
a) Valeroze	39
b) Le Cailaret	44
c) Le Curel	45
d) Le Verdu	46
- Indices situés à l'Est de la concession d'Alzon	46
- 2. CONCESSION D'ARRIGAS	47
- Historique	47
- Description des travaux et des minéralisations	48
a) Le Villaret	48
b) Filon d'Arrigas	48
c) Suite orientale du filon d'Arrigas	54
d) Minéralisation quartzo-barytique	55
- Etude des inclusions fluides (avec G. Deicha)	55
- 3. RESUME ET CONCLUSIONS SUR LES MINERALISATIONS	
B P G C du SOCLE	56
- Type A - quartz, chalcopyrite	56
- Type B - quartz, barytine, blende ou galène argentifère	57

<u>LE BASSIN HOUILLER DE MOLIERES-CAVAILLAC</u>	58
- INTRODUCTION : Le sillon houiller	58
Limites du Bassin	58
- LITHOLOGIE	59
- AGE, TECTONIQUE	60
- HISTORIQUE DE LA CONCESSION	60



LA COUVERTURE MESOZOIQUE

<u>LA SERIE SEDIMENTAIRE</u>	62
- INTRODUCTION	62
- I - LE TRIAS	62
- La base du Trias	62
- La partie inférieure du Trias	63
Coupe du ravin d'Estelle	63
- La partie supérieure du Trias	65
- 2 - LE RHETIEN	66
- 3 - L'HETTANGIEN	68
- Passage du Rhétien à l'Hettangien	68
- Faciès normal	69
- Les barres dans l'Hettangien	69
- 4 - LE SINEMURIEN	70
- Passage de l'Hettangien au Sinémurien : le niveau à plantes	70
- Coupe d'Aurières	70
- Autres affleurements	71

- 5 - LE CHARMOUTIEN	72
- Faciès normal : coupe d'Aurières	72
- Autres affleurements	74
- Essai d'interprétation paléogéographique	74
- 6 - LE TOARCIEN ET l'AALENIEN	75
a) Coupe d'Aurières	75
b) Autres affleurements	75
- 7 - LE BAJOCIEN	76
a) Limite inférieure, faciès normal	76
b) Les Chailles	77
- 8 - LE BATHONIEN	78
Coupe d'Arre	79
Le Bathonien caractéristique	79
La dolomitisation	79
- 9 - LE CALLOVIEN	81
-10 - L'ARGOVIEN	83
-11 - LE RAURACIEN SEQUANIEN ET KIMMERIDGIEN	84
-12 - LE PORTLANDIEN	84
B - <u>LES CAUSSES POST-JURASSIQUES DU SECTEUR</u>	86
- I - LE SIDEROLITIQUE	86
- 2 - LES ALLUVIONS PLIOCENES	87
- 3 - LES TERRASSES QUATERNAIRES	88
- 4 - SURFACES D'EROSION DANS LES CEVENNES	88
- 5 - LAVAGES A LA BATEE	89
- 6 - EVOLUTION : PLIO-QUATERNAIRE DU CAUSSE ET HYDROGEOLOGIE	91
C - <u>STRUCTURE DU CAUSSE</u>	94
1) La grande faille de l'Arre	94
2) La faille de Bez	95
3) La faille de Montdardier	96
D - <u>MINERALISATION DANS LA COUVERTURE</u>	97
- INTRODUCTION	97
- I) <u>MINERALISATION D'ESPARON</u>	97
HISTORIQUE	97
DESCRIPTION SOMMAIRE DU MINERAL	98
LES TRAVAUX	98
a) Les travaux situés au Sud de l'Arre	98
b) Les travaux situés au Nord de l'Arre	100
CONCLUSIONS PARTIELLES	102
Les faits et leur interprétation	102
ETUDES DES ECHANTILLONS	103
Analyses spectrographiques	103
Décrépito-métrie	104
ETUDE MACROSCOPIQUE	105
- Blende brune globulaire	105
- Schalenblende très claire	105

CONCLUSION PARTIELLE	I06
HYPOTHESES GENETIQUES	I06
a) Hypothèses hydrothermales	I06
b) Hypothèses épigénétiques diverses	I07
Guides et perspectives pour la prospection	I08
2) INDICES D'AURIERES	I08
HISTORIQUE	I08
Description des indices	I09
Guides et perspectives pour la prospection	I09
En guise de conclusion générale :	
<u>TABLEAU-RESUME</u> de l'histoire géologique et métallogénique de la région d'Alzon-Le Vigan	I10

ANNEXE

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE ET CRITIQUE SUR LA BOULANGERITE DE MOLIERES	I11
---	-----

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE GENERALE	I14
BIBLIOGRAPHIE REGIONALE	I27

Monsieur L. BARRABE, Professeur à la Sorbonne, Directeur alors du Laboratoire de Géologie Appliquée m'a donné le sujet de cette thèse ; tous ceux qui l'ont approché ont gardé le souvenir de ce maître humain et généreux.

Je tiens à remercier :

les membres du jury :

Monsieur P. ROUTHIER, Professeur à la Sorbonne, Directeur du Laboratoire de Géologie Appliquée, qui m'a appris à dresser une carte géologique, et dont les visites ont été, pour moi, des plus fructueuses.

Monsieur J. ORCEL, Professeur au Muséum d'Histoire Naturelle, Membre de l'Institut, qui m'a initié à l'étude microscopique des minerais et est venu visiter mon terrain par deux fois en compagnie de Monsieur BARRABE.

Monsieur R. DARS, Professeur à la Sorbonne, "Patron" de l'Action concertée plomb-zinc sur le Causse.

Monsieur C. GUILLEMIN, Chef du département Minéralogie, Pétrographie, Métallogénie, Géochimie du B.R.G.M. qui m'a permis de terminer ce travail.

Je veux également remercier :

au Laboratoire de Géologie Appliquée :

Monsieur J. CUVILLIER, Professeur à la Sorbonne et Directeur du laboratoire de Micropaléontologie, qui a bien voulu examiner mes plaques minces de roches sédimentaires.

Monsieur G. DEICHA, Chargé de Recherche au C.N.R.S., pour ses conseils et sa longue hospitalité.

Mes camarades : F. BOYER, H. ROUVIER, F. ESPOURTEILLE, C. MARION.

Monsieur P. POTIRON pour la partie photographique de ce travail.

Au Bureau de Recherches Géologiques et Minières :

Monsieur J. LOUGNON, qui a accepté ma collaboration dans l'étude de la scheelite et de la molybdénite du secteur.

Madame LEFAVRAIS - RAYMOND.

Messieurs J. ROGER, J. BOULADON, A. AUTRAN pour leur aide multipl
et efficace.

Je désire exprimer ma reconnaissance au docteur P. CABOUAT de Nîmes qui je dois le fond topographique de la carte.

Je remercie également le Service des Mines de Paris et d'Alès et le B.R.G.M. (M. HOUDAILLE) qui m'ont communiqué de nombreux documents minie

Madame S. FREINELX, Messieurs J. SORNAY et J. LESSERTISSEUR du Muséum ont déterminé mes fossiles.

Monsieur MARCELIN, Conservateur du Muséum de Nîmes m'a permis de compléter ma bibliographie et de visiter ses collections.

J'adresse une pensée amicale aux cévenols de la région du Vigan dont l'hospitalité et l'aide cordiale m'ont touché.

INTRODUCTION

CADRE GEOGRAPHIQUE :

=====

Le secteur étudié est situé à l'extrême Sud des Cévennes, à la limite du Causse. Il se trouve tout entier dans le département du Gard, à l'Ouest du Vigan.

Il est bordé au Nord, par le granite du St-Guiral, au Sud par le plateau du Causse, à l'Ouest par la limite du Gard et de l'Aveyron. Vers l'Est, sa limite irrégulière marque l'arrêt des levés géologiques vers le Vigan.

La carte jointe à ce travail est la réduction au 1/20.000e des levés faits au 1/10.000e sur agrandissement des photos aériennes de l'I.G.N., pour une superficie de 100 km² environ.

RELIEF :

=====

Le relief de la partie cévenole du secteur est très accidentée, avec des sommets atteignant 1.400m (dans la région du St-Guiral et du Lingas), alors que les vallées sont à 300 ou 400m. Les crêtes, les célèbres "serres", sont souvent peu couvertes par la végétation et permettent de bonnes observations. Ce versant méditerranéen des Cévennes méridionales s'oppose par son caractère abrupt au versant atlantique beaucoup plus doux que l'on trouve immédiatement au Nord-Ouest.

Les Causses de Campestre et de Blandas-Montdardier sont en fait des avancées du Larzac. Ils sont séparés par la profonde vallée de la Vis. Ce sont des plateaux faiblement ondulés, dont l'altitude varie de 600 à 900 m.

L'Arre, qui coule au pied de l'escarpement marquant le rebord du Causse, offre des coupes allant du trias au jurassique supérieur.

CLIMAT

=====

Les sommets formant obstacle aux vents atlantiques, on assiste à un brusque changement de climat selon la ligne de partage des eaux.

Les pluies sont dues en majeure partie au vent du SE, le "marin", vent dominant de septembre à décembre. Il ne pleut que 85 jours par an au Vigan, mais la hauteur des précipitations atteint 1390 mm; cela explique les crues catastrophiques qui se produisent parfois en automne.

Au printemps règne le vent d'Ouest, le "rouergue", qui souffle en rafales mais n'apporte que de rares giboulées, les nuages se dissociant dans le ciel.

En été et en hiver, les précipitations sont rares.

VEGETATION ET GEOGRAPHIE HUMAINE

=====

Dans les Cévennes, le sol est pauvre et peu épais ; des murs de soutènement, les "traversiers", marquent l'extension ancienne des cultures abandonnées au profit des châtaigniers.

Seules les terrasses quaternaires, au fond des vallées, sont cultivées avec profit (arbres fruitiers).

Les bois de châtaigniers et de chênes verts voisinent avec des champs de genêts et d'épineux ^{peu} souvent pénétrables.

Le Causse, pratiquement désert, est parsemé de buis ; les cultures sont étroitement localisées sur les terres argileuses pliocènes, les "albarons".

L'élevage du mouton permet d'éviter un complet exode paysan.

Les industries locales sont mortes, sauf à Arre où la filature du nylon a remplacé celle de la soie.

METHODE D'ETUDE DES ROCHES SEDIMENTAIRES

Parallèlement à l'étude par plaques minces, les échantillons ont été sciés puis vernis directement. Le poli obtenu avec la scie équivaut en effet, à un polissage avec des émeris très fins (800 mesh au moins). Le vernis copal améliore considérablement la netteté de la vision. Il faut laisser une face de la "tranche" obtenue non vernie pour pouvoir l'attaquer à l'acide, la gratter etc...

L'étude se fait à la loupe binoculaire, en lumière réfléchie oblique.

Cette méthode est beaucoup plus rapide que la confection des plaques minces et les surfaces étudiées sont bien plus grandes(1)

Les fossiles mentionnés sont ceux que j'ai récoltés sur le terrain. Ils ont été déterminés au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris par Mme Franeix et M. Sornay. Les espèces non encore signalées dans le secteur seront précédées du signe +.

Les échantillons cités dans le texte sont conservés au Laboratoire de géologie appliquée de Paris ; un index en donne les coordonnées Lambert.

Nous avons conservé les subdivisions du Jurassique indiquées par M. Gignoux (1950), bien qu'un récent colloque les ait modifiées (voir tableau d'équivalence).

(1) H. Williams, F.J. Turner, C.M. Gilbert - Petrography - San Francisco 1955, voir p. 335-337.

Coordonnées Lambert des échantillons cités dans le
texte

26	x = 699,250	y = 185,900	484	x = 699,00	y = 189,900
60	x = 697,200	y = 186,100	487	x = 691,110	y = 186,660
62	x = 697,100	y = 186,430	490	x = 691,150	y = 186,570
64	x = 697,100	y = 186,430	492	x = 694,900	y = 186,760
107	x = 700,920	y = 190,780	493	x = 694,460	y = 186,670
203	x = 691,990	y = 189,620	496	x = 696,500	y = 187,020
207	x = 697,950	y = 191,220	498	x = 700,150	y = 187,710
220	x = 697,400	y = 188,200	499	x = 693,100	y = 187,030
222	x = 698,230	y = 190,180	500		
235	x = 699,610	y = 186,490	506	x = 692,850	y = 189,160
240	x = 699,610	y = 186,490	512	x = 692,780	y = 189,170
241	x = 689,600	y = 186,500	513	x = 692,780	y = 189,170
245	x = 689,130	y = 187,630	527	x = 692,430	y = 189,200
253	x = 687,190	y = 186,190	528	x = 692,600	y = 189,300
259	x = 687,240	y = 186,170	583	x = 698,820	y = 190,000
262	x = 687,240	y = 186,170	592	x = 691,480	y = 189,190
264	x = 687,100	y = 186,210	596	x = 691,370	y = 189,190
267	x = 700,880	y = 190,970	599	x = 693,720	y = 189,440
285	x = 701,100	y = 190,480	608	x = 694,000	y = 189,820
298	x = 690,900	y = 185,030	614	x = 695,100	y = 189,580
303	x = 690,900	y = 185,030	631	x = 689,150	y = 184,760
309	x = 690,900	y = 185,030	632	x = 689,150	y = 184,600
313	x = 690,730	y = 185,340	637	x = 693,200	y = 185,960
315	x = 690,730	y = 185,340	646	x = 693,100	y = 185,700
318	x = 690,730	y = 185,340	652	x = 697,200	y = 186,760
322	x = 691,640	y = 188,550	654	x = 697,200	y = 186,750
323	x = 686,920	y = 186,280	657	x = 697,500	y = 186,120
368	x = 692,250	y = 189,220	659	x = 697,650	y = 186,130
386	x = 692,870	y = 188,500	660	x = 691,180	y = 184,020
387	x = 692,890	y = 188,470	663	x = 698,540	y = 186,050
391	x = 693,360	y = 188,650	664	x = 698,540	y = 186,050
394	x = 693,750	y = 188,940	673	x = 692,580	y = 186,800
396	x = 694,530	y = 189,540	683	x = 686,120	y = 185,620
398	x = 694,470	y = 189,420	684	x = 686,150	y = 185,660
404	x = 690,650	y = 189,020	695	x = 697,320	y = 186,370
413	x = 689,170	y = 187,960	697	x = 697,740	y = 186,890
418	x = 690,400	y = 188,00	699	x = 697,610	y = 185,920
421	x = 690,980	y = 187,560	701	x = 698,760	y = 185,740
422	x = 690,980	y = 187,560	708	x = 695,00	y = 185,240
447	x = 689,080	y = 187,360	710	x = 695,010	y = 185,220
448	x = 693,340	y = 189,240	713	x = 697,140	y = 186,430
449	x = 693,380	y = 189,200	719	x = 698,600	y = 190,040
458	x = 689,750	y = 191,280			
481	x = 689,850	y = 186,400			

INTRODUCTION

Un des traits originaux de nos travaux géologiques réside en leur caractère lithologique paléozoïque bien différencié. C'est aux dépens des plus vastes formations de l'ère primaire que nous avons tiré, et en principe l'essentiel de nos données, et en particulier de nos données.

LES BASSINS INTÉRIEURS

LE SOCLE PALÉOZOÏQUE

Le socle paléozoïque est constitué par les formations de l'ère primaire inférieure à celle du Permien, c'est-à-dire par les formations comprises entre le Silurien et le Permien.

Dans le département de l'Ardennes, le socle paléozoïque est représenté par des roches sédimentaires qui ont subi une déformation tectonique qui a entraîné une déformation de ces roches par compression et par effet de cisailage. Cette déformation a entraîné une modification de la structure cristalline des roches et a entraîné la formation de plis et de failles. Les roches du socle paléozoïque de l'Ardennes sont donc caractérisées par une structure tectonique qui est le résultat de la déformation.

Ce sont des roches qui ont subi une déformation tectonique qui a entraîné une déformation de ces roches par compression et par effet de cisailage. Cette déformation a entraîné une modification de la structure cristalline des roches et a entraîné la formation de plis et de failles. Les roches du socle paléozoïque de l'Ardennes sont donc caractérisées par une structure tectonique qui est le résultat de la déformation.

À la frontière de l'Ardennes avec le département de l'Aisne, le socle paléozoïque est représenté par des roches qui ont subi une déformation tectonique qui a entraîné une déformation de ces roches par compression et par effet de cisailage. Cette déformation a entraîné une modification de la structure cristalline des roches et a entraîné la formation de plis et de failles. Les roches du socle paléozoïque de l'Ardennes sont donc caractérisées par une structure tectonique qui est le résultat de la déformation.

A - STRATIGRAPHIE ET PETROGRAPHIE

INTRODUCTION

Un des traits originaux du secteur étudié consiste en une série lithologique paléozoïque bien différenciée alors que les Cévennes plus septentrionales sont schisto-gréseuses pratiquement en totalité, si on excepte toutefois le Horst de St Bresson situé plus au Sud-Est.

I- LES GRES INFERIEURS

Entre La Ferrière et la limite orientale du secteur affleure une série de grès régulièrement lités que B. Geze attribue au Géorgien inférieur (grès de Marcory) tandis qu'A. Demay y voit du Cambrien supérieur ou Silurien.

Comme le métamorphisme de contact y est intense, c'est plus pour des raisons tectoniques que lithologiques que j'ai été amené à me rallier aux conceptions de B. Geze ; en effet, l'examen de la carte semble bien montrer une structure périanticlinale faillée dans la région de La Ferrière et il en est de même pour la terminaison Est de la structure. D'autre part, F. Boyer pense y reconnaître les rythmes caractéristiques de la série de Marcory ; un certain doute subsiste cependant.

'' Ce sont des grès fins en bancs réguliers de l'ordre du déci-
'' mètre ou moins. Le grain est de l'ordre de 0,1mm mais peut atteindre
'' 1mm très rarement (éch. 107 Arkose). La série est assez peu schisteuse.

A la Ferrière, un banc dolomitique intercalé dans les grès serait l'équivalent des "alternances" de la Montagne Noire.

- LA SERIE CARBONATEE : les "dolomies rubanées"

Les dolomies rubanées forment l'Anticlinal d'Arrigas.
Ce sont des dolomies noires intensément plissées à l'échelle métrique et décimétrique intercalées de schistes noirs ampéliteux plus ou moins importants ; ces schistes noirs ont été figurés en bleu sur la carte quand ils constituent des niveaux suffisamment puissants ; ils forment les interlits des bancs dolomitiques dont l'épaisseur est très variable (entre 1 et 50 cm).

Les dolomies calcarifères et les calcaires dolomitiques sont rares ; on les trouve surtout entre Arrigas et Peyraube.

La patine est grise, ou rousse quand la roche est pyriteuse.

Le rubanement des bancs se retrouve au microscope sous forme d'alignements sériciteux et ampéliteux. De rares grains de quartz détritique parsement la roche (diamètre 0,1mm), on trouve également de la pyrite dans la roche ou dans les filonnets de dolomite, de calcite et de quartz. Les alignements sériciteux peuvent être dolomitisés.

Une dolomie blanc-rosé peut recouper la roche ou y former des "amas".

Signalons encore vers le sommet de la série, au Nord d'Aumessas éch. 394, un niveau à silex gris et patine blanchâtre.

TRACES D'ORGANISMES

En plaque mince, on ne voit que des fantômes de structure graveleuse. Parfois, en particulier sur le flanc sud de l'anticlinal, on peut trouver des structures encroûtantes, formant des lames de l'ordre du millimètre séparées par de la calcite brune ferrugineuse et que Messieurs W.N. Menchikoff et G. Lucas, à qui j'ai montré mes échantillons, interprètent comme des Stromatolites très probables ; pour reprendre la terminologie de V.P. Maslov (1956) il s'agirait, pour la macrostructure du type "plana" ou "planotumulosa" et pour la microstructure du type "massularis" (mais la roche est dolomitique) (éch. 422). On admet généralement que les stromatolites sont formés par des algues ou des bactéries vivant à faible profondeur.

LES DOLOMIES MASSIVES

Au Nord Est d'Aumessas, dans la région de Lafoux, les dolomies massives claires affleurent ; elles sont métamorphiques. On les retrouve dans la région de Mousoulès et sur la crête dominant le village de Serres. Ces dolomies paraissent se trouver à la base de la série et prendre de l'importance vers l'Est.

Dans la région du Vigan et de Bréau, ces dolomies massives prennent une importance encore plus grande ; elles sont portées sur la carte en jaune-beige. Dans la région du Vigan, ce sont des dolomies massives claires ou grises avec des dolomies rubanées claires. Il s'agit probablement d'une variation latérale du faciès des dolomies rubanées.

AGE DES DOLOMIES RUBANÉES

E. DUMAS (1844) envisage une origine neptunienne possible, mais la légende de sa carte en fait des "calcaires primitifs".

J. Bergeron (1903) y voit du Géorgien par comparaison avec la Montagne noire.

Cette attribution n'a plus été remise en question depuis.

- LES SCHISTES NOIRS AMPELITEUX

Au-dessus de la série carbonatée, les schistes noirs prennent un grand développement sur une épaisseur d'une quinzaine de mètres (?) au Nord de l'anticlinal d'Arrigas et un peu plus vers le Sud.

" Ce sont des schistes fins noirs mats, pyriteux, tachant sou-
" vent les doigts, associés, au Sud de l'anticlinal d'Arrigas, à des bancs
" dolomitiques noirs à patine rousse ou à des schistes dolomitiques.

Au microscope, on y trouve : (éch. 245 La Nougarede).

- phyllites 50% environ séricite et chlorite.
- quartz 40% en lentilles polycristallines
- carbonate 10% (l'essai à l'acide montre la dolomite largement dominante).

et comme minéraux accessoires :

- apatite assez rare
- tourmaline verte rare
- pyrite abondante avec le quartz, automorphe : cubes (pl. IV, fig. I)
- matière noire disséminée associée aux phyllites

En section polie, on trouve quelques cristaux d'hématite et le chalcopryrite en minuscules cristaux disséminés.

J'ai demandé l'analyse aux rayons X d'un échantillon riche en "matière noire" (analyse A. de Rosen). La raie de diffraction du graphite a été probablement masquée par celle du quartz. L'analyse chimique ne donne que 3 à 5% de carbone... le problème n'est donc pas résolu, il s'agit peut-être de manganèse.

BANCS DETRITIQUES

En plus des intercalations lenticulaires carbonatées, on rencontre quelques niveaux bréchiques à éléments millimétriques à centimétriques de dolomie blanche, jaune et grise remaniés très probablement de la série des dolomies rubanées, au Nord d'Aumessas (éch. 39I) et près de la crête dominant Estelle (éch. 4I8).

Des niveaux gréseux, arkosiques très fins se trouvent au Nord et à l'Ouest d'Aumessas, toujours dans les schistes noirs :

- éch. 387 : grès arkosique fin ou tuf
éléments engrenés selon le litage de :
 - quartz contenant parfois des aiguilles de rutile.
 - plagioclase (oligoclase à andésine) maclé albite et Karlsbad très limpide .
 - feldspath potassique parfois micro-pegmatitique, légèrement séricitisé.
 - dolomite (et calcite)
 - pyrite très abondante automorphe

Le grain varie de 0,02 à 0,2 mm.

- éch. 39I schiste dolomitique bréchique (Grauwacke)
 - schiste: séricite, dolomite, rhomboédre de dolomite secondaire ; grains de quartz arrondis dispersés, matière carbonneuse.
 - éléments de brèche étirés de dolomie, agrégats quartzo-feldspathiques atteignant le demi-centimètre.

des filonnets de dolomite et de quartz pyriteux traversent la roche.

J. Bergeron signale l'existence de calcschistes dans la région du Vigan et de St Bresson et y voit de l'Acadien.

B. Geze porte sur sa carte des calcschistes acadiens sur le flanc Sud de l'anticlinal d'Arrigas et parle de leur laminage vers le Nord Est.

A. Demay signale des "schistes noirs parfois riches en graphite ou produits carburés".

La série des "schistes noirs" telle qu'elle est décrite plus haut n'avait pas été nettement individualisée.

En 1935, M. Thorat et M. Debraban signalent près de la Sanguinède, aux environs de Montdardier, de mauvais débris de Trilobites dans des schistes noirs qu'ils pensent être probablement acadiens, au-dessous de niveaux schisteux et gréseux avec quelques niveaux à Hyolithes ou Annélides.

On peut donc penser que la série des schistes noirs est probablement acadienne.

LA SERIE SCHISTO-GRESEUSE

Ce sont des schistes gris, parfois verdâtres, dont certains niveaux plus gréseux font en général saillie dans la topographie.

Dans la région située au Nord de l'anticlinal d'Arrigas, on voit de bas en haut :

- 3 à 10 mètres de grès avec de la pyrite disséminée formant une patine rouille caractéristique à l'affleurement.
- quelques mètres de schistes jaunes-verdâtres
- 20 mètres environ de grès schisteux à débit schisteux ; ils forment la crête dominant la rive gauche de la Vis (cote 896) (Ce grès a été figuré sur la carte selon un vert plus appuyé).
- 500 à 1000 mètres schistes et schistes gréseux gris forment la rive droite de la Vis jusqu'à la crête menant au St Guiral; leur puissance est difficile à évaluer étant donné le plissement des couches.
- 100 mètres schistes et grès schisteux dont les quelques niveaux plus gréseux font un peu saillie dans le relief et que l'on peut voir sur les deux rives du ruisseau de Borie au Nord Ouest du secteur (ils ont été figurés également en vert plus foncé).

Le total représente donc 600 à 1200 mètres.

La première barre de quartzite signalée par F. Espourteille se trouve au-dessus ; je ne l'ai pas rencontrée dans le secteur.

Des lentilles plus ou moins importantes de quartz laiteux se rencontrent dans toute la série avec de la chlorite et de la pyrite.

Un plissement très fin, à l'échelle millimétrique, présente une dissymétrie très nette ; la finesse de ce plissement et la conformité du pendage des schistes et des barres gréseuses indique probablement que les plissements sont postérieurs au métamorphisme. Une deuxième direction de plissement plus ancienne se voit à 45°, mais je n'ai pas eu le loisir de repérer ces directions sur le terrain pour voir si elles sont bien parallèles aux directions de plissement NE-SO et E-O (pl. IV, fig. 2).

Au microscope : PM 2 bis - Valcrose.

- quartz grains engrenés de 0,02 mm en moyenne
- phyllites biréfringence faible : chlorite (?)
biréfringence plus forte : séricite
- tourmaline verte et brune abondante, le plus souvent oblique par rapport aux phyllites.
- épidote
- apatite rare
- minéral opaque

le diamètre des grains de quartz devient rarement visible à l'œil nu, même dans les niveaux gréseux ; il ne paraît pas dépasser 0,5mm dans les niveaux les plus détritiques (1).

AGE DE LA SÉRIE SCHISTO-GRESEUSE

J. Bergeron (1905) attribuait un âge Potsdamien à ces schistes.

M. Thorat et M. Debraban y voient du Potsdamien et de l'Ordovicien inférieur.

B. Geze (1949) y voit de l'Acadien supérieur à Ordovicien.

(1) Une étude plus complète des séries paléozoïques est en cours, à l'échelle des Cévennes méridionales par P. Brouder, du Laboratoire de Géologie Appliquée.

Collection généraliste Géologie	Paléontologie	Tableaux stratigraphiques des Cévennes méridionales Vigan, Arrigas et Tournon
---------------------------------------	---------------	--

CONCLUSION

En conclusion, on peut tracer le tableau provisoire suivant de la série stratigraphique des Cévennes méridionales en regroupant les travaux de F. Espourteille et les miens.

Niveau	Lithologie	Description
1	M. 1	M. 1
2	M. 2	M. 2
3	M. 3	M. 3
4	M. 4	M. 4
5	M. 5	M. 5
6	M. 6	M. 6
7	M. 7	M. 7
8	M. 8	M. 8
9	M. 9	M. 9
10	M. 10	M. 10
11	M. 11	M. 11
12	M. 12	M. 12
13	M. 13	M. 13
14	M. 14	M. 14
15	M. 15	M. 15

Attribution stratigraphique probable	Puissance	Echelle pétrographique dans la région du Vigan, Arrigas et Trèves (Gard)
<u>Gothlandien ?</u>	> 60-70 m	<u>schistes noirs graphiteux à pyrite</u> pollens (?) lentilles quartziteuses ou carbonatées
	60-70 m 20-25 m	<u>schistes sériciteux gris éclat lustré-pyriteux</u> <u>schistes sériciteux-gréseux à intercalations de quartzites gris</u>
(Caradoc ?)	80 à 100m	<u>quartzites blancs</u> (quartzites massifs 40 à 50m variations (quartzites en plaquettes 50m latérales (niveau détritique 2 à 3m
	700 à 800m	<u>schistes gréseux à intercalations de quartzites</u> I/3 inf : passé de 40 à 50m de schistes noirs graphiteux et pyriteux <u>schistes gris</u> : rares lentilles carbonatées (vertes à violacées)
<u>Ordovicien</u>	60 m 20 m	<u>schistes sériciteux verts</u> <u>barre de quartzite inférieure</u> gris-verte de la Roquette
	100m 600à1000m	<u>schistes gris avec niveaux gréseux</u> <u>schistes et schistes gréseux gris</u> , un peu verdâtres à plissement très fin
<u>Potsdamien</u>	20 m	<u>grès schisteux à débit schisteux au Nord</u> d'Alzon
	99 m 3 à 10m	<u>schistes jaunes-verdâtres</u> <u>grès pyriteux en bancs plus ou moins épais</u>
<u>Acadien</u>	15 à 40m	<u>schistes noirs ampéliteux et pyriteux, dolomies schisteuses, tendent à disparaître vers l'Est.</u> lentilles dolomitiques lentilles d'arkose très fine ou tuf
<u>Georgien</u>	200à400m (?)	<u>dolomies rubanées intercalées de schistes noirs vers le Vigan les dolomies massives se développent</u>
	> 250 m	Stromatolites <u>tufs andésitiques et trachytiques au Nord de St Bresson (M. Thoral et M. Debraban)</u> <u>grès et schistes assez régulièrement lités</u> niveau conglomératique (une alternance)

Soit 1500 à 2000 m de schistes et grès entre les schistes noirs acadiens et la barre de quartzites.

B - TECTONIQUE DU PALEOZOIQUE

INTRODUCTION

=====

Dans la région qui nous intéresse s'est déroulée une polémique mémorable entre Messieurs A. Demay et B. Geze ; on peut se reporter à la bibliographie et C.R. de la Réunion de la S.G.F. dans les Cévennes méridionales et la Montagne Noire du 16 au 26 septembre 1960 (C.R. som. S.G.F. p 305-371).

Mes levés au 1/10.000^e m'ont permis de me rapprocher plutôt des conceptions structurales de A. Demay bien que les contours géologiques soient plus proches de ceux de B. Geze (voir pl. III).

On distingue trois grandes unités structurales dans le secteur

- l'Anticlinal d'Arrigas au Nord et au Nord-Ouest
- Le Synclinal médian occupé par des schistes
- l'Anticlinal du Vigan au Sud-Est.

1) ANTICLINAL D'ARRIGAS

- Partie occidentale -

La Tectonique paraît assez simple sur la carte géologique : un anticlinal à coeur de dolomies rubanées de direction SO-NE perce la série schisteuse ; son flanc Nord, à plongement assez faible, est marqué par des digitations dues pour une part à la topographie ; son flanc Sud, où les pendages sont plus forts, est plus rectiligne.

Mais la terminaison occidentale de l'anticlinal se redresse et prend une direction Ouest-Sud-Ouest en bordure de la faille de l'Arre qui marque la limite du Causse. Les plis d'échelle décamétrique ont la même direction ainsi que la digitation Blanquefort-Le Vilaret au Nord. Une zone de plissements à l'échelle métrique marque le coeur de l'anticlinal, l'axe de ces plissements est généralement OSO-ENE.

Au coeur de l'anticlinal, vers le Nord, apparaissent les dolomies massives puis les grès schisteux métamorphiques qui semblent former assez clairement une structure périantyclinale faillée un peu au Sud de son axe.

- Partie orientale -

Du Cambon à Mars, la bande de dolomies rubanées est comprise entre deux failles subverticales très nettes, des plis de détail montrent un plongement vers le Sud-Ouest ; d'après les pendages et les contours, il semble bien que cette bande représente la prolongation du flanc Sud de l'anticlinal d'Arrigas. La charnière se voit parfois dans les grès au Nord de la bande dolomitique. Les dolomies plongent selon un pendage assez fort sous les schistes situés plus au Sud. Les décrochements de direction NNE paraissent postérieurs aux failles E-O.

A Mars, la limite du granite subit un décrochement de 300 mètres et l'observation est gênée plus au Sud par des éboulis remaniés par le torrent. Vers l'Est, le style tectonique change profondément et on voit une série de plis Est-Ouest très serrés constitués de schistes noirs et dolomies rubanées dans les schistes. Vers Serres, de l'autre côté de Souls, on voit nettement la série dolomitique reposer sur les schistes gréseux : il est difficile de préciser s'il s'agit d'une tête anticlinale plongeante de dolomies rubanées sur les schistes potsdamiens-ordoviciens selon les idées d'A. Demay ou d'un repli synclinal de l'anticlinal, les schistes gréseux étant alors d'âge Géorgien selon les idées de B. Gèze. Je pencherais néanmoins pour la première hypothèse pour les raisons suivantes :

a) Des décrochements de direction NNE-SSO semblent décrocher les failles Est-Ouest vers le Cambon comme à Mars et, en ce cas, le contact Sud des grès géorgiens serait également décalé vers le Nord et les schistes et grès qui apparaissent au Sud de la première faille seraient potsdamiens.

b) Dans la région d'Arrigas et La Foux, on voit sur les grès d'abord la dolomie massive puis les dolomies rubanées puis les schistes noirs ; or, à Serres, la succession est inverse.

c) Si l'on admet que les affleurements dolomitiques sont des replis synclinaux d'un anticlinal, sa retombée devrait être selon la faille la plus méridionale ; la largeur des affleurements de grès

géorgiens passerait alors de 350 à 700 mètres de part et d'autre de la faille de Mars sans que rien ne justifie ce brusque accroissement ; la carte devient alors absurde quand on se représente les contours géologiques avant ce décrochement de Mars.

Un certain doute subsiste cependant car des schistes noirs existent dans toute la série des dolomies rubanées et peut-être à leur base. Un lever au 1/10.000e de la terminaison orientale de cet anticlinal serait certainement intéressant.

2) ANTICLINAL DU VIGAN

Les dolomies rubanées claires ou massives affleurent en surface structurale dans la région de Bréau, avec des lambeaux de schistes qui permettent de voir l'allure "coffrée" de l'anticlinal avec quelque détail.

Un second anticlinal déversé vers le Sud et même écaillé s'individualise sur les hauteurs qui font face à Molieres et Esparon.

Vers l'Est, on ne voit qu'un anticlinal à flancs très redressés "coffré", et un peu déversé vers le Sud.

Le contact avec les schistes est assez brutal, ces derniers étant faiblement ondulés entre Aulas et la perte du Coudoulous.

Des failles de direction SO-NE à SSO-NNE recoupent ou décrochent les structures plissées et peuvent être injectées de microgranite. Des failles Est-Ouest postérieures sont injectées de quartz.

A. Demay interprète ces dolomies comme une nappe venue du Nord (nappe du Vigan) alors que B. Geze en fait la tête d'une nappe venue du Sud. Dans les limites du secteur étudié, rien n'impose de telles nappes et la disharmonie structurale entre schistes et dolomies se rencontre également au Sud de l'anticlinal d'Arrigas à partir d'Aumessas vers le Nord-Est. Il semble pourtant, d'après les cartes des auteurs cités que, vers l'Est, les dolomies devauchent plus nettement les schistes selon leur contact Sud.

Les directions structurales sont N 45° E

et N 70 à 85° E

S'agit-il de virgation due à l'action d'un môle s'opposant à la progression d'un plissement ou de la superposition de plusieurs plissements d'âges et de directions différents ? La deuxième hypothèse est la plus probable car elle permet d'expliquer la complexité du

plissement de détail, le caractère "coffré" ou "pincé" de certaines structures (au Nord d'Arrigas, à Bréau, etc...) ainsi que le déversement vers le Nord de certains anticlinaux (près de Peyraube et à l'Est d'Alzon).

3) EVOLUTION DES CONCEPTIONS STRUCTURALES

E. Dumas (1875-1877), dans sa statistique géologique du Gard, sa carte au 86.400 e et ses coupes, considère les dolomies rubanées comme un "calcaire métamorphique (calcaire primitif)" et nettement interstratifiées dans les schistes ; il les figure sur sa coupe comme plongeant régulièrement vers le Sud.

Il donne une analyse de la dolomie de Pommiers (dans la région de St-Bresson) et signale la matière carbonatée ou graphiteuse abondante de la Bruyère (La Bruguière).

J. Bergeron (1901 à 1907) s'est occupé du Paléozoïque des cartes au 80.000 e du Vigan et de St Affrique. Il a daté les séries par comparaison avec la Montagne Noire; ainsi il a attribué au Géorgien les "calcaires", à l'Acadien les " calcschistes" et à l'Acadien et Potsdamien les "schistes".

Pour lui, cette série est renversée et la structure de la région lui rappelle les nappes profondes des Alpes. L'anticlinal d'Arrigas constituerait cette nappe reposant sur la série en place du Vigan. Il distingue deux directions de plissements : d'abord une direction Nord-Est-Sud-Ouest puis une direction Est-Ouest.

A. Demay (1931 à 1948), en particulier pour la seconde édition de la carte du Vigan, a étudié la région et relaté ses observations dans de nombreuses publications. Il interprète l'anticlinal d'Arrigas comme se déversant vers le Sud et développant une tête plongeante à l'Est d'Aumessas, la racine de la nappe de second genre " nappe du col de Maures" ayant disparu lors de la mise en place du granite. L'anticlinal du Vigan est interprété par lui comme une seconde nappe : la "nappe du Vigan" également déversée vers le Sud.

B. Geze (1940 à 1949) lors de l'élaboration de sa thèse sur la Montagne Noire et les Cévennes Méridionales représente l'anticlinal d'Arrigas (ou "écaille d'Alzon") comme légèrement déjeté vers le Sud. Il attribue tous les terrains situés au Nord de la bande carbonatée Arrigas-Aulas-le Chateau du Tour, aux grès de Marcory du Géorgien inférieur.

L'Anticlinal du Vigan constitue pour lui la terminaison Nord de la Nappe du Vigan venant du Sud.

Les microgranites de la région de Bez à Bréau se seraient développés dans la zone d'affrontement des nappes.

Un décrochement d'une vingtaine de kilomètres est alors nécessaire pour faire correspondre la structure des Cévennes méridionales à la structure de la Montagne Noire.

Nous avons vu qu'il s'agit, selon moi, de deux anticlinaux séparés par un synclinal, ces anticlinaux sont déjetés et parfois déversés vers le Sud, avec tête plongeante ; le microgranite situé entre Bez et Mars s'est injecté dans une faille hercynienne ayant d'ailleurs rejoué après le Jurassique.

Des levés géologiques au 1/10.000e de la région située à l'Est du secteur et du horst de St-Bresson, l'étude des microstructures et des critères de polarité permettraient de résoudre plus complètement le problème.

- Equivalences entre les différentes terminologies -

A. Ziserman		B. Geze		A. Demay
Anticlinal d'Arrigas	=	Ecaille d'Alzon	=	Anticlinal d'Arrigas et Nappe du Col de Maures
Anticlinal du Vigan	=	Tête plongeante de la Nappe du Vigan	=	Nappe du Vigan
Faille de l'Aire	=	Faille Aire	=	Faille du Vigan
Faille de Bez	=	(Belfort-Arre-Bez-Mars)		
Faille de Montdardier	=	(Montdardier-Aveze)		

Il a été admis implicitement dans la description qui précède que le métamorphisme et la schistosité se sont produits alors que la série était peu ou pas plissée.

Or, des visites faites en compagnie de Messieurs ROUVIER (de l'Université de Paris), GLAÇON, ARTHAUD, SEURET (de l'Université de Montpellier) ont permis de constater que la schistosité est bien parallèle à la stratification elle-même affectée de plis syn-schisteux décimétriques ; cela peut s'expliquer par la formation de grands plis couchés isoclinaux ou par un aplatissement (un fluage) des couches tendant à confondre les plans de stratification et de schistosité, dans la première hypothèse la cartographie ne met en évidence que le replissement des plis couchés, dans la seconde on n'est pas obligé d'admettre l'existence de ces plis couchés.

De toutes façon nous nous trouvons en présence de plusieurs phases de plissement. La première, d'importance inconnue, a créé la schistosité, là où les phases suivantes l'ont replissée.

C - LE GRANITE ET SON CORTEGE

I) LE GRANITE

INTRODUCTION

=====

Le granite porphyroïde affleure sous forme d'un massif d'une quarantaine de kilomètres d'Est en Ouest, il présente un ensellement en son centre qui partage le massif en : St Guiral à l'Ouest, Liron à l'Est.

Le massif du St Guiral se rattache presque vers le Nord à celui de l'Aigoual. Le secteur suit son bord Sud.

Des études pétrographiques ont été effectuées par Mourgues (1901), les chercheurs des Universités de Clermont-Ferrand (G. Hottin- 1959), d'Utrecht (de Ward - 1949) et de Paris (F. Espourteille - 1960).

Le granite plonge doucement sous les schistes paléozoïques peu inclinés vers le Nord (Hottin) et se raccorde probablement au massif du Lozère, de composition analogue, alors que sa bordure Sud est très abrupte contre les schistes verticaux. Il est donc localisé dans une flexure .

Il ressort des analyses du Laboratoire de Pétrographie de Clermont-Ferrand que le granite a une grande homogénéité de composition avec les paramètres de Lacroix suivants pour le massif de St Guiral-Liron :

	p	q	r	s
<u>Granite typique pris au centre du massif</u>				
I km au N de Ste Croix de Caderle.....	I'	4	2	3'
Aigoual (pour comparaison)A. Michel-Lévy (1939)	I'	4(5)	(1) 2	3
Lozère (pour comparaison)P. Lapadu-Hargues (1956)	I'	4	2	3
<u>variations extrêmes, granites en bordure</u> (in Hottin) (6 analyses)	{ I(II)	4	2	3'
	{ I' (3)	4		3'

C'est un granite calco-alcalin monzonitique (quantité de feldspath alcalin égale à celle du plagioclase) et akéritique (plagioclase voisin de l'oligoclase).

- Description pétrographique - éch. 207 (fig. 8)

Granite porphyroïde gris-bleu

Orthose : phénocristaux automorphes de quelques centimètres, maclés Karlsbad, ne paraissant pas orientés de façon claire ; ils sont perthitiques et assez peu altérés.
 $N'p \wedge \text{trace } g' (010) = 0^\circ$ dans $P(100)$;
 $N'p \wedge \text{trace } p = 5 \text{ à } 6^\circ$ dans g'
 $2V = -55^\circ$

Quartz en grains arrondis ou insinués le long des autres éléments, extinction très roulante.

Feldspath potassique rare xénomorphe

Plagioclase assez grands cristaux subautomorphes, maclés Karlsbad-albite - péricline souvent zonés : coeur andésine, périphérie oligoclase à andésine An 15 à 50 ou à récurrence, séricitisés de façon variable selon les zones. De belles myrmékites se développent le plus souvent au contact des cristaux d'orthose.

Biotite légèrement chloritisée avec apatite et zircons abondants, ces derniers entourés d'auréoles pléochroïques.

Epidote rare

Sphène altéré abondant

Scheelite disséminée rare

Pyrite et magnétite rares

- Facies accessoires de bordure -

L'étude de G. Hottin (1959) tend à montrer la faible épaisseur de l'endomorphisme du granite à la terminaison périclinale Est de l'Anticlinal d'Arrigas. Cependant, des analyses dans le secteur seraient nécessaires pour se prononcer définitivement.

a) La facies non porphyroïde, pratiquement inexistant à l'Est du secteur, se développe faiblement à partir du contact des roches carbonatées et vers l'Ouest soit directement au contact, soit sous forme de passées dans l'intérieur du massif. Il est plus clair et, par réduction de la taille des quartz subautomorphes, forme transition entre le granite porphyroïde et les aplites micacées.

b) Les granites à trainées biotitiques s'apparentent à ce faciès par l'absence des phénocristaux d'orthose. J'en ai trouvé en trois endroits :

- sur la route du St Guiral x = 689,700 y = 191,300
- sur la crête dominant le Sanatorium de Peyraube
 x = 692,550 y = 190,100
- à la Bartasse x = 693,400 y = 189,500

tous ont les trainées pentées assez faiblement vers le Sud et par conséquent ils ne correspondent pas à une trace du litage des roches sédimentaires qui sont ici fortement pentées vers le Nord ou verticales (voir pl. VIII, fig. 10 et 11).

c) Les faciès surmicacés, ou à concentrations de phénocristaux d'orthose ; la présence de hornblende verte, l'abondance des enclaves caractérisent également les granites de contact encore non homogènes.

2) CORTEGE FILONNIEN DU GRANITE (voir pl. XI)

- Faciès aplites-micacées. Il se rattache par ses caractères pétrographiques au granite leucocrate non porphyroïde, dont il diffère par l'absence de quartz subautomorphe et le caractère plus net de ses limites.

La pyrite et la tourmaline noire se retrouvent constamment comme éléments accessoires. Le quartz, la scheelite et l'amazonite drusiques sont fréquents. Ce faciès est particulièrement représenté dans la région de Peyraube, injecté à la limite du granite.

- Pegmatites - entre Peyraube et Aumessas, certains filons d'aplites passent vers le centre à des pegmatites à gros éléments de quartz et de feldspath (structure pegmatoïde), à des pegmatites graphiques, à des pegmatites à structure " en sapin" et à des druses de quartz rhomboédrique et de microcline (voir pl. IX, fig. 12).

Vers La Foux, on trouve de petits dykes de pegmatites au sein du marbre dolomitique :

- P M 527 (voir pl. X, fig. 13 et 14)

Pegmatite graphique
Microcline perthitique et quartz.

complètement transformées en biotite, elle-même altérée en chlorite, apatite rare.

- P M 40I

Faciès grenu

Feldspath potassique très perthitique paraissant fortement corroder les plagioclases (?) zonés, albite automorphe postérieure, quartz subautomorphe et intergranulaire. Biotite, apatite, épidote, hornblende verte subordonnées.

La présence de la hornblende et de l'épidote dans ces roches montre un enrichissement en calcium.

Les aplites sont nettement postérieures au métamorphisme de contact, car elles recourent les cornéennes et se disposent même, à Lafoux au Nord d'Aumessas, dans une faille postérieure au métamorphisme de contact.

3) LES MICROGRANITES

Accidentels à l'Ouest du secteur, les affleurements de microgranite prennent un grand développement entre Esparon et Mars, où leur importance a été signalée pour la première fois par B. Geze (1949).

Ils se présentent sous forme de filons plus ou moins anastomosés, de puissance variant du mètre à quelques dizaines de mètres, sauf vers leur limite Nord-Est où ils forment un massif plus homogène.

Ils paraissent jalonner une ancienne faille SSO-NNE ayant affecté la limite du granite et prémonitoire de la faille de Bez, de même direction.

Des éléments de cette roche ainsi que des fragments de quartz à mispickel sont emballés dans la mylonite de la faille E-O qui borde au Nord ces affleurements.

Les épontes sont toujours nettes, parfois bréchiques.

Ce sont des roches claires, où les phénocristaux atteignent plusieurs millimètres et même quelques centimètres pour les feldspaths.

En plaque mince (éch. 220, chemin forestier à l'Ouest de Bréau)

- Minéraux de premier temps :

Anorthose (?) grands cristaux maclés Karlsbad. 2 V = -43 à 51°
extinction dans g^1 : 4° à 7° ; dans p : 0° à 2°
inclusions opaques alignées, les cristaux ont des contours arrondis avec frange de réaction.

Plagioclase grands cristaux allongés maclés Karsbad, albite ,
fortement séricitisés.

Quartz arrondis, avec golfes et auréoles réactionnelles.

Lamelles de biotite très altérées (chlorite, oxyde de fer et
calcite) associées à apatite et zircon.

Fond quartzo-feldspathique à structure finement micro-pegmatitique.

4) LES LAMPROPHYRES

Bien que la transition soit rapide, on trouve des roches inter-
médiaires entre les microgranites et les lamprophyres francs ; ils sont
d'ailleurs associés sur le terrain dans la région de Bez. Ils se présen-
tent sous forme de filons de quelques mètres de puissance au plus.

Même dans les roches très mélanocrates, il n'est pas rare de trou-
ver les phénocristaux de feldspath potassique assez limpide et de plagio-
clase blanc-verdâtre ainsi que les grains de quartz arrondis.

En plaque mince : n° 44I, Kersantite très sombre, amandes de
carbonates et de quartz enrobées de lamelles de biotite, peut-être ar-
rachées aux épontes dans ce cas particulier (à quelques mètres au-dessous).

Biotite dominante associée à de la chlorite rare et au spène altéré.

Feldspaths maclés Karlsbad (albite- oligoclase et feldspath
potassique).

Quartz à tendance automorphe.

Apatite abondante et indépendante de la biotite.

Epidote en rares granules arrondis.

Pyrite avec la calcite.

Ilménite en octaèdres ou squelettique fréquente (altérée).

On en trouve quelques filons entre Bez et la limite Ouest du
secteur, dans le paléozoïque, mais également dans le granite ; la horn-
blende verte devient alors assez abondante, en nids ou associée à la bio-
tite, et la calcite tend à disparaître

C'est le "Fraidronite" d'E. Dumas. (1)

(1) Sur l'origine de ce mot voir :

E. Dumas - 1845- Mémoire sur le Fraidronite, nouvelle roche plutonique
Congrès scientifique de France, 12e session, Nîmes 1844, p.334

P. Lapadu-Hargues - 1960- Note sur le "Fraidronite" de la Lozère (sic) B.
Serv. Carte G.F. t. 57, n°261, p.107-124.

5) ETUDES DES INCLUSIONS DES QUARTZ DU GRANITE ET DE SON CORTEGE (G. Deicha)

- (près de l'éch. 458) granite porphyroïde - quartz globulaire

Examen microscopique : pas de reliquat magmatique visible. Inclusions solides : aiguilles (de rutile ?) paillettes de biotite automorphe , inclusions fluides : alignées triphasées à très grosses bulles gazeuses, peut être de deux générations successives, les premières se sont formées à haute température, les dernières sans doute vers 200° à en juger d'après le diamètre des bulles gazeuses, quelques inclusions fluides contiennent plusieurs particules solides. Pores intergranulaires à structure mosaïque.

Essai par écrasement dégagement gazeux (preuve de la présence de gaz), sans doute de gaz carbonique, (l'observation microscopique a déjà mis en évidence la présence de ce gaz).

Le rôle du gaz carbonique apparaît donc comme très important dans la composition du fluide existant lors de la cristallisation du quartz.

- (Ech. 458) granite à trainées de biotite - quartz globulaire

Examen microscopique : alignements d'inclusions secondaires peut être de plusieurs phases, manifestant des actions hydrothermales.

Essai par écrasement : dégagement gazeux faible mais certain.

- (ech. 570) Granite leucocrate au contact de la pyroxénite

Examen microscopique : nombreuses inclusions secondaires mais à grosses bulles gazeuses (de haute température) ; dans les parties plus limpides apparaissent les inclusions primaires dont les parois sont fortement obscurcies par des dépôts solides.

- (Ech. 459) pegmatite de type pegmatoïde- quartz myarolitique

Examen microscopique : quelques alignements d'inclusions secondaires, des cavités sans rapports avec ces alignements sont plus anciennes et contiennent des dépôts solides et un libelle gazeux, on peut estimer la température de formation à $300^{\circ} \pm 50$ compte tenu de la correction de pression on obtient 350° (-50 à + 100°) (estimation d'après le rapport du volume du libelle gazeux au volume total de l'inclusion).

Rappelons que Fersman donne 500° pour la formation du quartz des cavités des pegmatites sibériennes.

- ech 220) microgranite - quartz globulaire

Examen microscopique : le quartz est bourré d'inclusions à quelques microns les unes des autres, avec libelle mobile, d'origine probablement hydrothermale ; les inclusions primaires et reliquats magmatiques n'ont pas été trouvés.

6) AGE ET FORMATION DU GRANITE

Selon A. Demay (1948), le granite est intrusif et post tectonique.

Pour B. Gèze (1949), il est synorogénique : postérieur au début du plissement, mais antérieur aux derniers efforts hercyniens = tardi-tectonique.

Pour De Waard (1949), le granite de l'Aigoual a été une substance pateuse (mush) montée à la façon d'un diapir et venant du Sud Est.

Les observations faites dans le secteur appuient, dans une certaine mesure, les idées de B. Gèze :

1°) Le granite est nettement postérieur à la phase tectonique majeure et intrusif avec une tendance à suivre la schistosité ; son front semble avoir progressé à la faveur d'une flexure ou peut-être d'une cassure.

2°) Mais du granite porphyroïde à pâte fine s'injecte dans une faille N-S décrochant le granite lui-même au Nord du Cambon $y = 695,250$

Le pendage des grès et des schistes généralement Nord augmente jusqu'à la verticale en se rapprochant du granite, mettant en évidence un mouvement relatif de poussée vers le Sud du massif granitique contre sa bordure.

Le cortège filonien se place dans une série de fractures affectant le granite (région de Peyraube et faille - ? - de Bez-Mars en particulier).

Un filon d'aplite se loge le long d'une faille postérieure au métamorphisme de contact au Nord d'Aumessas, à la ferme de Lafoux.

L'âge du granite, pour tous les auteurs, est anté-stéphanien, car, si on ne trouve pas d'élément granitique dans les conglomérats des terrains carbonifères cévenols (E. Dumas 1875-7), on y trouve des coulées de ~~my~~olite, trachyte et andésite (P. Termier 1888). Bergeron (1905-5) signale d'énormes blocs de granite dans le conglomérat de base du bassin de Requista et dans le bassin houiller de Sumène (Stéphanien). Les conglomérats du bassin houiller du Vigan ne montrent pas de galets de granite. Bergeron (1903-4) dit encore que le Carbonifère est traversé de porphyrites.

7) MINÉRALISATION EN MISPICKEL

'' Une minéralisation en quartz à mispickel se trouve géométriquement liée au microgranite dans la région de Mars sous forme d'amandes '' ou de filons dans les schistes. ''

Quelques grattages ont été faits à l'Ouest de Mars en 1928 à proximité ou dans une grande faille de direction Est-Ouest dont la mylonite de quelques mètres de large comprend des morceaux arrondis de quartz à mispickel et de microgranite de l'ordre du décimètre. Au Sud de cette faille, quelques grattages ont été faits également dans le minerai non tectonisé. On retrouve cette minéralisation sporadiquement dans la région comprise entre Serres, le col de Mousoules, la cote 714 située au Nord d'Esparon et Bréau.

La minéralisation consiste en mispickel et pyrite, associée à du quartz contenant des baguettes de tourmaline (pl. XII, fig. 15), en amande dans des schistes qui paraissent légèrement silicifiés et blanchis et dans des filons de quartz pouvant atteindre 50 cm de puissance, de direction subméridienne. On peut trouver des échantillons de mispickel massif de plusieurs décimètres cubes. La texture est bréchique. On peut signaler encore quelques grattages dans les schistes noirs sur des indices analogues à la limite Ouest du secteur, au Nord d'Aulas, des filons de microgranite se trouvent à proximité.

Un échantillon choisi, sur la faille près du col situé à 600m environ à l'Ouest du Puech a donné :

As 32,95% - Cu 0,05% - Pb 0,06% - Zn 0% - or à la tonne : 6 g.

(Archives Service des Mines - Alès).

Il s'agit donc d'indices inexploitablement surtout à cause du tonnage.

En section polie, on trouve :

- Ech. 484 mispickel, pyrite, fracturation postérieure (v. pl.XII)
- Ech. 285- SP. P869, mispickel automorphe, marcasite, petites inclusions de pyrrhotite (?) ; chalcopryrite et blende en filonnets recoupant le mispickel. Le mispickel et la pyrite semblent présenter des contours mutuels et se trouvent dans les mêmes filonnets ; la chalcopryrite postérieure se rencontre souvent.

- Etude des inclusions fluides du quartz (avec M. Deicha) :
essai par écrasement : dégagement gazeux net.

au microscope : inclusions fluides primaires et secondaires très nombreuses, bulles gazeuses importantes pour les inclusions les plus anciennes, le quart du volume soit une température de formation de l'ordre de 250° ou supérieure.

Si on groupe les trois faits : a) la température de formation de la minéralisation est élevée,

b) cette minéralisation est localisée dans la zone injectée de microgranite,

c) la faille Est-Ouest dont nous avons parlé précédemment est postérieure au microgranite et au mispickel, on peut penser que la venue du microgranite est à l'origine de la minéralisation.

- Minéralisations voisines -

On peut rapprocher des indices décrits les filons de magnétite du col de Maurès (au Nord du Vigan) qui se trouvent au voisinage de filons de microgranite-lamprophyre, et les filons Est-Ouest à mispickel du Fraissinet - (au Nord-Est du Vigan) à 12% d'arsenic et 1 à 2 grammes d'or à la tonne situés dans une région injectée de microgranite. Les indices de Mars paraissent d'autre part devoir être rapprochés des filons à quartz, tourmaline, mispickel, pyrite, cassitérite, avec parfois blende, stannite, chalcopryrite, galène, marcasite et sidérose décrits plus à l'Ouest par le B.R.G.M. et F. Espourteille.

D - LE METAMORPHISME DE CONTACT

anite vient au contact des grès inférieurs, des dolomies
la série schisto-gréseuse. Les indices de scheelite et de
ométasomatiques ainsi que la paragénèse complexe nous ont
er sur le métamorphisme de la série carbonatée.

LE AU CONTACT DES GRES

otite apparaît la première en minuscules paillettes puis
pe et est associée à du rutile, du zircon et quelques grains
est souvent chloritisée.

scovite est abondante jusqu'au contact du granite.

alousite en baguettes apparaît en même temps ou un peu avant
e peut présenter le pléocroïsme Np rose - Ng incolore.

agioclase apparaît assez près du granite à quelques mètres
oclase) en petits cristaux associés au quartz.

rdiérite (?) est trop altérée pour pouvoir être détermi-
ude. Comme minéraux accessoires on trouve :

rmaline verte et brune abondante, parfois en enduits à la
cs (en particulier PM 398 et éch. 614 Le Travers).

tite rare (PM 396)

ene (PM 396)

ite

veloppement des lits quartzo-feldspathiques et des lits à
à la roche un aspect de gneiss très fin (= leptynolite).

ct même du granite sur quelques centimètres du feldspath
se développer dans les grès métamorphiques (2V = 70 à 80°).

- le contact du granite est net, même à l'échelle de la plaque mince ; en effet, le grain de la roche passe brusquement de 0,1 à 3 mm et les lits micacés se dissocient (PM 267 route de Lesperou) en passant du leptynolite au granite.

Les phénocristaux de feldspathopotassique ne pénètrent pas les leptynolites.

2) LA SERIE SCHISTO-GRESEUSE

Le contact avec le granite de cette série s'observe au NO de l'Anticlinal d'Arrigas.

Le métamorphisme de contact est semblable à celui de la série gréseuse inférieure :

- schistes tachetés (à 1000 à 1200m du granite)
- schistes noduleux et apparition de la biotite vers le Vilaret et Casebonne à 600 m plus à l'Ouest vers les Fouzes).

- leptynolites développés à partir de la route de St Guiral et vers l'Ouest sur quelques mètres, avec plissements intenses ; ce phénomène n'est pas aussi développé que celui décrit par F. Espousteille encore plus à l'Ouest.

3) LA SERIE CARBONATEE (1)

La série carbonatée : schistes et calcschistes noirs, dolomies et calcaires rubanés à interlits schisteux noirs vient au contact du granite dans la région d'Aumessas-Arrigas sur une longueur de 3 km. Elle montre un métamorphisme de contact pouvant se subdiviser en deux zones très nettes :

a) Première zone, 600 à 200 mètres du contact : "dolomies recristallisées".

Les schistes noirs deviennent plus massifs et présentent des taches mates noires puis de l'andalousite en agrégats et du dipyre en baguettes ; la biotite apparaît peu après en lamelles parallèles au litage.

(1) Le mot Skarn est adopté par tous les pétrographes spécialistes. il

Les dolomies et calcaires rubanés deviennent plus clairs et recristallisent en isolant les phyllites en fins alignements ou en trabécules anastomosés.

Dans ces roches, on trouve de petits filonnets de quartz pyriteux et des fissures présentant de beaux cristaux de dolomite " en selle" ou d'ankérite (?)

b) Deuxième zone, 200 mètres jusqu'au contact du granite "zone des silicates calciques".

Le passage de la première à la seconde zone se fait partout brutalement et cela est dû, en grande partie, à l'abondance des failles dans ce secteur.

Dans cette zone, les silicates se développent en lits parallèles donnant à la roche un aspect rubané caractéristique. En général, le pendage est régulier et très fort vers le Nord, mais à Vernes et à Lafoux, on peut voir des plissements très fins et spectaculaires (1) dans les couches de marbre.

Le rubanement est en général centimétrique, mais peut être beaucoup plus fin. Sous le Sanatorium de Peyraube dans des lits de marbre les silicates calciques se développent à partir de fissures obliques au litage.

On distingue : (pl. XVI et XVII)

- 1 - des lits noirs (anciens lits schisteux) à biotite et andalousite.
- 2 - des lits blancs verdâtres quartzo-feldspathiques à pyroxènes subordonnés.
- 3 - des lits bruns et caramels à idocrase et grenat.
- 4 - des lits blancs fibreux à trémolite ou wollastonite
- 5 - des lits de marbre à calcite ou dolomite cristalline.
- 6 - des lits verts à pyroxène et scheelite.

L'étude de ces skarns a été menée en collaboration avec le B.R.G.M. et principalement avec M. Lougnon (v. pl. XXI et XXII).

(1) La figure 7 du Bull. C.G.F. 1898-1899 t 10 - n° 64, p.254 du Mémoire de A. Lacroix sur le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact est d'ailleurs la photographie d'un échantillon provenant " du Vigan" (Gard).

I°) Les lits noirs - anciens schistes noirs ; on y trouve :

- (biotite brune en lamelles parallèles au litage ; elle se
 - (développe et prend une orientation oblique près
 - (du granite. Elle est partiellement chloritisée.
 - (andalousite très poeciloblastique, subsiste jusqu'au contact
 - (du granite.
 - (quartz
- tourmaline, apatite, pyrite, mispickel, pyrrotite accessoires.
- en lentilles, on trouve : biotite, andalousite, phlogopite, quartz.

Lits plus calciques à biotite

Ib - biotite associée à chlorite genre pennine

hornblende verte (Ng^Nc = 28°) en quantité variable et pouvant dominer, en prismes allongés selon le litage ou porphyroblastiques.

quartz et plagioclase

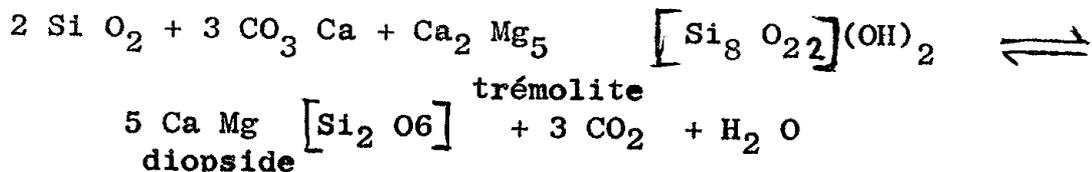
Zircon et pyrite accessoires.

Ic - biotite, quartz

trémolite ou actinote fibreuses (à signaler : une actinote sodique) souvent épigénisées soit en talc soit en chlorite.

Sphène et pyrite accessoires.

Ces faciès à amphiboles représentent un métamorphisme moins intense que ceux à pyroxène et se rencontrent un peu plus loin du granite. Ils pourraient marquer une pression plus forte du gaz ou un déficit en silice :



Id - biotite

quartz

plagioclase

calcite en plages xénomorphes

sphène accessoire

En principe, ces minéraux ne devraient pas coexister. Le plus simple est de considérer la calcite comme secondaire.

Ie - cornéennes à taches verdâtres ovoïdes : cordiérite (?) altérée
quartz, chlorite, calcite.

autres associations voisines

- pyroxène
quartz
calcite plus ou moins abondante
épidote ou, rarement, clinozoïzite
sphène et apatite secondaires
- pyroxène
biotite
sphène
- calcite
quartz
phyllite
quelques pyroxènes ouralitisés
sphène.

2°) Les lits blancs verdâtres

- plagioclase (andésine en général), en agrégats chargés d'impuretés et séricitisés.
- pyroxène plus ou moins abondant, englobant le quartz.
- quartz en petits grains émoussés.
- idocrase poeciloblastique montrant de nombreuses inclusions de pyroxène.
- plagioclase limpide englobe les pyroxènes et corrode l'idocrase (albite à oligoclase).
- sphène, apatite, zircon et tourmaline accessoires.

Minéraux accidentels :

- scapolite calcique (biréfringence du 2e ordre) dans les lits plus riches en pyroxènes.
- séricite avec quartz et sphène, associé parfois à la wollastonite
- trémolite asbestiforme ($Ng \wedge c = 19^\circ$)

Minéraux postérieurs : (on les retrouve d'ailleurs dans les lits de n'importe quelle composition).

- quartz, calcite, prehnite : dans des filonnets recoupant le litage.
- épidote, chlorite verte : filonnets de quartz à sulfures.
- pyrite, mispickel, pyrrhotite.

La prehnite se présente sous forme de petites rosettes blanches.

A signaler une lentille présentant l'association : elbaïte, phlogopite, prehnite.

3°) Les lits bruns : (pl. XVIII)

- " - grenat brun clair ($N = 1,745$) isotrope, parfois légèrement biréfringent, sur la bordure du cristal
- " grossulaire à moins de 5% Andradite
- " - Idocrase brun caramel (uniaxe, légèrement pléochroïque : orangé clair à incolore) en prismes courts mal terminés, parfois allongés.

Ces deux minéraux se rencontrent en association constante, le grenat moule l'idocrase automorphe et pénètre dans ses fissures. Ils paraissent corroder tous deux les pyroxènes.

- pyroxènes peu abondants
- plagioclases remplissant les plages interstitielles et corrodant les calcites et l'épidote.

4°) Les lits blancs fibreux (pl. XVII)

- Wollastonite en fibres blanches courbées et tordues atteignant quelques centimètres, d'aspect soyeux. Elle se trouve assez souvent disposée en traînées entre les lits silicatés et les marbres, ou bien elle est associée à la calcite et se présente en cristaux allongés disposés au hasard.

L'association la plus fréquente est :

Wollastonite, diopside, calcite, idocrase rare, feldspath très altéré (sérícite)

- La trémolite peut donner également des lits fibreux avec calcite et dolomite, au-dessous du Sanatorium de Peyraube en particulier, (fig. 20).

5°) Les lits de marbre

- La calcite et la dolomite recristallisent et prennent une structure en mosaïque.

On y trouve :

pyroxène en petits cristaux dispersés

idocrase et grenat

Wollastonite en abondance parfois (voir ci-dessus). A Vernes, dans le marbre dolomitique friable qui domine Lafoux, on trouve quelques filonnets de serpentine verte et du phlogopite disséminé.

6°) Les lits verts à pyroxènes (pl. XIX)

De composition minéralogique analogue à celle des lits blancs verdâtres et des lits bruns avec lesquels ils sont le plus souvent associés, les lits de pyroxénite s'en distinguent nettement sur l'échantillon par l'abondance des pyroxènes et par un grain plus gros, de l'ordre du millimètre. L'altération leur donne une patine rouille épaisse.

On y voit :

- pyroxène vert en mosaïque sans orientation

$1,71 < N_g < 1,72$ $N_g \wedge c = 42^\circ$ essai microchimique :

fer présent $2 V = 58 - 60^\circ$

C'est donc un diopside à 35% d'hedenbergite d'après les courbes données par Winchell (1927) t2 p, 186 fig. 100, et d'après les courbes de Hess in Tröger (1959) on trouve 30% d'hedenbergite ; il est légèrement pléochroïque (vert pâle, incolore), rarement ouralitisé, sauf au contact immédiat du granite. Il peut être parfois chloritisé ou attaqué par la calcite.

- scheelite en petits cristaux dispersés de l'ordre du millimètre et qui atteignent parfois 5 à 6 millimètres. Aux rayons ultra-violet de courte longueur d'onde, la luminescence blanc-bleuté dénote l'absence de molybdène dans le cristal.

La scheelite se rencontre en lits uniquement dans les pyroxénites

Le contrôle est absolu et elle est plus abondante dans les lits les plus grossiers.

En plaque mince, elle est subautomorphe et xénomorphe et présente des limites mutuelles avec le pyroxène ou parfois l'englobe poecilitiquement.

- plagioclases impurs et irrégulièrement distribués. Ils vont

de l'oligoclase à la bytownite, mais le plus fréquemment ils ont comme composition moyenne : andésine - labrador ; les impuretés ferrugineuses peuvent leur donner une teinte rosée prononcée. Ils sont zonés, en général le plagioclase le plus basique se situe à l'extérieur. Les feldspaths potassiques sont rares ($2V = -70^\circ$) (Pl. XX, fig. 25)

- sphène très abondant, automorphe ou arrondi, parfois en alignements articulés, épidote, zircon, apatite.

Plus rarement, on trouve associés :

- grenat entouré d'une frange de chlorite et d'épidote (Pl. XX fig. 24).

Dans les fissures, on trouve :

- quartz à scheelite près des filons de quartz avec axinite à la Bartasse.

L'axinite se présente en cristaux aplatis selon la face (001), incolore en plaques lincees, mais pléochroïque en lame épaisse (violet à jaune orangé)

$2V = 66$ à 68° , d'après Tröger : variété à 50% FeO et 50% (Mg, Mn)O et, parfois : épidote, clinozoïzite, prehnite, calcite, datolite (?)

c) Répartition des skarns à pyroxènes (voir carte et croquis, pl. XIII, XIV, XV)

Ils ne se trouvent qu'au contact immédiat du granite, jamais à plus de quelques mètres, et dans des structures qui font pénétrer les skarns vers l'intérieur du granite, ou même se trouvent déjà en "Roof pendants" comme à la Bartasse.

d) Hypothèses génétiques.

Le plus souvent, les lits pyroxéniques sont associés aux lits quartzo-feldspathiques, parfois aux lits biotitiques, les lits de marbre et de wollastonite sont rares, mais se rencontrent.

L'examen des planches XXI et XXII nous permet de supposer que les pyroxénites représentent le faciès métamorphique le plus intense, caractérisé par un fort apport de silice dans des dolomies ferrifères.

L'andalousite et le plagioclase dériveraient des lits argileux ou sériciteux riches en alumine, la biotite dériverait des lits chloriteux, les amphiboles dériveraient des dolomies gréseuses ou silicifiées, le grenat et l'idocrase dériveraient des calcaires alumineux gréseux ou silicifiés. Les lits à wollastonite marquent le front de silicification des calcaires ou plutôt les anciens lits à quartz et calcite (voir la communication de J. Wyart, C. Ruppli, G. Sabatier - 1960 - sur la synthèse de la wollastonite).

Cette hypothèse sur l'origine des pyroxénites est renforcée par l'existence de minéraux de faciès métamorphique différent dans les zones plus externes : épidote, hornblende, trémolite, actinote.

Le manque d'analyses chimiques ne permet pas de pousser plus loin l'interprétation. Mais il semble bien qu'il y ait eu une véritable différenciation métamorphique due à l'absence de migration du calcium, du magnésium et de l'aluminium, au cours du métamorphisme ; l'apport de silice et de tungstène ne s'est fait que pour la formation des pyroxénites et peut-être des lits à grenats ; en effet, on ne constate pas d'appauvrissement en silice du granite de bordure près des tactites sauf au contact des pyroxénites.

e) Filonnets de quartz et de minéraux :

Ces filonnets recourent les skarns ou se placent entre deux bancs de nature différente.

Ceux qui se trouvent en dehors des lits pyroxéniques sont assez banaux :

- quartz, pyrite, mispickel et pyrrhotite avec chlorite, dans l'ordre d'importance décroissante, les sulfures peuvent également être dispersés dans la roche en petits cristaux millimétriques, ce qui est très fréquent. On trouve encore quelques mouches de chalcopryrite à Vernes dans les tactites.

Avec les lits carbonatés ou les silicates calciques, on a :

- quartz, calcite, épidote, prehnite et sulfures.

Avec les lits pyroxéniques ou très près d'eux, on a :

- quartz, scheelite, axinite, avec actinote et sphène (La Bar-tasse) en filonnets ou placages parallèlement au litage. La scheelite peut atteindre plusieurs millimètres.

- quartz, molybdénite, scheelite avec pyrite, mispickel et traces infimes de blende et de bismuth natif (voir fig. pl. XV) La molybdénite est altérée en un produit jaune, luminescent aux U. V. en jaune.

Quelques veines à quartz-scheelite peuvent contenir quelques plagioclases maclés à tendance automorphe dans un filon à la Bartasse. On peut supposer (sans certitude d'ailleurs), qu'il n'y a eu qu'une seule venue scheelitifère et que la scheelite des filons quartzeux représente une remise en mouvement de la minéralisation des pyroxénites voisines.

L'étude des inclusions de ce dernier quartz pratiquée avec M. Deicha a donné des résultats très intéressants : on y distingue des inclusions primaires et secondaires à parois opacifiées mais quelquefois claires pouvant contenir trois phases distinctes : schématiquement eau, anhydre carbonique, liquide et gazeux ; la quantité de $\text{CO}_2 / \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ peut être estimée à 10% en poids et la température de formation était probablement supérieure à 300°C (?). Ces reliquats fluides sont à mettre en parallèle avec la scheelite et la molybdénite qui remplissent des fissures du quartz. Des inclusions postérieures limpides sont nettement hydrothermales et se sont formées vers $150-200^\circ \text{C}$. (estimation selon le rapport du diamètre du libelle de retrait au diamètre de l'inclusion).

f) Relations entre la minéralisation en scheelite et les aplites micacées et pegmatites à tourmaline : les filons d'aplite et de pegmatite sont postérieurs à la minéralisation et la recourent ; quand le contact du granite et des tactites est envahi par ces filons, la minéralisation disparaît. On trouve fréquemment des octaèdres isolés de scheelite associés aux grands cristaux de tourmaline. Le quartz qui recoupe ces filons et s'associe à eux est à rapprocher des filons borés à axinite et scheelite.

g) Passage des pyroxénites au granite : En général, ce passage est brutal comme pour les autres roches dans tout le secteur ; il n'est progressif qu'à la Bartasse où l'on voit les pyroxénites se charger de

plagioclases : albite automorphe et andésine, d'orthose (?) (pl. XX, fig. 26) ; la scheelite est associée au quartz puis les pyroxènes s'ouralitisent et sont corrodés par les plagioclases. On trouve également de la chlorite verte, du sphène, de l'apatite et de l'épidote. La biotite se forme ensuite et on a alors le granite habituel de bordure à un mètre de la pyroxénite.

Le granite porphyroïde peut contenir de la scheelite très dispersée liée aux phénocristaux d'orthose, mais qui se rencontre également et enduits fissuraux près des tactites.

h) Valeur économique des indices.

La teneur moyenne des pyroxénites à scheelite en WO_3 est très faible et certainement au-dessous de la teneur limite d'exploitabilité ; les tonnages mis en évidence par le B.R.G.M. sont également faibles, même en y ajoutant les minéralisations des filons de quartz et celles qui pourraient être cachées sous les éboulis. Le seul affleurement susceptible d'avoir un aval-pendage notable est celui de Peyraybe.

Nous nous trouvons à la limite des faciès amphibolite et pyroxénite, ces dernières sont réputées se former à des températures plus grandes et sous des pressions plus basses (donc plus près de l'apex du granite). Les possibilités de gisement en profondeur semblent faibles, d'autant plus que le contact du granite est affecté vers l'Ouest par des failles verticales susceptibles de compliquer l'exploitation éventuelle.

1) Tableau des compositions chimiques des minéraux des skarns

I Minéraux de la roche primitive

	Somme des Valences	% des valences cationiques occupées par chaque élément :							
		Si	Al	Fe	Mg	Ca	K	Na	C
calcite $\text{CO}_3 \text{Ca}$	6	-	-	-	-	33,3	-	-	66,7
dolomite $(\text{CO}_3)_2 \text{Ca Mg}$	12	-	-	-	16,7	16,7	-	-	66,7
séricite $(\text{Si}_3 \text{Al O}_{10}) \text{Al}_2 \text{K} (\text{OH})_2$	22	54,6	41	-	-	-	4,5	-	-
chlorite $(\text{Si}_3 \text{Al O}_{10}) \text{Al Mg}_3 (\text{OH})_4$ (Si, Al, Mg, Fe, var)	24	50	25	← 25 →	-	-	-	-	-
(kaolin) $(\text{Si}_4 \text{O}_{10}) \text{Al}_4 (\text{OH})_2$	28	57,2	42,8	-	-	-	-	-	-
quartz Si O_2	4	100	-	-	-	-	-	-	-
pyrite Fe S_2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

II Minéraux des skarns

sans Ca :									
andalousite $(\text{Si O}_4) \text{Al}_2 \text{O}$	10	40	60	-	-	-	-	-	-
(cordiérite) $(\text{Si}_5 \text{Al O}_{18}) \text{Al}_3 (\text{Fe, Mg})_2$	36	55,6	33,4	< 11,1 >	-	-	-	-	-
biotite $(\text{Si}_3 \text{Al O}_{10}) (\text{Fe, Mg})_3 \text{K} (\text{OH})_2$	22	54,6	13,6	← 27,3 →	-	-	4,5	-	-
phlogopite $(\text{Si}_3 \text{Al O}_{10}) \text{Mg}_3 \text{K} (\text{OH})_2$									
minéraux calciques :									
wollastonite $(\text{Si O}_3) \text{Ca}$	6	66,7	-	-	-	33,3	-	-	-
grossulaires $(\text{Si O}_4)_3 \text{Ca}_3 \text{Al}_2$	24	50	25	-	-	25	-	-	-
andradite $(\text{Si O}_4)_3 \text{Ca}_3 \text{Fe}_2$									
idocrase $(\text{Si O}_4)_5 (\text{Ca, Mg})_6 (\text{Al, Fe})_3 (\text{OH, F}) + \text{Ti}$	41	48,8	21,9	-	-	29,3	-	-	-
anorthite $(\text{Si}_2 \text{Al}_2 \text{O}_8) \text{Ca}$	16	50	37,5	-	-	12,5	-	-	-
albite $(\text{Si}_3 \text{Al O}_8) \text{Na}$	16	75	18,8	-	-	-	-	6,3	-
scapolite (meionite) $(\text{Si}_2 \text{Al}_2 \text{O}_8)_3 \text{Ca}_4 \text{CO}_3$									
épidote $(\text{Si}_3 \text{Al O}_{12}) \text{Ca}_2 (\text{Al Fe})_2 (\text{OH})$	25	48	← 36 →	-	16	-	-	-	-
zoisite $(\text{Si}_3 \text{Al}_2) \text{Ca}_2 \text{Al}_2 (\text{OH})$	id								
trémolite $(\text{Si}_8 \text{O}_{22}) \text{Ca}_2 \text{Mg}_5 (\text{OH})_2$	46	70	-	-	21,7	8,7	-	-	-
hornblende $(\text{Si}_6 \text{Al}_2 \text{O}_{22}) \text{Ca}_2 (\text{Fe, Mg})_4 \text{Al} (\text{OH})_2 \text{Na}$	46	58,6	19,5	← 17,4 →	8,7	-	22	-	-
actinote $(\text{Si}_8 \text{O}_{22}) \text{Ca}_2 (\text{Fe, Mg})_5 (\text{OH})_2$	id								
diopside $(\text{Si}_2 \text{O}_6) \text{Ca Mg}$	12	66,7	-	-	16,7	16,7	-	-	-
hedenbergite $(\text{Si}_2 \text{O}_6) \text{Ca Fe}$	12	66,7	-	-	16,7	16,7	-	-	-
scheelite $\text{WO}_4 \text{Ca}$	8	-	-	-	-	25	-	-	(w) 75

III Minéraux fissurés et accessoires

apatite $(\text{PO}_4)_3 \text{Ca}_4 (\text{Ca F})$
axinite $(\text{Si O}_4)_8 \text{Ca}_7 \text{Al}_4 \text{B}_2$
prehnite $(\text{Si O}_4)_3 \text{Ca}_2 \text{Al}_2 \text{H}_2$
sphène $\text{Si O}_5 \text{Ca Ti}$
zircon $\text{Si O}_4 \text{Zr (+ Th)}$
tourmaline $(\text{Si}_4 \text{O}_{19}) (\text{Al Fe})_3 (\text{B, OH})_2 \text{Mg}$
albite idem + Li - Fe

Ce tableau permet de voir facilement les apports et les départs de matière impliqués par le passage d'un minéral à un autre (remplacement, passage d'une paragenèse à une autre...) ; ces changements de composition ne sont pas directement perceptibles à la lecture de la formule du minéral.

j) Comparaison des données bibliographiques concernant les conditions de pression et de température au cours de la formation des skarns.

I - Profondeur (voir pl. XXIV, fig. 27)

En faisant la coupe Nord-Sud du Massif du St Guiral et en prolongeant selon un contour probable les limites du granite, on voit que l'apex de celui-ci devait se trouver à environ 1,5 à 2,5 km au dessus du niveau des skarns étudiées (A de la figure).

La profondeur de mise en place des granites circonscrits est généralement admise comme se situant entre 1 et 10 km de profondeur, (B de la figure : Raguin 1957, p. 37).

Jung et Roques en 1952 ont estimé que les micaschistes supérieurs se sont formés, dans la vallée de la Sioule, à une profondeur comprise entre 4 et 7 km. En admettant a) que le métamorphisme de la vallée de la Sioule et des Cévennes est analogue et b) que les plissements postérieurs, de peu d'amplitude ici, et l'érosion n'ont pas modifié très sensiblement la profondeur à laquelle se trouvent les roches, on est amené à corriger la donnée B et à concevoir que l'apex granitique a pu se former à une profondeur comprise entre 1,5 et 6,5 km.

2 - Pression (pl. XXIX, fig. 28)

Les skarns se seraient formées à une profondeur comprise entre 4 et 7 km.

Si on admet comme pression la pression hydrostatique, on voit qu'elle était probablement comprise entre 400 et 700 atmosphères et si on envisage la pression lithostatique, on est amené à admettre des pressions de 1000 à 2000 atmosphères. Ces deux pressions étant à considérer dans le milieu intergranulaire, si on le suppose non clos, à la pression de l'eau il convient d'ajouter celle du gaz carbonique. Celles-ci jointes, ne doivent pas dépasser la pression lithostatique sans entraîner une déformation plastique de la roche, ce qui n'était pas le cas ici, sauf peut-être pour les marbres.

k) Skarns et valeurs des Ek de Fersman.

La séquence de formation des silicates de la zone interne est bien établie :

- diopside, scheelite
- idocrase
- grenat
- plagioclases calciques puis sodiques
- quartz

Le calcul des Ek de ces silicates ne montre pas de relation systématique entre ces valeurs et l'ordre de dépôt, cela s'explique par le fait que les liaisons atomiques des silicates ne sont pas de type ionique.

Néanmoins on constate qu'il se forme d'abord des alumino-silicates de fer et de magnésium (diopside) puis de calcium (idocrase, grenat, scheelite) puis de sodium (plagioclases calciques puis sodiques) puis de potassium (feldspath K), ce qui correspond aux valeurs décroissantes des Ek de ces éléments :

Si ⁴⁺ Ek	: 8,60
Fe ⁺³	5,15
Al ⁺³	4,95
Fe ⁺²	2,12
Mg ⁺²	2,10
Ca ⁺²	1,75
Na ⁺¹	0,45
K ⁺¹	0,36

1) Faciès minéral des skarns.

Il est difficile de savoir si on se trouve dans le faciès des cornéennes à pyroxène ou à amphibole d'après la nature des silicates calciques mais la présence de la muscovite stable en présence du quartz dans les grès métamorphiques, l'abondance de la biotite et l'absence de l'hypersthène sont des arguments en faveur de l'existence du faciès à amphibole (J.Turner et J. Verhoogen 1960, p 512 et 521) bien que la hornblende soit peu abondante dans les zones les plus internes des skarns.

La température de formation est donc de l'ordre de 450 à 550°C (pl. XXIII) si on admet une pression partielle en H₂O de 1000 bars et en CO₂ de 200 bars.

G. Guitard et P. Laffitte (1958) à Costabonna (Pyrénées Orientales) ont admis des températures plus faibles : 400 à 500° pour les skarns étudiés mais ces skarns sont pauvres en wollastonite et n'ont pas de plagioclase .

Dans ces deux cas, la température de fusion du granite n'était pas atteinte (il faudrait des pressions supérieures à 2000 bars).

Nous ne prétendons pas conclure, mais seulement montrer l'intérêt de l'étude des skarns pour résoudre le problème de la formation du granite, surtout si ces recherches étaient couplées avec des travaux de synthèses minéralogiques concertées (voir J. Jung in Demay 1955).

Remarquons, pour terminer, qu'on peut rapprocher ce type de minéralisation de celles d'Azegour au Maroc (Permingeat 1958) et de Costabonna dans les Pyrénées (Guitard 1955) car la scheelite dans les trois cas, est liée au silicate le plus ferrifère : grenat andradite à Azegour, pyroxène salite à ferrosalite dans les Pyrénées près du contact d'un granite calco-alcalin, mais la minéralisation est ici faible et ceci peut être dû à la trop grande érosion du granite qui affleure dans le secteur étudié sur 300 à 500 km² alors que les gisements les plus intéressants des Pyrénées affleurent sur 30 à 40 km² et que le granite d'Azegour, masqué partiellement par la couverture ne doit pas être plus érodé.

E - ETUDE DES MINERALISATIONS CUPRO-PLOMBO-ZINCIFERES DU SOCLE

INTRODUCTION

=====

Un grand nombre d'indices et de petits gîtes de cuivre, de plomb et de zinc se rencontrent dans le secteur étudié.

Les minéralisations sont de deux types :

a) Filons quartzeux de direction Est-Ouest à cuivre dominant, zinc abondant parfois et plomb subordonné ; ces filons sont localisés dans des failles, mais la minéralisation est contrôlée par le contact dolomie rubanée-schistes noirs.

b) Minéralisation barytique plombo-zincifère (à Valcroze) ou zincifère (à Vernes) sans guide visible.

Les minéralisation de type b sont postérieures à celles de type a auxquelles sont précédées d'une phase de quartz stérile. La minéralisation en mispickel décrite plus haut à la fin du paragraphe traitant du microgranite est indiscutablement antérieure aux minéralisation EPGC. La recherche à la Sonde de Castaing des minéraux porteurs d'argent a donné des résultats positifs.

I. CONCESSION D'ALZON

Les minéralisations filoniennes de l'Anticlinal d'Arrigas ont été partagées en deux concessions : Arrigas au Nord, Alzon au Sud. Nous décrirons d'abord successivement ces deux concessions, puis nous tenterons, en conclusion de faire ressortir les traits généraux de la minéralisation.

- Historique -

La concession a été accordée le 16 Mars 1923 pour cuivre, plomb et métaux connexes. Les travaux sporadiques s'échelonnent de 1920 à 1931. La concession n'est pas renoncée.



La totalité des travaux représente 400 mètres environ de galeries ; la production a été de 100 t de minerai de cuivre à 2-10% Cu (Valcroze et Cailleret), 250 t de pyrite (Curel), 300 t de galène argentifère dont 170 à 10-30% Pb et 1500-200 g Ag/t Pb (Valcroze).

Le gisement a été découvert lors de la construction du chemin de fer, vers la fin du siècle dernier. Partout les recherches ont rencontré les traces d'anciens travaux.

- Description des travaux et des minéralisations.-

De part et d'autre de la vallée de la Vis, au Nord d'Alzon, on trouve d'Ouest en Est les travaux de Valcroze, le Cailleret, le Curel, le Verdu (voir carte).

Les analyses et les descriptions des travaux miniers résultent de l'interprétation des documents du Service des Mines d'Ales et de mes observations sur ce que l'on peut encore voir.

a) Valcroze -

En partant de la route qui domine le village de Valcroze, on rencontre successivement le travers-banc à la cote 746 m, la galerie cotée 778m, un puits sur la crête de la colline coté 801m (col de Pesse).

Travers banc 746 m : son entrée est bouchée, sur la halde, on trouve 1m^3 de minerai de plomb riche et 1m^3 de minerai de cuivre oxydé. Au mur (Sud) du filon de quartz E-O affleurant, des effondrements jalonnent en surface la galerie.

Les travaux ont reconnu le filon de quartz E-O sur une centaine de mètres. Il a un pendage Nord de 85° environ et suit la limite des dolomies rubanées (au sud) et des schistes (au nord). Ce filon se situe donc dans une faille normale. Il paraît assez complexe dans le détail, montrant un jeu répété de la faille ; il contient un peu de chalcopryrite à l'Est et d'oxyde de fer à l'Ouest. Il peut atteindre quelques mètres d'épaisseur ; la chalcopryrite se présente sous forme de mouches ou de "noix" dans le quartz sur une quarantaine de cm au maximum. Cette minéralisation a été remaniée dans la zone d'oxydation et s'est concentrée dans les interlits des dolomies rubanées ou sur les parois des grottes sous forme de croûtes de malachite ou d'oxydes de fer

cuprifères, 60 t paraissent avoir été extraites.

Le filon cuprifère est limité à l'Est et à l'Ouest par des filons croiseurs visibles sur la carte et les plans miniers, ces filons encaissent une minéralisation en galène.

Le filon le plus occidental, de direction SO-NE a été exploité par les anciens. Le filon le plus oriental, de direction NS (?) décroche le filon cuprifère d'une dizaine de mètres (coté Ouest décroché vers le Nord) ; il n'a pas été reconnu, mais se raccorde peut-être à la minéralisation plombeuse de la galerie 778.

Galerie 778 m : Deux entrées sont encore accessibles près d'un affleurement de schiste noir silicifié plombifère. Dans les galeries, la minéralisation en galène paraît imprégner les schistes noirs silicifiés, au toit des dolomies rubanées et suivre le contact assez ondulé en formant nettement deux petits anticlinaux de direction NO et NNO se rejoignant vers l'entrée de la galerie. On a trouvé également dans une grotte des concrétions de malachite parfois épaisses de 60 cm ; une dizaine de tonnes de ce minerai étaient extraites en 1922. Ici également d'anciens travaux ont été rencontrés. Une descenderie conduit aux travaux du niveau 746 décrit précédemment.

Travaux du col de Pesse 795 et 801 m : Sur la crête, on rencontre quatre puits comblés à quelques mètres au Sud du filon de quartz Est-Ouest ; on y voit du quartz saccharoïde et bréchique blanc avec de rares mouches ou noix de chalcopryrite et de beaux enduits de malachite et d'azurite sur le quartz. Les archives indiquent qu'un puits a recoupé le filon de quartz épais de 80 cm avec un pendage de 58° vers le Nord, au contact des dolomies et des schistes. On y a extrait 5 t de minerai à 3,55% Cu et 89,30% SiO₂.

Décrivons avec quelque détail les diverses minéralisations de Valcroze :

- Le quartz à chalcopryrite des filons Est-Ouest (éch. 253, 259, 262, 323 et SP.P 542, 545, 552, 559, 560, 868) (voir pl. XXX, fig. 33). Le quartz est laiteux ou hyalin, à grain assez fin de l'ordre du millimètre, il peut être bréchique et plus ou moins recimenté. La chalcopryrite se dispose en mouches dispersées ou en "noix" pouvant atteindre quelques centimètres

rarement quelques décimètres. La pyrite est peu importante et nettement corrodée et envahie par la chalcopryrite. La blende brune est très peu abondante, la chalcocite envahit et remplace la chalcopryrite ; comme minéraux supergènes on reconnaît la covellite, les hydroxydes de fer, malachite et azurite. On peut donc établir la succession suivante :

- pyrite, chalcopryrite et blende (?), chalcocite, covellite, autres minéraux supergènes.

- Minéraux de cuivre supergènes : Sous forme de croûtes dans les grottes ou les cavités des dolomies rubanées et près des filons : ce sont des hydroxydes de fer rouge cuprifères, jaunes et bruns, azurite recouverte par la malachite en cristaux millimétriques, calcite fibreuse. On voit des pseudomorphoses de calcite en malachite et de la malachite en hydroxydes de fer. Sur la halde du travers banc, signalons de beaux échantillons qui semblent être de l'opale colorée en bleu par le cuivre et des hydrosilicates de cuivre, étudiés actuellement par C. Guillemin du B.R.G.M. Au col de Pesse, on peut rencontrer sur le quartz de petits cristaux losangiques limpides de barytine antérieurs à ces minéraux et dont l'origine est vraisemblablement liée à la venue plombifère ; elle décrépète d'ailleurs à 100° (G. Deicha).

Analyse %	Cu	Fe	S	As	Sb	CaO	MgO	SO ₄ Ba	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Agg/t minéral
10 t niveau 778	3,45	3,00	1,30	0	0	0,10	0	2,40	69,90	-	-
60 t niveau 746	18,10	3,30	0,48	0,01	0	1,30	0,10	-	39,50	15,90	36

Service des Mines, Alès 1922

- Le minerai de plomb des filons croiseurs ou des structures silicifiées est nettement postérieur à la venue cuprifère et le minerai est rarement riche en cuivre.

A l'affleurement, les schistes noirs silicifiés font saillie dans la topographie ; ils présentent de la barytine en nids et en lames poeciloblastiques, de la galène finement dispersée ou en plages suivant le contour tourmenté du schiste et associé à des cristaux de quartz gris, dans les druses, pointent des cristaux millimétriques limpides d'anglésite.

Signalons encore des enduits jaunes, oxydés de plomb et d'antimoine (?). La galène présente de belles irisations bleues.

En section polie, on voit (éch. 264 et 323 SP.P. 432-433-54I-55I-56I-562)

- schiste silicifié avec carbonate rare et barytine, imprégnations et filonnets de marcasite plus ou moins transformée en pyrite.
 - quartz gris en plages plus ou moins importantes pouvant donner une allure brechique à la roche, il est alors associé à du quartz laiteux à limpide en prismes à tendance automorphique et carbonate avec :
 - galène amoebiforme à clivages tordus remplissant les espaces laissés libres par le quartz ou envahissant et remplaçant la minéralisation antérieure. Cette galène contient de petites facules de cuivre gris ; ces facules peuvent être orientées selon les plans de clivage de la galène.
 - blende caramel assez rare.
 - pyrite assez rare en cubes entourés et corrodés par les autres minéraux.
 - cuivre gris en cristaux plus ou moins automorphes relativement abondant englobant de la chalcopyrite rare.
 - bournonite maclée. Ces derniers minéraux sont fracturés.
- Des filonnets de quartz peuvent recouper la galène et contenir un peu de cuivre gris.

- Minéraux d'altération :

anglésite cerne et pénètre la galène ou pointe en cristaux drusiques.
covellite cerne ou remplace les minéraux cuprifères et la galène.
malachite et azurite rares.

On peut résumer la séquence paragenétique dans le tableau suivant :

	schistes silicifiés	F	quartz gris et quartz blanc	altération tableau partiel
quartz	-	x		
carbonate	-	x		
barytine	?	x		
pyrite	-	x		
chalcopyrite		x	- + Cu gris	
blende		x	?	
galène		x		+ anglésite
cuivre gris		x	automorphe ↓ facules	+ covellite
bournonite		x		+ covellite

F = fracturation x
 + = remplacement, altération

Les analyses témoignent bien que l'argent n'est pas strictement lié au plomb.

Nature de l'échantillon	Pb %	SiO ₂ %	Ag g/t minéral	Ag g/t Pb	
Niveau 778 éch. A juin 1922	26,2	65,7	802	3.035	
Stock (niv. 778) juin 1922	24 à 34	50 à 64	420	1.400 env.	Au, Zn, Ba=0(?)
Stock 250t déc 1922					
dont (70 t	30,70		732	2.450	
(100 t	10		172	1.680	
échantillonnage 1922 (?)					
B	9,75		204	2.100	
C	20,80		292	1.400	
D	34,40		920	2.670	
E	33,80		520	1.528	
F	53,80		636	1.180	

La teneur moyenne est approximativement de 10% et la teneur en argent est en moyenne de 1500 à 2000 g Ag/t Pb.

Un essai de décrépito-métrie (G. Deicha) sur un échantillon de galène pris sur le stock du niveau 746m a montré un fort dégagement gazeux à 110° qui continue plus faiblement après. Nous avons donc affaire à une minéralisation hydrothermale de basse température.

Signalons quelques traces de travaux anciens sur le filon de quartz cuprifère vers l'Est de la crête et plusieurs puits dont les déblais présentent des échantillons plombo-barytiques à azurite et oxydes jaunes au Sud des travaux de Valcroze de l'autre côté du dyke de quartz stérile sur un filon orienté ONO-ESE.

(Minerai de plomb de Valcroze)

La SP 433 a été analysée par la Sonde de Castaing du B.R.G.M. pour essayer de déterminer le minéral porteur de l'argent :

- La pyrite, la chalcoppyrite et la galène contiennent moins de 1% d'argent. Les inclusions de la galène n'ont pas été vues.
- La bordure des cristaux de galène contient trois fois plus d'argent que l'intérieur. (En conséquence plus la galène sera à grains fins, plus la galène aura une grande surface de contact avec les autres minéraux et plus elle sera argentifère.)
- Les "cuivres gris" sont de deux sortes : un minéral bien cristallisé porte beaucoup d'argent et un minéral mal cristallisé, plus ou moins interstitiel porte encore plus d'argent, ce minéral contient :

Ag, beaucoup
Cu, (ordre de 10%)
Sb, présent en quantité notable
S, beaucoup
Pb ou (et) As présent
Fe, moins de 1%
pas de Ca, Si, Al, Mg.

Sa petite taille l'aurait fait passer inaperçu. Le minéral est donc probablement de la polybasite $(Ag,Cu)_{16} (Sb,Ag)_2 S_{11}$ ou de la freibergite.

- La bournonite n'a pas été retrouvée dans la section étudiée.

b) Le Cailaret -

Les 250 à 300 mètres de galeries faites de part et d'autre de la vallée que domine la ferme du Cailaret ont tracé des filons de quartz E-O minéralisés en chalcoppyrite, pyrite, carbonates de cuivre et ont rencontré les traces d'une importante exploitation ancienne qui paraît avoir extrait le minerai exploitable.

En surface, on vérifie que les filons de quartz sont bien minéralisés quand ils sont dans le contact dolomies rubanées-schistes noirs, mais qu'ils sont stériles au sein des dolomies et qu'ils disparaissent dans les schistes en donnant un chevelu de quartz.

De la galerie orientale, on avait extrait en juin 1922 25 t de minerai de chalcoppyrite et malachite à 6,5 % Cu et 83,2 % SiO_2 . Le filon a un pendage moyen de 45° vers le Nord et une puissance de 2 mètres environ.

Comme à Valcroze, le quartz laiteux a un aspect bréchiq ue englobant de nombreux débris de dolomies et schistes silicifiés et un aspect de détail parfois en "lamelles" qui m'ont paru résulter de fracturations et cicatrisations successives. On trouve également du quartz prismatique en rosettes autour des éléments de brèche ou dans des fissures avec druses : la chalcop yrite est alors visiblement tardive ou même postérieure au quartz. La minéralisation est strictement identique à celle de Valcroze.

c) Le Curel -

Les modernes n'ont pas fait de travaux sur la rive droite de la Vis. De Brun (1900) signale des indices de cuivre à la gare d'Alzon dans un filon de quartz caché depuis par la maçonnerie.

Au-dessus de la ferme de Curel, on voit quelques petits grattages sans importance qui ont fourni 45 t de minerai de Cuivre, riche surtout dans les filons peu épais. Ces filons sont situés dans les dolomies à une centaine de mètres du contact des schistes.

Au-dessous de ces travaux, à une centaine de mètres au NO de la ferme, une faille verticale de direction NS limite les dolomies à l'Est et les schistes noirs à l'Ouest ; cette faille est jalonnée jusque dans le ruisseau par un filon de quartz micro-cristallin recristallisé par taches arrondies et ponctué de minuscules cristaux de pyrite, la roche très dure s'altère extrêmement rapidement à l'air et devient très tendre. Les dolomies rubanées adjacentes sont silicifiées minéralisées et très plissotées. Le filon a une puissance de 2,5 à 3 m, 200 à 300 tonnes de ce "minerai" ont été extraites ; il a donné à l'analyse (juin 1923) : Fe = 34,85% ; S = 38,80% ; Cu = 0,50% ; SiO₂ = 24,00%. Au microscope cette pyrite est très légèrement anisotrope, en cubes et dodécaèdres dont la taille varie du millimètre à 10 microns, du quartz limpide paraît postérieur.

Un minéral jaunâtre, tendre avec un goût d'encre résultant de l'altération de la pyrite a été déterminé comme étant de la slavickite (sulfate de fer hydraté) par le laboratoire de Minéralogie du B.R.G.M.

d) Le Verdu -

Dans un ravin, au-dessus de la RN 99 et à l'Est du tunnel d'Alzon, deux galeries partent des dolomies rubanées vers le toit des schistes en suivant des indices de malachite. Le filon de quartz minéralisé a 40 cm d'épaisseur, une direction E-O, un pendage de 30 à 40° vers le Sud.

Au microscope (éch. 235 et 240 SP.P 428-543-547-554-555) on distingue : structure bréchique

- dolomie silicifiée ou recristallisée avec cubes et veinules de pyrite en cubes.
 - quartz laiteux puis hyalin à chalcopryrite assez tardive et blende.
 - rhomboèdres et filonnets de carbonates
 - chalcocite autour et dans la chalcopryrite
 - covellite, hydroxydes de fer, malachite.
- Indices situés à l'Est de la concession d'Alzon

Des indices de quartz à chalcopryrite, pyrite, blende de peu d'importance se retrouvent dans l'anticlinal d'Arrigas à l'Est et au Nord-Est des minéralisations de la concession d'Alzon.

Remarquons que les filons de quartz importants et les structures silicifiées, passant à des filons comme le signal d'Alzon ne sont jamais minéralisés, sauf de rares indices de fer et très exceptionnellement zinc et cuivre en traces.

L'intérêt de la zone comprise entre Arrigas et le Verdu, consiste en filonnets de barytine qui ont donné lieu à de timides tentatives d'exploitation.

Les indices les plus intéressants se situent au-dessus de la route RN99 (éch.42I) dans les dolomies rubanées. Ce sont les charnières cassées d'anticlinaux qui encaissent la minéralisation, ces anticlinaux sont d'amplitude décamétrique, ont leur axe plongeant vers l'ESE et sont déversés vers le Nord.

Le minerai est bréchique et drusique, en partant des blocs anguleux de dolomie, on trouve : une couche de dolomite ferrifère à altération orangée (jusqu'à 1cm) de la calcite ferrugineuse brune qui

pourrait résulter de l'altération d'une sidérose (jusqu'à 3mm) de la barytine crêtée blanche (quelques centimètres) de la calcite translucide en rhomboèdres b' (II0). La séquence peut s'arrêter à la dolomite seules les druses les plus importantes montrent la calcite.

Essais décrépito-métriques (G. Deicha) : à 119° léger dégagement qui continue plus faiblement après (barytine).

On peut donc rapprocher ces minéralisations des filons croiseurs plombo-barytiques de Valcroze.

La minéralisation, irrégulière, peu abondante et assez impure ne paraît pas présenter d'intérêt économique.

En suivant l'anticlinal vers le Nord on rencontre quelques filons de quartz à chalcopryrite assez pauvres, ce qui confirme que les filons qui ne sont pas orientés Est-Ouest , qui ne se trouvent pas au contact des dolomies et des schistes sont peu ou pas minéralisés.

2. CONCESSION D'ARRIGAS .

L'essentiel de la minéralisation de la concession est encaissé dans un grand filon Est-Ouest manifestement apparenté aux filons de Valcroze et du Cailaret. (pl. XXXVII, XXXVIII, XXXIX)

- Historique -

La concession a été accordée le 5 mai 1895 pour zinc, plomb, argent et métaux connexes. Les travaux s'étendent de 1893 à 1905 ; en 1899, 120 ouvriers étaient employés dont 35 au fond.

La concession est renoncée depuis le 4 novembre 1933.

L'arrêt des travaux est dû à la fois à l'appauvrissement de la minéralisation, à la stérilité des recherches et à l'épuisement du capital engagé.

La laverie Humbolt de 50CV pouvant traiter 40 t par jour, installée en 1899 a fonctionné à peine.

La totalité des travaux représente 1500m environ de galeries tant en direction qu'en travers-banc ; la production a été de 2000 t de minerai de cuivre et 2000 t de minerai de zinc auxquels on peut ajouter peut être 3000 t de minerai à 24% Zn extrait avant 1895.

- Description des travaux et des minéralisations -

D'Ouest en Est, les travaux se situent près du Villaret, sur le filon d'Arrigas proprement dit, à Vernes, quelques grattages le long de la faille prolongeant le filon d'Arrigas sont à signaler jusqu'à Mousoulès.

a) Le Villaret

Les dolomies rubanées affleurent à deux reprises près du Villaret dans la vallée de la Vis, au Nord d'Alzon : c'est dans ces pointements dolomitiques que se situent les filons de quartz à chalcopryrite qui ont fait l'objet de travaux : galerie la plus au Sud : sur un filon de quartz E-O vertical, la galerie est ouverte et encore visible sur une vingtaine de mètres.

Dans les déblais on trouve : quartz bréchique à chalcopryrite, un peu de sidérose, barytine lamellaire stérile, magnifiques encroûtements d'aragonite fibreuse bleu ciel épais de plusieurs centimètres signalés par de Brun (1900). Deux autres galeries et une tranchée sont visibles face à la forme du Villaret sur un filon de quartz bréchique à chalcopryrite.

b) Filon d'Arrigas - (pl. XXVII et XXVIII)

C'est le filon d'Arrigas qui a donné l'essentiel du minerai extrait. Le filon de quartz a une direction N 70° E dans sa partie minéralisée en blende et N 80 à 90° E ailleurs, son pendage varie de 50 à 55° vers le Sud, il est situé au contact des dolomies rubanées au Nord et des schistes noirs au Sud qui forment un synclinal pincé, son épaisseur moyenne est de 7 mètres mais elle peut atteindre 18 mètres vers l'Est ; vers l'Ouest le filon disparaît à l'emplacement des travaux Aubrespy, longueur reconnue : 300 à 400 m, hauteur reconnue : 70 m.

Son toit est très net et souligné par une salbande, son mur est moins bien marqué et on passe du quartz à éléments de dolomies plus ou moins silicifiés aux dolomies parcourues de filonnets de quartz.

Une grande partie des descriptions et des analyses qui vont suivre ont été tirées des archives du Service des Mines d'Ales.

LACROIX (1913) indique : Aragonite, calcite, gypse, dolomie, cérusite, malachite, smithsonite, brochantite en stalactites vertes associée à allophane et chrysocolle, allophane en masses vitreuses.

De BRUN (1900) signalait déjà : allophane (galerie romaine), aragonite bleue et verte (idem), barytine, blende, galène, cérusite (travaux vers la ligne de crête), chalcopyrite, érubescite, mélaconise, azurite, malachite, brochantite et chrysocolle ; je pense que l'on doit rapporter à la chalcocite l'érubescite qu'il dit être abondante et associée à la chalcopyrite.

La descenderie d'Aubrespy 796 m se place dans des dolomies rubanées du mur du filon sur un affleurement de cérusite et de smithsonite dans des fissures de la dolomie.

- Le travers-banc Aubrespy 773m a rencontré un filon de quartz de direction NO minéralisé en surface en minéraux oxydés de zinc.

- La galerie Boussuges 737m est actuellement bouchée par un ébou-
lis dans lequel on peut toutefois s'insinuer encore ; il est possible
alors de visiter la galerie sur toute sa longueur. Elle suit pendant
les 60 premiers mètres la partie du filon de quartz minéralisé en
blende avec galène secondaire et un peu de smithsonite, le filon est
minéralisé sur 1m à 1,20m ; dans les 15 mètres suivants la partie miné-
ralisée atteindrait 2,50m d'épaisseur (?) à 75 mètres du jour, une fail-
le de direction NE-SO rejette le filon vers le Nord de 6 mètres, la
galerie montrait alors : salbande du toit au Sud puis une veine de galène
(?) à grain fin de 20 cm, puis le quartz minéralisé en blende sur le
restant de la section de la galerie ; à 115 mètres à la suite d'un
autre rejet du filon, la galerie passe dans la salbande noire qui montre
aujourd'hui de belles aiguilles de gypse.

La galerie a eu un développement de 190m, en 1895 elle avait fourni 1200 à 1400 t de minerai brut, l'analyse du minerai pris à l'avancement (à 97 m) a donné : Zn 27,8% ; Pb : 7,5% ; Ag : 1570 g/t Pb. Une colonne riche en blende sur un mètre a été dépilée en 1901 entre les mètres 55 et 72.

- La galerie Finiels 720m est encore accessible, près de l'entrée on voit le filon de quartz au toit de la galerie dont la limite nette est mise en évidence par le dépilage d'une zone minéralisée sur 20 à 30 m en smithsonite ferrugineuse, les documents indiquent que la minéralisation est analogue à celle de la galerie Boussuges mais plus riche en plomb et moins en zinc, elle peut atteindre 1,30 m sur les 27 premiers mètres, ensuite sur 19 mètres la galerie est stérile. Elle a rencontré d'anciens travaux. Une descenderie la relie à la galerie Sainte-Barbe. Les travaux représentent 110 mètres de traçage, en 1895 ils avaient fourni 900 à 1000 t de minerai qui trié a donné à l'analyse :

blende : Zn 44%	Pb : traces	Ag : 80g/t de Pb (?)
galène :	Pb : 30,1	Ag : 1660 g/t de Pb

La blende et la galène assez nettement séparées paraissent donc dues à deux venues successives à cet endroit.

- Les travaux à ciel ouvert, de même cote, ont été faits sur la partie Sud du filon qui a une dizaine de mètres d'épaisseur à cet endroit : sur 1 à 1,50 m ils ont extrait du quartz assez riche en blende avec un peu de galène séparé par une salbande argileuse noirâtre d'un quartz lamellaire à mouches de chalcopyrite.

- La galerie Portes 727m a été implantée dans le prolongement des travaux à ciel ouvert, dans un minerai de zinc oxydé.

- La galerie Ste Barbe 704m, actuellement éboulée a rencontré le filon minéralisé après un travers banc de 16 mètres, elle a tracé le filon vers l'Est sur 50 m et vers l'Ouest sur 300 m. Vers l'Ouest les 50 premiers mètres sont pauvres en minéralisation avec barytine, qui reprend franchement ensuite et diminue progressivement sur 33 mètres, la galerie côtoie ensuite d'anciens travaux au toit qui paraissent avoir extrait

le cuivre. A 130 mètres deux chantiers étaient ouverts : un au toit du filon, en descenderie jusqu'à 18 mètres de profondeur et 6 mètres de long exploitait une colonne de chalcopryrite assez régulière épaisse de 2 à 40 cm, un autre au mur, en montage défilait la veine avec biende épaisse de 60 cm ; la minéralisation en chalcopryrite et galène a été suivie ensuite.

En 1900 le filon se présentait de la manière suivante (vers 280 mètres) quartz assez minéralisé en galène et pyriteux au mur ;

chalcopryrite et philipsite (chalcocite ?) riche (24% de Cu sur 12 cm) en veines sillonnant le quartz ; puis quartz moucheté blanc et noir, pauvre en chalcopryrite (3,5% de Cu sur 80cm) ; puis mouches de galène, biende, chalcopryrite, au toit du filon : biende et galène (18% de Zn sur 40 cm et jusqu'à 1,20 m teneur faible), c'est la zone où le filon est le plus compliqué. On voit que la biende et la galène "encadrent" la chalcopryrite ; le filon était exploitable sur 35 à 40 mètres avec une puissance réduite de 5 à 6 cm de chalcopryrite et 7-8 cm de biende et galène.

Vers l'Est le filon est pauvre, moucheté par place de biende et galène avec des veines de barytine qui longent le filon et peuvent passer dans les épontes, à 30 mètres une petite colonne biendeuse a été suivie en descenderie sur 5 à 6 mètres, à 35 mètres un amas calaminaire de 2 m de long sur 5 à 6 m de large a été trouvé, il se raccorde peut-être aux indices de la galerie Portes. Des travaux anciens ont été rencontrés.

- La galerie des Anciens 674m ou galerie Romaine suit une fissure verticale ouverte dans les dolomies qui bordent le flanc Sud du synclinal schisteux, le plancher en bois de la galerie a pratiquement disparu. Les anciens semblent avoir exploité le cuivre.

- Le grand travers banc ou galerie Thérèse 588m est encore visible, il a rencontré le filon à 370 mètres de l'entrée et a suivi le mur du filon avec recoupes au toit.

Vers l'Ouest 225 m de galeries ont été tracées, elles ont rencontré un filon croiseur quartzo-barytique a la suite duquel le filon minéralisé à 7- 8% de cuivre a été suivi en profondeur par une petite descenderie, puis la galerie a suivi d'anciens travaux, des recoupes au toit montrent des mouches de chalcopryrite, pyrite, biende et galène assez pauvres. La barytine était assez abondante.

Vers l'Est 115 m de galeries ont été tracées, la première recoupe a rencontré une minéralisation en biende avec un peu de galène.

- Description du minerai du filon d'Arrigas - (fig. 34 et 35)

(Ech. 322. SP P 430,431,548 a 550, 867,870 et éch. 596 deux S.P.)

- Minerai de cuivre.

Il se présente en mouches ou en blocs disséminés dans le quartz, souvent vers le centre de filonnets de quartz blanc sillonnant la roche silicifiée noire. La chalcopyrite peut aussi recouper le quartz sous forme de filonnets a quartz et chalcopyrite.

Au microscope on voit :

- schistes ou dolomies silicifiées noirs, avec cubes de pyrite légèrement anisotrope ; biende sombre violacée, rare, associée a la pyrite.

- quartz laiteux stérile (SP. P 549 et 550) ou associé a la chalcopyrite en grands cristaux (parfois décimétriques) qui s'insinue dans la pyrite et l'isole en îlots arrondis.

- chalcocite bleue, assez rare, en filonnet dans la chalcopyrite ou le long des contact entre les minéraux.

Aitération : hydroxydes de fer, covellite, malachite, azurite rare.

- Minerai de zinc.

La biende brune est le plus souvent dispersée en petites mouches ou en trainées dans un quartz laiteux a structure un peu bréchique a éléments noirs. La biende peut être recouverte par un quartz limpide géodique ou bien elle peut cimenter le quartz laiteux.

La galène est associée a la biende mais peut être disséminée seule dans le quartz ou recouper, en minuscules filonnets, le quartz minéralisé en biende.

Au microscope :

- schistes ou dolomies silicifiées, filonnets de pyrite.

- quartz laiteux contenant :

biende brune, elle peut être drusique, ou disséminée dans le quartz.

galène a "contours mutuels" avec la biende mais peut la recouper, clivages très courbes.

chalcopyrite rare dispersée dans le quartz, la blende et surtout la galène.

cuivre gris et chalcocite près de la galène et la chalcopyrite mais assez nettement postérieurs, le cuivre gris forme des taches minuscules dans la galène.

quartz limpide terminal mais n'existe pas dans tous les échantillons avec : carbonate en rhomboédres

galène

pyrite

blende claire

hydroxydes de fer

covellite

anglésite autour de la galène ou drusique

On peut déduire des observations la séquence paragénétique suivante :

	phase du quartz blanc stérile	phase de la chalcopyrite	phase de la blende et de la galène laiteux limpide	altération
quartz	— x - x -	- x ———	x ——— x ———	
carbonate	x x	x	x - x	
barytine		x	x , x	
phylite		x	x . x	
pyrite		- x	x x -	+ hydroxydes
chalcopyrite		x ↓ quartz	x lim., x	de fer
		violacée	x brune x claire	+ covellite,
blende		. x	x - x x -	+ azurite, ma-
galène		x	x — x -	lachte etc..
chalcocite		x x?	x ? x	smithsonite
cuivres gris		x x	x ? - x	anglésite
			x (I)	{ covellite, { azurite, ma- { lachte

x fracturation

A-+ remplacement du minéral A

B ↓ -par le minéral B

I) salbande argileuse

c) Suite orientale du filon d'Arrigas - (pl. XXXIX, fig.32)

Vers l'Est, au sein des dolomies rubanées puis dans le contact tactites-dolomies etc, le même type de minéralisation se poursuit sous forme de mouches très dispersées de chalcopryrite dans le quartz laiteux, ou plus rarement de filonnets irréguliers ou de cernes de chalcopryrite et de pyrite dans du quartz brèchique (Vernes) des indices de galène sont signalés au col de Mousoulès depuis E. Dumas, dans la région de Mars des filons de quartz à pyrite, chalcopryrite, chalcocite sont visibles dans la mylonite de la grande faille Est-Ouest, de préférence près ou dans les lambeaux de dolomies rubanées ou de schistes noirs.

Etude au microscope (Ech. 222) S.P. TP 261 à 263 et P 422 à 423)
en face de Serres.

pyrite en cubes, rare, elle peut être corrodée par la chalcopryrite selon la bordure ou des fissures etc... souvent limonitisée.

chalcopryrite finement mâclée abondante.

chalcocite bleue abondante remplace la chalcopryrite selon des fractures à partir desquelles la chalcocite s'insinue en flammèches le long des plans (III) ? de la chalcopryrite.

blende brune, assez rare, en grains arrondis ou en cernes au contact du quartz et des sulfures de cuivre et dans des fissures du quartz.

du quartz blanc à structure "en peigne" succède à la silification des schistes et précède les sulfures, une seconde venue de quartz corrode la chalcopryrite et surtout la chalcocite en prenant souvent une forme prismatique automorphe, une troisième venue remplit les fissures avec la blende ou forme des pointements drusiques.

Comme minéraux supergènes signalons :

covellite orientée, surtout dans la chalcocite et la limonite.

limonite

malachite

azurite

d) Minéralisation quartzo-barytique -

Un petit affleurement minéralisé en barytine et galène se trouve à 150 mètres au Nord du filon d'Arrigas dans les dolomies rubanées au contact des schistes noirs, la minéralisation ne semble pas se localiser dans un filon (éch. 404).

Près de Vernes une zone silicifiée selon une faille et minéralisée en blende très claire avec pyrite et galène subordonnée reconnue par galerie se retrouve en surface mais ne paraît pas présenter de continuité. Cette minéralisation est encaissée dans les skarns mais sans liaison génétique avec eux. (pl. XXXI, fig. 36).

- Etude des inclusions fluides (avec G. Deicha) -

- Minéralisation quartzo-barytique avec blende de Vernes.

Ech. 513 décrépitoscopie de la blende fine incluse dans les skarns (voir plus loin) faible dégagement gazeux vers 130°, continue ensuite et devient plus fort vers 250° ; il s'agit sans doute de la décrépitation des inclusions d'origine épithermale peut-être avec un certain retard, liée à la minéralisation puis de la décrépitation des inclusions d'origine pyrométasomatique ayant formé les skarns.

Ech. 368 décrépitoscopie de la blende en cristaux visibles : fort dégagement gazeux à 100° dans la gangue.

Ces températures 100 et 130° sont à rapprocher de celles que nous avons obtenues pour la barytine située à l'Est d'Alzon : 119°, et pour la galène de Valcroze, également liée à la barytine : 100°.

- Minéralisation quartzreuse à chalcoppyrite et blende d'Arrigas.

Ech. 592 : quartz associé à la blende, au microscope on voit de nombreuses fissures d'origine secondaire, dans d'autres parties (dolomies silicifiées) de nombreuses inclusions solides ayant un aspect spongieux, les inclusions fluides sont très nombreuses (centaines de millions au centimètre cube) le libelle mobile est petit par rapport au volume de l'inclusion (caractère épithermal probable).

Le test de l'écrasement montre un dégagement gazeux faible mais net.

La présence de nombreuses inclusions secondaires empêche de faire des mesures décrépitoscopiques valables, elle confirme l'existence de nombreuses phases de fracturation dans l'histoire du filon.

3. RESUME ET CONCLUSIONS SUR LES MINERALISATIONS B P G C DU SOCLE.

Deux types principaux A et B.

— Type A. - L'homogénéité des directions des filons de quartz (Ouest 4° Nord \pm 10° (v. pl. XXV) indique une homogénéité génétique bien que de nombreuses fracturations se soient produites pendant le dépôt du quartz et des sulfures. Les principaux filons sont à Valcroze et à Arrigas.

L'âge de la minéralisation est sans doute post-stéphanien car elle recoupe le granite et le microgranite réputés de cet âge ; on peut lui assigner un âge anté triasique car le Trias affleurant au Nord de Molières semble recouvrir les filons de quartz avec traces de chalcoppyrite mais de façon peu nette, il n'existe pas à ma connaissance de filons de quartz recoupant le Trias dans le secteur étudié.

La température de formation n'a pas été déterminée par des méthodes directes mais la paragenèse présente un caractère épithermal assez net : présence du cuivre gris et de chalcocite dont le caractère hypogène semble indiqué par son association avec le quartz dans les fissures des autres minéraux. Le fluide minéralisateur contenait un peu de gaz carbonique.

La séquence de dépôt est la suivante :

- silicification, fracturation, quartz stérile (pl. XXVI)
fracturation
- quartz laiteux avec
pyrite, blende violacée puis chalcoppyrite (puis
chalcocite?)
fracturation nette, formation de salbande
- quartz laiteux avec
blende brune, galène, chalcoppyrite
avec cuivre gris et chalcocite près de la galène et de
la chalcoppyrite.
- parfois quartz limpide avec blende claire et un peu de galène et
de pyrite.

Guide de la minéralisation

- failles normales de direction Est-Ouest sensiblement
- contact entre les dolomies rubanées et les schistes noirs.

Ces guides ne sont absolus ni l'un ni l'autre mais les indices intéressants y obéissent.

Perspectives pour la prospection

Les anciens paraissent avoir tiré une bonne partie du cuivre accessible à faible profondeur sauf peut-être à Arrigas, les probabilités d'extension sont à l'Ouest de l'anticlinal d'Arrigas sous les schistes.

La discontinuité des minéralisations connues ne justifie pas, je crois, des recherches par sondages et reconnaissances géophysiques sur la prolongation des structures anticlinales locales (Le Villaret, La Nougarède, Valcroze).

— Type B. - Les structures d'allure plus ou moins filonienne et barytique recoupent nettement la minéralisation précédemment décrite à Valcroze, à Arrigas etc...

La direction de ces minéralisations est assez quelconque.

Leur âge est inconnu : post stéphanien, bien sûr mais les minéralisations voisines des Malines sont encaissées dans le Trias avec une gangue barytique.

La température de formation s'étend de moins de 100° à 130° (corrections de pression non déduites).

La paragenèse est assez variée :

A Valcroze : quartz gris et blanc avec barytine contenant
- pyrite, chalcopyrite, galène, avec cuivre gris en facules dans galène ou automorphe, bourmonite, polybasite interstitielle.

A l'Est d'Alzon " charnières minéralisées " on trouve :

- dolomite ferrifère, calcite ferrugineuse, barytine, calcite.

A Vernes : structure minéralisée dans une tactite :

- quartz, barytine avec blende et un peu de pyrite et de galène.

Guides de la minéralisation :

Inconnu, ce type n'est jamais représenté par des minéralisations bien continues. Seuls, Valcroze et Vernes paraissent présenter de l'intérêt.

Ce type de minéralisation ne paraît pas se trouver loin de la surface anté-triasique.

F - LE BASSIN HOUILLER DE MOLIÈRES-CAVAILLAC

INTRODUCTION

=====

Le sillon houiller :

Cette notice, composée en partie d'après les documents du Service des Mines d'Alès, n'a été rédigée que par souci d'être complet sur le secteur.

B. Gèze (1949, p. 71) souligne la localisation du carbonifère le long de la faille de l'Arre avec les affleurements de Sumène, de la Fabrègue, de la Bouisse, et de Molières.

Il est curieux de constater que la faille de l'Arre arrive jusqu'au Rouergue où elle est de nouveau jalonnée par les bassins houillers de Requista et de Carmaux ; elle est jalonnée également par une série de minéralisations B P G C (voir carte B.R.G.M. 1/320.000 f. de Rodez) lors de sa traversée des schistes. Il s'agit donc d'un sillon houiller long de 140 km analogue au Grand Sillon Houiller mais de direction perpendiculaire.

Le bassin permien de St-Affrique montre que cette zone a encore fonctionné en bassin plus tard ; le golfe liasique et bajocien d'Eparon constitue l'évolution tardive du sillon.

On aurait de bonnes chances de trouver d'autres bassins houillers sous le Causse ou sous le Permien en sondant le bord Sud de la faille de l'Arre entre Sduclière et St-Affrique, ou par recherche géochimique du molybdène (si tant est qu'un élément concentré à 150g/t dans les cendres de charbon puisse se déceler par une anomalie de fuite, le clarke du molybdène est de 1 g/t).

Limites du Bassin (voir pl. XXXII)

Le bassin de Molières est presque entièrement recouvert par les alluvions de la Vis et du Coudoulous.

Vers l'Est les sédiments carbonifères reposent sur les schistes en discordance.

La faille de l'Arre limite le bassin au Nord. Vers le Sud le bassin s'arrête par amincissement de la série et sans doute érosion triasique, bien que les documents miniers fassent état d'un épaissement d'une couche de houille (la deuxième, au sud du puits principal),

en tout cas au Sud de l'Arre le Trias repose directement sur le socle aux Pradels.

Vers l'Ouest la limite n'est pas connue avec exactitude, une faille de direction NE marque le limite des couches houillères exploitées au pied de Molières ; à l'Ouest de cette faille le carbonifère se réduit (puits St-Jean 0 m ; puits Ste Barbe 13 m ; Las Fonts 0 m) ; à Estelle, le Trias repose sur les schistes.

En résumé, il semble que le bassin est allongé dans le sens NE-SO sur une longueur de 1400 mètres et avec une largeur d'environ 500 mètres.

LITHOLOGIE

Dans sa plus grande épaisseur, au puits Almès, le carbonifère atteint une cinquantaine de mètres de puissance (d'après E. Dumas, t. II, p 131 - complété).

- 12 m = schistes en bancs de puissance variable.
- 1,3 m = première couche de houille de qualité "bonne pour forge" (elle peut atteindre 6 m vers le Sud, 1,7m au puits principal).
- 12,3 m = schistes, grès, conglomérats avec Calamites en position verticale, nodules de sidérose (ces nodules sont allongés et évoquent des racines, ils sont obliques par rapport aux couches).
- 1,7 m = deuxième couche de houille. Cette couche contient des lamelles de gypse (1,4m au puits principal).
- 22 m = schistes, grès, conglomérats, rognons de sidérose et de gypse, deux filonnets de houille d'une dizaine de centimètres.
- (Une troisième couche de 0,8m située à 27 m au mur de la deuxième couche et une quatrième couche existent au Nord du bassin sous le Coudoulous et à Cauvalat).

Le schiste est gris ocré, micacé, gréseux ; les bancs conglomératiques sont lenticulaires à gros éléments atteignant deux centimètres, les éléments sont quartzeux en majorité, parfois schisteux, jamais constitués de granite ni de microgranite, ni de dolomie georgienne pourtant voisine.

AGE, TECTONIQUE

Les fossiles de plantes sont abondants dans le lit du Coudoulous, le bassin est réputé être d'âge stéphanien, mais aucune détermination récente n'a été faite. E. Dumas signale : Sigillaires, Asterophyllites rigida, Annularia brevifolia, Sphenopteris furcata au toit de la première couche.

Remarquons que le plissement des couches carbonifères est assez faible, les pendages oscillent entre 0 et 30 degrés avec une moyenne de 9 à 10 degrés vers le Sud-Ouest. La discordance avec le Trias est faible, si elle existe, alors qu'elle est très importantes avec les schistes siluriens.

Une série de failles normales de direction OSO ont été rencontrées dessinant un escalier descendant vers le Sud avec des rejets de l'ordre de la dizaine de mètres. Une faille de direction NE limite le gisement exploité à l'Ouest (côté O abaissé, analogue aux failles de même direction affectant le socle plus au Nord).

HISTORIQUE DE LA CONCESSION

L'exploitation du charbon de Molières remonte à une époque ancienne. La baronne de Beausoleil (1640) signale : " A une lieue du Vigan, une mine de pierre d'azur et une mine de verte terre et cinq mines de charbon".

Vers 1780 un mineur allemand, premier concessionnaire trouve les mines exploitées par les paysans.

Les travaux des concessionnaires couvrent les périodes de 1783 à 1804, puis de 1810 à 1846; de 1874 à 1876 une campagne de sondages importants pour l'époque s'avéra infructueuse (sondages de Las Fonts, Sainte Barbe, Navacelle, Desprats), la concession fut renoncée en 1906.

Parmi les noms des concessionnaires, nous relevons ceux de de Morny et de la Cie Hachette.

Les premiers mineurs ont exploité les couches 3 et 4 par de petits puits et galeries sous la terrasse quaternaire ancienne (15 m) sur la rive gauche du Coudoulous. Il n'existe pas de plan de ces exploitations.

La période 1783-1804 a vu la première exploitation de la première couche et la découverte de la seconde dans la zone du puits Almès et du puits d'Assas.

La période 1810-1846 a vu l'exploitation des couches I et 2 dans la zone située encore plus au Sud, entre le Puits Hamond et le puits principal.

L'exploitation se faisait par traçage de galeries tous les dix mètres, selon une maille carrée, le charbon situé entre les galeries servant de piliers.

Les difficultés ont tenu surtout à l'eau de la Vis qui s'infiltrait dans les travaux et aussi au grisou vers le Sud, de plus, les concessionnaires ont pratiquement "exploité" tout le gisement. La mine a été inondée à plusieurs reprises , elle a été constamment déficitaire.

Une concession pour fer a été accordée de 1830 à 1906 (sur 3.390 ha) pour exploiter les rognons de sidérose de la couche schisto-gréseuse située au toit de la première couche (!?)

Le charbon, de médiocre qualité, n'a été employé que pour l'élevage du ver à soie et les usages domestiques.

La deuxième couche au Mas de Rivière, a donné à l'analyse (Service des Mines Alès, 1929).

humidité	5,8%
matières volatiles	27,5% (soufre 2%)
cendres	10,2%
carbone fixe	56,5%

100,0%

A - LA SEULE SEDIMENTAIRE

LA COUVERTURE MÉSOZOÏQUE

LE TRIAS

Le Trias du Nord

Le Nord de la France est caractérisé par une couverture mésozoïque qui se compose de trois séries principales : le Trias, le Jurassique et le Crétacé. Le Trias est représenté par des couches de grès, de calcaires et de marls, qui sont généralement inclinés vers le Sud-Est. Ces couches sont séparées par des surfaces de disconformité, qui sont le résultat de mouvements tectoniques. Le Trias du Nord est particulièrement riche en fossiles, notamment en reptiles et en dinosaures. Les grès du Trias sont généralement de couleur rougeâtre, ce qui leur a valu le nom de "grès rouge". Les calcaires du Trias sont généralement blancs ou grisâtres, et sont souvent utilisés pour la construction. Les marls du Trias sont généralement fins et argileux, et sont souvent utilisés pour la fabrication de briques et de tuiles.

Le Trias du Nord est particulièrement riche en fossiles, notamment en reptiles et en dinosaures.

A - LA SERIE SEDIMENTAIRE

INTRODUCTION

La série mésozoïque constituant le Causse va du Trias au Tithonique.

Nous avons tenté, autant que possible de montrer les critères lithologiques qui nous ont servis à placer nos coupures chrono- stratigraphiques et le degré d'incertitude de ces limites.

L'intérêt de l'étude de la vallée de l'Arre est de nous présenter une coupe continue naturelle peu dérangée (voir pl. XXIII), on peut y observer le biseautage progressif du Lias et du Bajocien sur le flanc Ouest du Seuil Caussenard marqué par le Haut fond de Gornières. Le paléogolfe d'Esparon situé entre les paléocaps de Sauclière au Nord Ouest et de Gornières à l'Est a été ainsi mis en évidence pour la première fois.

Une série d'autres problèmes ont été abordés : transgression triasique venant probablement du Sud Est au Muschelkalk, problème du Callovo-Oxfordien, morphologie post-jurassique.

I-LE TRIAS

La base du Trias.

Au Nord de la faille de l'Arre, je n'ai retrouvé ni terrain secondaire transgressif, ni même schiste rubéfié, si ce n'est en deux points d'ailleurs situés le long de cette faille : sur la route forestière du St-Guiral, près du col limitant le Gard et l'Aveyron (en x = 685,8 et y = 186,1), des marnes bariolées intercalées de grès et arkoses affleurent sur plus d'une dizaine de mètres de large et se trouvent coincées contre les dolomies Bathoniennes du compartiment sud. Le deuxième point se trouve à l'Est du secteur, au Nord de Molières, les grès à taches rouilles reposent sur les schistes rubéfiés, la surface anté-triasique est assez fortement inclinée vers le Sud.

L'érosion très intense de cette partie des Cévennes explique facilement ce fait.

Par contre, au Sud de la faille de l'Arre, les terrains secondaires ont parfois été dégagés jusqu'à leur substratum, à Estelle et à Arre, mais la seule bonne coupe se trouve dans le ravin d'Estelle (vers $x = 690$ et $y = 186,2$) : au-dessus de quelques décimètres de schistes rubéfiés reposent directement des grès fins à taches jaunes et marnes micacées du Trias "inférieur" (voir p. suivante). Les schistes ont ici un fort pendage.

Les sondages de Lasfonds et Ste Barbe, implantés en 1874 et 1877 dans la partie Est du secteur pour rechercher la prolongation du bassin houiller de Molières-Cavaillan, ont rencontré un conglomérat à la base du Trias :

- 50 cm de conglomérat violacé passent vers le haut à 20 cm de grès à ciment calcaire au sondage de Lasfonds.

- des grès reposent sur des schistes rubéfiés très ferrugineux au sondage de Ste- Barbe.

On voit donc que manque presque partout le conglomérat de base qui marque la transgression triasique plus à l'Ouest et vers le Sud où on l'a rencontré au sondage de Navacelle sur 23 mètres (?).

La transgression triasique a probablement eu lieu dans le secteur à une époque plus tardive et plus calme.

La partie inférieure du Trias.

Malgré son apparente homogénéité, il semble que l'on puisse subdiviser le Trias du secteur en deux parties : la partie inférieure présente un faciès assez variable et s'oppose ainsi à la partie supérieure plus monotone.

Ces formations se trouvent dans le ravin d'Estelle et le long de la faille de l'Arre. Elles correspondent à peu près au TI-III de la carte de St-Affrique.

Coupes du ravin d'Estelle :

Sur 10 à 15 mètres, alternent des grès fins calcarifères à taches de limonite en bancs de quelques centimètres à 50 cm et des marnes noirâtres schisteuses et ferrugineuses.

- Les marnes et les grès sont micacés.

- Les grès dominant à la base et les marnes au sommet.

C'est dans cette assise, à Estelle (x = 689,8 y = 186,5) que l'on trouve du gypse blanc, saccharoïde, assez pur. Il affleure sur 20 mètre sous forme de lentille de 2 mètres de puissance maxima. Emilien Dumas signale encore deux autres gisements de gypse dans la vallée : au Crouzet et à Lambrusquière ; je n'ai pu les retrouver.

Les bancs gréseux présentent quelquefois des "ripple-marks" à leur partie supérieure et des empreintes en relief de cristaux à leur partie inférieure (éch. 481).

Ces empreintes cubiques à faciès concaves mesurent 0,5 à 10mm et ne présentent pas d'orientation nette. On peut concevoir (Shrock p. 146-149) qu'il s'agisse de cristallisations de sel gemme en cubes et trémies à la surface d'une boue phylliteuse ; un apport sableux remplit ensuite les empreintes laissées par le sel dissous. Après cet apport, une faible lame d'eau subsiste et les vagues créent des "ripple marks" symétriques à crêtes aiguës et fond plat (longueur d'onde moyenne 19 mm, amplitude 3 mm, indice 6,4).

Ces grès (éch. 487) sont constitués par de petits grains anguleux de quartz associés à du mica blanc, tourmaline, leucoxène (abondant dans cet échantillon, et montrant parfois des îlot de sphène résiduel), quelques feldspaths et zircon, de la limonite cimentée par place ces grès, leur donnant un aspect caractéristique.

Les couches ont 10 à 15 mètres à Estelle ; elles paraissent augmenter de puissance vers l'Est à Arre. Le sondage de Lasfontes les a traversées sur 70 mètres, celui de Ste-Barbe sur 80 mètres environ, celui de Navacelle, également sur 80 mètres.

Il paraît difficile de leur attribuer un âge, mais le muschelkalk sous forme de dolomies existe vers l'Est à partir de sablon, à Gorniers, à 11 km au Sud du Vigan, un sondage a également rencontré cette formation.

Les grès affleurant à Estelle et Arre sont à ciment calcaire ; de plus, les sondages montrent que cette formation est assez riche en carbonates. Le niveau à Cheirotherium de Lodève se trouverait sous la Lettenkohle, d'après M.F. Ellenberger ; or c'est dans ces couches que j'ai trouvé une empreinte de Cheirotherium (éch. 492) (voir pl. XXXIV)

à 700 m au Nord du village d'Arre. On peut donc voir dans cette formation du Bundsanstein supérieur ou, plus probablement, du muschelkalk.

Le caractère lagunaire très peu profond et même souvent exondé de ces couches est prouvé par les surfaces ridées ; le gypse, les empreintes de cristaux de sel, les traces végétales assez fréquentes, et les empreintes de pas de vertébrés.

Dans ces couches, Sarran (1880, p.474) signale "qu'au Vigan, au puits Hamond et au puits St-Jean, on remarque des aiguilles blanches de carbonate de zinc tapissant certaines géodes. A. Navacelle, au sondage et à Montdardier, nous avons observé des poches de plomb sulfuré".

La partie supérieure du Trias = le Keuper.

La limite entre les parties supérieure et inférieure du Trias est peu précise : le mica disparaît des marnes, alors qu'apparaissent les teintes vives vertes et rouges du Keuper. Les bancs gréseux deviennent franchement arkosiques et brèchiques à plus gros éléments avec des teintes claires.

Ces couches sont composées d'alternances de brèches, conglomérats, arkose et grès ; de marnes bariolées ; de dolomies et calcaires plus ou moins gréseux. La puissance des bancs est très variable, de l'ordre du mètre ; ils se présentent en lentilles allongées. Les récurrences de matériau grossier sont la règle.

Il est fréquent (éch. 673) de voir succéder, dans un même banc, les brèches conglomératiques à des dolomies fines, légèrement grumeleuses. On voit alors, en examinant la surface de séparation dolomie-brèche que les matériaux grossiers se sont enfoncés dans la dolomie encore peu consolidée ; d'autre part, les particules détritiques pénètrent jusqu'à 1 cm de la surface. Des éléments dolomitiques se trouvent au sein du conglomérat, alors que d'autres, à peine arrachés du substratum, reposent presque "en place". Ceci témoigne de l'arrivée brusque des éléments détritiques sur des dépôts encore peu consolidés.

Dans les brèches, on retrouve avec des galets de dolomie plus ou moins gréseuse enrobés de grains détritiques, du quartz, des feldspaths

roses ou non, parfois très abondants, des galets de quartzite et de schiste, tourmaline et muscovite rares, chlorite en houppes. Les éléments peuvent atteindre 2cm de diamètre. Je n'ai pas vu de classement granulométrique vertical (graded bedding), mais plutôt des variations latérales de granulométrie.

La diagenèse de ces roches s'est produite de façon particulière, le ciment des sédiments détritiques, calcaire ou dolomitique est souvent siliceux (éch. 673), la silice se déposant sous forme de zones d'accroissement authigène autour des grains de quartz et de feldspath puis sous la forme d'une frange de petits cristaux de quartz mal formés cimentant et corrodant la bordure des minéraux voisins (voir pl. XXXV).

L'échantillon 493 (pl. XXXV, fig. 4I) montre un développement de quartz authigène rouge (hyacinthe) autour de grains détritiques .

La puissance de ces couches varie de 100 à 150 mètres environ. Elle atteint 180 mètres à Lasfont. Leur faciès caractéristique permet d'en faire du Keuper.

Au cours du Trias et surtout du Trias supérieur, se produit une érosion intense des architectures hercyniennes ; le granite est mis à jour et démantelé rapidement (feldspaths détritiques), alors que les sédiments houillers de Molières -Cavaillac ne montrent que des éléments de schiste et de quartz laiteux. Cela suppose une très faible couverture végétale. La dépôt des matériaux enlevés s'est fait sous une faible profondeur d'eau car les traces de dessiccation (sun cracks) sont fréquentes et témoignent d'exondations.

2) LE RHETIEN (pl. XXXVIII)

La partie supérieure du keuper est très marneuse, le passage du Rhétien cartographique se fait par des marnes aux teintes très vives associées à des bancs de grès et à des calcaires ou dolomies en plaquettes, bien visibles sous le tunnel d'Alzon. L'abondance des marnes détermine un replat très net à la base du Causse. Les eaux tombées sur le plateau y arrivent en abondance ; à l'Embrusquière, aux environs d'Arre et de Molières et sous la Tessonne, vignes et vergers occupent ce replat.

A ces marnes et grès succèdent des marnes grises ou verdâtres très micacées, à odeur parfois bitumineuse, alternant avec des bancs dolomitiques plus ou moins calcaires et gréseux ; les éléments de quartz arrondis (d'une taille atteignant 1 ou 2 cm) caractérisent ces couches. Les grès et arkoses sont encore présents, mais les dolomies dominent, surtout vers le sommet de l'étage.

Les marnes micacées un peu dolomitiques sont riches en petits débris végétaux (lignite), mais je n'y ai pas trouvé les écailles de Poissons ni les *Mytilus minutus* signalés par Fabre.

Les brèches, grès et arkoses de cet étage ressemblent à celles du Trias, mais avec des éléments beaucoup plus émoussés en général ; souvent les éléments de petites tailles sont également piquetés, montrant ainsi la trace de leur transport éolien.

Les dolomies ont une patine blanchâtre, un rubanement plus ou moins fin analogue à celui de l'Hettangien, mais on y trouve des éléments anguleux de quartz très petits (1/10ème de mm), du mica et des passées franchement gréseuses ou conglomératiques (éch. 695, fig. 42) avec quelques points ferrugineux et dendrites de manganèse.

Au sommet de l'étage, des niveaux gréseux montrent des passages à des faciès oolitiques avec oolites à noyau de quartz, puis oolites sans quartz (éch. 26 et 695). De grands cristaux rhomboédriques de dolomie ont envahi la roche, les rhomboèdres peuvent même se développer aux dépens du quartz et du feldspath.

On trouve également dans les passées gréseuses des galets "mous" dolomitiques enrobés de grains détritiques (éch. 664, fig. 43).

Entre Sablone et Lasfont, en $x = 698,58$ $y = 186,07$ $z = 330$ m, dans une carrière située au sommet de la formation, j'ai trouvé dans un calcaire marneux à débit esquilleux, quelques Lamellibranches déterminés par Madame S. Freneix comme étant :

éch. 663

- + Tutcheria austriaca (Hauer) : fragments d'empreintes. Rhétien, couches à *Avicula contorta* des chaînes provençales etc...
- + Pliculula (*Pseudoplacunopsis*) *fissistriata* (Winckler) caractérisant le Trias et le Rhétien des régions méditerranéennes.
- + Pecten cf. *valoniensis* : Rhétien (détermination Mme Le Favret)

A Lasfont, j'ai également découvert un petit gisement ossifère. Les os se trouvent sous forme de collophanite ayant conservé la structure ancienne des canaux de Havers etc.. (éch. 657 section d'os long : 7 x 4 cm).

Il est difficile de préciser l'épaisseur de cette formation, car ni sa limite inférieure ni sa limite supérieure ne sont nettes ; on peut néanmoins lui attribuer une puissance de 30 à 40 mètres, qui paraît assez constante.

3) L'HETTANGIEN (pl. XXXIX).

Passage du Rhetien à l'Hettangien.

La seule limite cartographique possible entre le Rhétien et l'Hettangien est la dernière passée conglomératique que l'on trouve dans une série de dolomies calcarifères rubanées. Cette limite ne correspond probablement pas à la limite stratigraphique. Cependant, la dernière passée conglomératique est synchrone d'une réduction très forte de l'épaisseur des marnes intercalées, qui deviennent de simples interlits verdâtres ou gris non micacés.

On trouve des petits grains de quartz, très fins (de l'ordre de 0,04 mm), dans toute l'épaisseur de la série. L'abondance de ces grains de quartz diminue très rapidement de bas en haut. La tourmaline détritique est assez fréquente.

Les dolomies calcarifères de la base de la série ont une patine un peu plus jaune que les dolomies supérieures ; elles présentent à leur surface supérieure des bancs ondulés, elles ont une cassure plus sombre avec quelques dendrites de manganèse. Au microscope ou à la loupe, elles présentent des fantômes d'oolites analogues à celles qui ont été signalées par M. J. Cu villier dans l'Infralias d'Aquitaine. F. Espourteille, au N-E de St-Jean du Bruel (Aveyron), a trouvé le même faciès à la limite inférieure de l'Hettangien cartographique. Cl. Marion, dans la région de Camprieu et M. Rabinovitch, dans la région de Florac, ont retrouvé des dolomies avec fantômes d'oolites vers la base de la série dolomitique infraliasique à Camprieu et pratiquement au même niveau à Florac. Ce niveau repère s'étendrait donc sur 40 kilomètres au moins.

La puissance de cet ensemble varie. Elle est en général de 100 à 130 mètres, mais atteint 200 mètres au Tour et à Lasfonds.

J'ai trouvé à Lasfonds, 10 mètres sous la limite supérieure de la formation, (éch. 699) une dolomie dure contenant :

+ Modiolus hillanus Sowerby (M. hoffmanni Nilsson)

Rhétien, Hettangien et Sinémurien inf. principalement
Hettangien et Sinémurien inf. de l'Ouest de l'Europe.

La finesse du grain, son homogénéité, le caractère, la faune, me font attribuer un caractère primaire.

L'Hettangien a vu se déposer des sédiments d'origine chimique ou biochimique dans un milieu peu profond, la couverture végétale était sans doute assez fournie pour empêcher les apports détritiques dans les liaisons de sédimentation (phase biostasique d'Erhart).

4) LE SINEMURIEN (pl. XL)

Passage de l'Hettangien au Sinémurien : le niveau à plantes

Le niveau à plantes a été étudié par Roquefort (1934) qui lui a attribué, avec doute, un âge Hettangien - Sinémurien (limite des deux étages).

J'ai retrouvé ce niveau à Aurières où il est associé à des fossiles dolomitisés et le long de la RN 99 près de Valcroze.

En général, le passage est progressif sur le secteur étudié.

Coupe d'Aurières.

Trois carrières montrent une coupe complète de la série qui a ici 15 à 20 mètres de puissance.

00 C'est un calcaire oolitique chargé de débris de Brachiopodes,
00 Lamellibranches et Gastéropodes ; les oolites sont fréquemment ferrugineuses
00 (pyrite) ; l'intérieur de la roche est gris-bleu, jaune-roussâtre près de
00 la surface ; la patine est sombre. Il se débite en gros bancs de 1 mètre
00 environ avec terminaisons en coin et discordances plates.

En fait, on constate des variations de bas en haut :

- Les joints stylolitiques passent à des interlits marneux plus épais vers le haut.

- Les calcaires sont plus dolomitiques en bas qu'en haut. La dolomitisation se fait de préférence dans le ciment à partir de la bordure des oolites, parfois au centre de celles-ci.

Les fossiles sont difficiles à dégager (malgré leur nombre) leur test ayant été remplacé par de gros cristaux de dolomie et l'intérieur par de la calcite :

- Ammonites relativement rares.
- Lamellibranches abondants : *Lyogryphea arcuata* Lamarck
var. *obliquata* (Sowerby)
 - + *Cuneigervillia hagenowi* Dunker
 - + *Chlamys textoria* Schlotheim
 - + *Chlamys* cf. *dispar* Terquem
- Gastéropodes abondants
- Brachipodes assez abondants
- Bryozoaires et Polypiers
- Quelques radioles d'oursins et entroques
- Assez nombreux débris végétaux ligniteux

Autres affleurements .

A partir du Sinémurien et jusqu'au Bajocien, on constate une condensation puis une disparition des couches en allant vers l'Est, c'est-à-dire vers le Horst de St-Bresson. Ce horst a déjà été vu par G. Fabre (1893), il a été revu par Gottis (1958).

A quelques centaines de mètres de la ferme nouvelle d'Aurières, la dolomie envahit complètement le Sinémurien⁽¹⁾; on peut voir dans les coupes successives la disparition de ces couches vers Arre et Esparon. La coupe de Campestre (n° I) montre la dolomitisation de cette assise vers l'Ouest également ce qui a pu faire croire à de Bun (1899-1900) et après lui à Gottis, à une lacune du Lias entre Aurières et Valcroze.

- Au microscope = PM 303, 313, 315 et 318

Dans le calcaire oolitique et graveleux à débris de mollusques et d'échinides, on distingue :

- nombreux débris d'Algues Dasycladacées,
- Annélides, quelques Bryozoaires
- spicules de Spongiaires

(1) Voir minéralisations d'Aurières.

quelques Foraminifères arénacés,
Verneuillinoïdes mauritii dans PM 318,
rares Ostracodes,
débris d'oursins,
un peu de glauconie.

Les quartz sont de l'ordre de 0,1 mm et plus abondants à la base qu'au sommet. Ils peuvent présenter de légers cornes d'accroissement authigènes ainsi que les rares débris de feldspath, des arrêts de sédimentation et des passées franchement conglomératiques remaniant parfois les dolomies hettangiennes sont visibles à plusieurs niveaux.

Il est probable qu'une partie au moins du Sinémurien fait défaut.

La présence de Lotharingien supérieur semble indiquée :

1) par la présence de Verneuillinoïdes mauritii (318) qui ne se trouve pas plus bas que la zone à E. raricostatum (zone supérieure du latharingien) et abonde dans la zone _α U. Jamesoni.

2) par le faciès.

3) par la variété obliquata de la Lyogryphea arcuata.
(opinion de Mme Le Favret, excursion 1961).

5) LE CHARMOUTHIEU

Les Bélemnites permettent aisément de séparer le Charmouthien du Sinémurien. Il est difficile de savoir si cette limite correspond à la limite stratigraphique. Leur faible épaisseur n'a pas permis de distinguer ces deux étages sur la carte.

Faciès normal = coupe d'Aurières.

Le Charmouthien (ou Domérien des auteurs) est constitué généralement de petits bancs calcaires légèrement dolomitiques, très irréguliers, épais de quelques centimètres à un décimètre, gris ou jaunâtre, à patine jaunâtre, intercalés de marno-calcaires.

Toute la formation est pétrie de bélemnites ; elle est graveleuse à microconglomératique. Les éléments étant souvent ferrugineux et dolomitiques. Les débris d'échinodermes, radioles d'oursins, l'abondance des foraminifères, de la glauconie (celle-ci se plaçant de préférence

dans les débris d'échinodermes) et de la pyrite, lui donnent un micro-faciès caractéristique. Le quartz est rare.

La meilleure coupe se trouve également à Aurières, où la formation a 2,70 mètres de puissance, on a de bas en haut :

- 0,60 m, calcaire gris à entroques (radioles d'oursin et encrines), microconglomératique à la base, à éléments dolomitiques ou calcaires souvent ferrugineux.

Un lit plus tendre partage le banc et montre de nombreuses bélemnites.

Au microscope, on distingue (298) de petits textularidés, des lagénidés (Lenticulina) et Spirillina liasica (309) calcaire détritique contenant des entroques, des radioles d'oursins, des algues (Solénopores et autres genres), des foraminifères Lenticulina, Nodosaria, Frondicularia, Marginulina, Dentalina et Verneullinoïdes mauritii.

Ce banc représente sans doute la zone à Uptonia Jamesoni à Deroceras davoei (Pliensbachien moyen et supérieur).

La face supérieure de la couche est envahie de dolomite et de pyrite.

- 1,20 m, petits bancs très réguliers de calcaire gris, pyriteux et glauconieux.

Cette assise est riche en ammonites et bélemnites : Amaltheus margaritatus Mft (formes typiques du sommet de la zone (sous zone C) pour Mme Lefavret.

Arieticerias sp.

+ Arieticeras sp. ex. geyeri Campana

+ Arieticeras cf. Iozeriensis Monestier

+ Arieticeras compressum Monestier

+ Phylloceras cf. capitanei Catullo (récolte Aubague)

Belemnites sp. souvent brisées

Belemnites (holotheuthis) ex. gr. niger Lister

Belemnites(") sp.

petite dent de squalo

Quelques lamellibranches et gastéropodes.

- 0,90 m, calcaire gris à passées jaunâtres microconglomératiques, oolitiques estompées ou rubanées et concrétionnées.

La base est plus jaunâtre à *Amaltheus margaritatus*.

Le sommet devient franchement conglomératique (éléments dolomitiques pris surtout dans l'assise précédente, parfois ferrugineux, taille : plus de 0,5 cm). La surface supérieure semble durcie et corrodée.

Autres affleurements.

On suit cette formation vers l'Est jusqu'à Esparon et la Tesson où elle disparaît en se chargeant de dolomies.

Dans le ravin du Tour, j'ai récolté :

- *Arieticeras*

+ *Arieticeras* cf. *domarense* Menegh.

Belemnites sp.

Belemnites (*Hocoteuthis*) cf. *niger* Lister

Vers l'Ouest la série est également dolomitisée ; aussi bien vers l'Ouest que vers l'Est d'Aurières cette dolomitisation est beaucoup moins rapide que pour le Sinémurien.

Essai d'interprétation paléogéographique.

A la base du Sinémurien (ou au sommet de l'Hettangien ?), se produisent des mouvements épirogéniques intensifiant la flexure continentale (?) ; le domaine marin s'individualise nettement : le faciès franchement marin à Aurières fait place à une lacune vers l'Est.

Le niveau à plantes indique la destruction de la couverture végétale des Cévennes, destruction causée par une érosion ou un changement de climat.

Des apports détritiques de quartz ont lieu de nouveau dans les bassins sédimentaires.

De nombreuses lacunes le faciès et la faune, les surfaces durcies et ferrugineuses, les remaniements montrent que la mer reste malgré tout peu profonde ; la ligne côtière ne cesse de se déplacer.

Une lacune assez importante se situe à la base des marnes (Toarcien inf.), les couches à *Hildoceras bifrons* reposent directement sur les bancs à *Amaltheus margaritatus* (voir pl. XXXVI et XXXVII)

- Dans le ravin du Tour : H bifrons dans l'oolite ferrugineuse de base (pas en place).
- Dans le ravin d'Arre, vers le haut de la série, j'ai trouvé (éch. 708) :

Ammonites dont le test est remplacé sélectivement par la dolomie.

Phylloceras sp,

Ludwigia ? non déterminable avec certitude.

Bélemnites

Lamellibranches :

- + *Variamussium loeviradiatum* Waagen, zones à *murchisonae*, *opaliniformis*, Aalénien des chaînes provençales
 - + *Chlamys* cf. *dewalquei* Opperl, Aalénien-Bathónien surtout Aalénien sup. de Lorraine (= *Ch. articulatis*)
 - + *Myophorella* (*Myophocella*) *stricta* Miller, Aalénien du Calvados, chaînes provençales (z. à *H. murchisonae*) et Bajocien inf. d'Angleterre (z. à *S. Humphriesianum*)
- Une *Ludwigia* sp. (Aalénien) à Esparon (éch. 654)
 - La *Terebratula perovalis* de l'éch. 634 trouvée à Casevieille ressemble à celle que Deslongchamps décrit dans les couches à *L. Opalinum* : Aalénien sup.

7) LE BAJOCIEN (pl. XLI et XL).

a) Limite inférieure, faciès normal.

Le faciès calcaire sombre intercalé de lits marneux noirs forme une série continue du Toarcien au Bajocien. La limite cartographique inférieure du Bajocien est placée au niveau où apparaissent les premières chailles ; j'ai trouvé des ammonites aaléniennes à quelques mètres au-dessous de cette limite, dans des roches déjà parsemées de points silicifiés.

Le Bajocien est représenté par des bancs à surface ondulée de calcaires noirâtres bleutés, à patine jaunâtre, épais de 5 à 20 cm, à l'intérieur desquels se trouvent des chailles à contours arrondis et irréguliers, mais généralement allongées conformément à la stratification. Des lits marneux noirs micacés de 1 à 5cm séparent les bancs.

Les calcaires sont légèrement dolomitiques, grumelo-graveleux, avec de petits grains de quartz anguleux (0,05 à 0,10 mm), très riches en pyrite à laquelle sont dues la couleur et la patine. La pyrite épigénise

souvent les foraminifères et la glauconie les débris d'échinodermes. Les spicules d'éponge (surtout monoaxes), très abondants, sont presque toujours en calcite cristalline. On y trouve des bélemnites, des brachiopodes des lamellibranches, des bryozoaires, des polypiers, des oursins, des pentacrines, quelques foraminifères = Glomospira probable etc... Ces fossiles sont rares ; ils abondent toutefois dans les faciès côtiers (éch. 697 à l'Est d'Esparon), et dans une barre de 10 m de puissance que l'on trouve de Cazevielle à Arre. Dans cette barre, qui forme le haut de la série, les fossiles sont silicifiés.

Les Chailles.

La silicification de cette formation est très intéressante à étudier : à la base, on trouve souvent (à Aurières et au Tour) des concrétions bothryoïdales de quartz, quelquefois creuses à l'intérieur, et présentant des cristaux avec des faces bien développées de quelques millimètres.

En général, les chailles apparaissent brusquement, les roches sous-jacentes ne présentant que des points silicifiés isolés. Ces chailles répondent parfaitement à la description qu'en a donné L. Cayeux (1929 p. 491-505) :

- forme globuleuse plus ou moins amoebiforme mais jamais anguleuse.
- allongement général selon le plan de stratification.
- taille de 0 à 30 cm.
- calcaires associés fins, à débris, contenant des grains de quartz et des spicules d'éponge, spicules abondants surtout près et dans les chailles.
- limite franche, mais la chaille fait corps avec le calcaire, zone marginale quelquefois plus teintée. (ici la zone marginale est plus claire).
- témoins calcaires nombreux à l'intérieur de la chaille.
- le nodule est formé de fibres de calcédonite rayonnant autour de centres constitués par des débris organiques ou non.
- les spicules d'éponges sont le plus souvent calcifiés, même dans les chailles.

Les fossiles sont souvent épigénisés par la silice jusque dans leurs plus petits détails, mais parfois attaqués par de petits cristaux prismatiques de quartz pointant vers l'intérieur du débris. De petits joints marneux stylolitiques contournent parfois les chailles. La dolomie est postérieure à la silicification et la silice postérieure à la glauconie et à la pyrite.

Selon les idées de L. Cayeux (1929) et Zb. L. Sujkowski (1958), on peut admettre que la silice des spicules s'est dissoute au cours de la diagenèse alors que le pH était encore élevé. Quand des eaux plus douces (?) et plus acides ont envahi la roche, la silice s'est déposée.

Or, au Bajocien, des discordances se sont formées ; celles de la vallée de la Vis sont bien connues (M. Dreyfuss 1938), discordances allant jusqu'à 30 degrés entre Infra-Lias et Bajocien. J'en ai découvert une autre de 15 degrés, sous Esparon, à l'intérieur de l'assise (voir fig. 48). Il semble donc que des mouvements épirogéniques importants aient eu lieu à cette époque (synchrones de la phase cimérienne) . Les mouvements précèdent la lacune du Bajocien supérieur dans le secteur et les faciès laguno-saumâtres du Bathonien inférieur. Au cours de ces phénomènes, de l'eau douce a pu chasser les eaux salées basiques primitives. En ce cas, il resterait à expliquer la formation des dolomies du Bajocien supérieur.

L'épaisseur de ces assises varie de 70 m environ à Valcroze (vers l'Ouest) à 40 m au Tour pour se réduire à une lacune à Esparon et vers l'Est.

8) LE BATHONIEN (pl. XLIII).

Le sommet du Bajocien et la base du Bathonien ne sont pratiquement pas représentés dans le secteur, alors qu'ils présentent des assises puissantes à l'Est et à l'Ouest. Habituellement, la limite Bajocien-Bathonien est donc très nette et ne présente pas de difficultés cartographiques.

Il existe deux excellentes coupes de la base de la formation. A Aurières (M. Gottis, 1957) comme à Arre, la série commence par un cordon de galets.

Coupe d'Arre : de bas en haut :

- surface corrodée et ferrugineuse (pyrite) du dernier banc de calcaire à chaille.
- 0,15 m de marnes grises contenant des galets qui sont souvent constitués de chailles roulées de 3-10 cm de diamètre.
- 0,50 m marnes et calcaire marneux noirâtre très fossilifère à odeur très bitumineuse, avec brachiopodes et lamellibranches (faciès saumâtre) ; les plaques minces révèlent des débris d'ostracodes.
 - + Modiolus imbricatus Sowerby : Aalénien, principalement Bathonien des Alpes Vaudoises, de St Gaultier (Indre) Cornbrash d'Angleterre. (Certains spécimens sont typiques, d'autres sont mytiliformes).
 - + Placunopsis socialis Morris et Lycett : Bathonien d'Angleterre. Bathonien de St Gaultier.
 - + Rhynchonella cf. obsoleta Sow : Bajocien et Bathonien.

Les fossiles sont écrasés.

Au-dessus viennent les faciès classiques.

Le Bathonien caractéristique consiste en bancs très réguliers de 0,5 à 1 m de puissance de calcaires gris généralement clair, à patine blanchâtre, sublithographiques ou graveleux à oolitiques. Les calcaires sublithographiques sont plus abondants vers la base, les calcaires graveleux-oolitiques représentant pratiquement tout le sommet de la formation. Une dolomitisation très intense oblitère les calcaires le plus souvent.

La dolomitisation agit de façon différente selon la structure de la roche :

- Les calcaires sublithographiques sont dolomitisés brutalement. Un banc calcaire fin non magnésien fait place verticalement sur quelques centimètres à une dolomie presque pure à gros cristaux enchevêtrés. Les bancs dolomitisés ont une assez grande extension horizontale.

- Les calcaires graveleux à grosses et petites gravelles mêlées sont constitués souvent de débris d'organismes entourés parfois de zones d'accroissement qui en font des oolites (fig. 49 et 50). La dolomie envahit progressivement le ciment sous forme de rhomboèdres magnifiques avec cernes de croissance. Rarement des cristaux se forment à l'intérieur des gravelles. Après la dolomitisation, de grands cristaux de calcite remplacent les éléments calcaires subsistant et effacent toute structure. Ils peuvent ensuite être dissouts à l'affleurement donnant à la roche son aspect vacuolaire caractéristique décrit par les anciens auteurs.

- La dolomitisation est beaucoup plus intense à la partie supérieure de la formation et forme une barre massive d'une cinquantaine de mètres avec de rares témoins calcaires en lentilles. Plus bas, l'inverse se produit et des couches dolomitiques s'intercalent dans les bancs calcaires. La dolomie est roussâtre et dégage une odeur bitumineuse sous le marteau (voir pl. XXXIII). C'est le "Rouquet" de la terminologie locale.

Les fossiles sont rares : gastéropodes, brachiopodes etc... difficilement dégageables.

Signalons :

- A Arre au-dessus des couches à Modiolus : éch : 710 : calcaire assez finement graveleux avec quelques légénidés *Robulus* ou *Lenticulina* et quelques petits foraminifères arénacés, un grand arénacé non déterminé, miliolidé.

- A Casevieille près du signal : éch . 63I : calcaire irrégulièrement oolitique et graveleux à bryozoaires brachiopodes et gastéropodes, trocholines, petits foraminifères arénacés, *Verneuillinoïdes* (?), *Ophtalmidium carinatum* (?), Algue calcaire (*Solenomeris* ?).

La puissance de l'assise reste constante dans le secteur, on peut l'évaluer entre 90 et 100 m.

La transgression bathonienne recouvre les couches hettangiennes à bajociennes indifféremment et même le Trias aux Malines, la série se termine par une surface de rubéfaction, la formation représente donc un cycle sédimentaire complet ; on peut penser que la dolomitisation du Bathonien s'est faite avant la régression terminale.

De nombreux auteurs ont étudié la coupe de la Tessonne et se sont intéressés particulièrement à ces couches : E. Dumas 1875-1877, Sd. Pellet 1875, A. Jeanjean 1882, De Brun 1899, Roman 1899 -1909, R. Abrard 1936, H. Tintant, M. Mainguy et M. Gottis 1946, Tintant et Gottis 1947, et M. Gottis 1957 qui fait la mise au point des travaux antérieurs.

G. Fabre a vu (coupe de Lasfonds) de bas en haut :

- Calcaire oolitique Bathonien passant latéralement à de la dolomie. Ammonites aspidoïdes etc...
- Surface rouillée faisant corniche.
- Callovien : 4 m de calcaire à cassure spathique avec rognons d'oxyde de fer, se divisant en bancs minces dont les surfaces sont hérissées de bombements ; quelques rares points de glauconie. Fabre compare cette formation à la dalle nacrée du Jura.

Fossiles principaux : A. Macrocephalus, A. Anceps.

- Surface durcie percée de canalicules.
- Oxfordien : 0,50 m couche jaune calcaréo-marneuse, noduleuse, fossilifère, renfermant des rognons phosphatés.
Ammonites : cordatum, tortisulcatus et transversarius.
- Argovien à A. plicatilis et canaliculatus

En 1946, Gottis n'a trouvé sur une surface corrodée attribuée au Callovien, qu'un cordon conglomératique contenant Sowerbyceras tortisulcatum d'Orb, Perisphinctes varicostatus Buck, Ochetoceras canaliculatum V.B. (donc Argovien inf.) Il rattache à la zone à Cardioceras vertébrale et Ochetoceras canaliculatum " l'Oxfordien " de Fabre.

La plus grande confusion semble régner parmi les auteurs en ce qui concerne l'acceptation du terme d'Oxfordien, ainsi qu'en témoigne le tableau ci-dessous.

Les subdivisions du Jurassique supérieur
selon les auteurs

Zones d'Ammonites selon Gignoux	Gignoux	Arkell	Gottis	Roman Torcapel Carte Le Vigan	Authelin Nicklès Carte St-Affique
Aulacoceras pseudomutabilis	d'après Hæg				
Oppelia tenuilobata Rasenia cymodoce	Kimmeridgien	Kimmeridgien	Kimmeridgien	Kimmeridgien et Séquanien	Kimmeridgien
Perisphinctes achilles	Séquanien		Séquanien		Séquanien
Peltoceras bicristatum " bimammatum	Rauracien		Rauracien	Rauracien	Rauracien
Peltocera transversarius	Argovien	Oxfordien	Argovien	Oxfordien	Argovien
Ochetoceras canaliculatum					
Cardioceras cordatum	Oxfordien		Divesien	?	?
Cardioceras mariae					
Cardioceras lamberti Peltoceras athleta					
Reineckia anceps	Callovien	Callovien			
Macrocephalites macrocephalus			Callovien	Callovien	Callovien

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que les opinions divergent :

Pour Pellet et Jeanjean : lacune du Callovien

Pour Fabre : lacune du Callovien inf. et de l'Oxfordien inf.

Pour Roman : Callovien réduit mais pas d'émersion, peut-être dolomitisé par endroit.

Pour Abrard : Callovien et Oxfordien localement dolomitisés passent inaperçus

Pour Tintant Mainguy et Gottis : lacune de la plus grande partie du Callovien; de tout l'Oxfordien et de l'Argovien inf. Le Callovien n'existant que par "flaques" dispersées.

On peut dégager les faits suivants des différentes coupes effectuées dans le secteur :

" Une importante surface de rubéfaction, parfois durcie sépare
" partout le Bathonien des couches qui le surmontent ; la rubéfaction peut
" atteindre une trentaine de centimètres. La lacune correspond au Bathonien
" supérieur et peut être à la base de la zone à *M. macrocephalus* (zone à *Op*
" *pelia discus*).

" Le calcaire Callovien a été retrouvé dans les coupes sous Arre
n° 5, à Lasfonds n° 7 et à Sablone n° 8. Il se présente sous le faciès de
la dalle nacrée déjà signalé par Fabre.

" C'est un calcaire beige à gravelles rouges ou brunes, spathique,
" en petits bancs de 3 à 4 cm irréguliers à interlits marneux, fossilifères :
" belemnites, ammonites, brachiopodes difficiles à dégager.

" Près de Campestre un calcaire rouge à nombreuses tiges d'encrines
remplace ce faciès, il peut être dolomitisé.

En plaque mince, on a un calcaire zoogène et détritique à éléments limoniteux, à pâte microcristalline, débris d'échinodermes et radiolaires très fréquents, débris d'ammonites, spicules d'éponges, bryozoaires, lenticulines, lagénidès, microgalets remaniés hétérogènes.

Cette roche peut être plus ou moins envahie par la dolomie.

L'épaisseur de la série varie de 3 à 7 mètres. Il semble qu'une lacune existe à Cazevieille n° 2, au Tour n° 4 et peut être à Aurières n° 3, mais il est possible que les couches aient été dolomitisées et que le Callovien soit représenté partout.

L'Oxfordien par contre, au sens des zones à *Cardioceras cordatum* et *mariae*, paraît manquer partout (selon Gottis le *C. cordatus* de Fabre pourrait correspondre à une espèce de l'Argovien inférieur) (voir pl. XXXVII).

10) L'ARGOVIEN

" Une surface ferrugineuse et taraudée marque le sommet des
" couches calloviennes. Elle est surmontée, sur quelques mètres de cal-
" caire marneux gris souris, (brèchique et glauconieux à la base),

esquilleux, en bancs irréguliers de 5 à 40 cm à interlits marneux plus ou moins importants. Les ammonites y sont très fréquentes, mais représentent peu d'espèces :

Ochetoceras canaliculatum von Buck

Sowerbyceras cf. *tortisulcatum* d'Orb.

On trouve aussi :

Perisphinctes (*Orthosphinctes*) sp. ex. gr. *delgadoi* Choff.
(Aurières) éch. 660

Perisphinctes (*Arisphinctes*) sp. (gr. *helenae* de Riaz ?)
(Cazevieille) éch. 632

Perisphinctes (*Dichotomosphinctes* ?) sp.
(Campestre) éch. 684 (Aurières) éch. 660

Hibolites (sp) (Campestre) éch. 683

II) LE RAURACIEN SEQUANIEN ET KIMMERIDGIEN.

On passe progressivement à des calcaires lithographiques ou marneux, généralement crèmes, gris-bleu vers le centre, parfois blanchâtres, en bancs assez réguliers de 10 à 30 cm, ou en plaquettes sonores. Les interlits marneux sont d'importance très variables.

Les fossiles y sont assez rares : ammonites, brachiopodes etc..

Une dolomie grise envahit la base de la série par lentilles, les bancs prennent alors une allure massive.

L'épaisseur des couches dolomitiques varie de 1m à 10-15 m ; en un point entre Lasfontès et Arre elle peut atteindre 100 m.

Les calcaires lithographiques ont été exploités de 1843 jusqu'à la fin du 19ème siècle en plusieurs carrières situées à 2,5 km à l'ONO de Montdardier. En 1846, la vente était de 4000 à 5000 pierres. La taille maximum atteignait 80 x 100 cm.

12) LE PORTLANDIEN

On le trouve au Sud du secteur, en particulier au voisinage de Belfort, sous forme de dolomies roses pêche, marbrées et assez tendre.

A la base des bancs calcaires gris ou blancs à trainées ferrugineuse montrent différents microfaciès :

- calcaire à pâte fine avec de rares débris d'algues filamenteuses.
- calcaire oolitique
- calcaire organogène à pâte fine à algues filamenteuses, gastéropodes, ostracodes, petits foraminifères, clypéines parfois très abondantes = *Clypeines jurassica* (?) (détermination D. Boullanger).

La puissance totale du Jurassique supérieur est assez difficile à évaluer car il représente le haut de la falaise et la surface du Causse. On peut l'estimer à environ 300 mètres (Portlandien non compris.)

1) LE SIMBOLITIQUE

Est composé d'argiles brunes et noires.

B- LES CAUSES POST-JURASSIQUES DU SECTEUR

Le Crétacé n'est pas représenté dans les Causses, mais seulement dans la région de Ganges et au-delà de la Serrane, c'est-à-dire au-delà du seuil de Gornières qui ferme le Causse au Sud-Est.

I) LE SIDÉROLITIQUE

Est composé d'argiles briques et ocres contenant de petits cailloux de quartz très arrondis et des concrétions ferrugineuses en boules, ou, plus rarement, en encroûtements, pouvant atteindre le mètre cube. On trouve cette formation sur les collines ou près des vallées sèches, de façon inattendue, en remplissage de grottes ou remaniée.

La présence des cailloux de quartz d'origine cévenole ou triasique empêche de ^{le} considérer comme de simples argiles de décalcification avec enrichissement résiduel du fer ; il faut donc y voir, pour une partie, des témoins longtemps remaniés d'anciennes alluvions dont l'âge serait compris entre le Jurassique supérieur et le Pliocène. Pour Facon (1955) qui a étudié ces formations en Corrèze et Haute Vienne, elles se seraient formées depuis le premiers tiers du Tertiaire et auraient été mises en mouvement surtout au Stampien et remaniées sur la surface d'érosion Oligo-miocène. Cette surface a complètement disparu dans le secteur, puisqu'on trouve encore du sidérolitique au Tour d'Arre, point culminant du Causse.

E. Fournier (1903) lui assigne un âge éocène sup.

Une surface sidérolitique se devine par le nivellement des sommets des collines du Causse et par les épanchements basaltiques de l'Escandorgue coiffant cette surface.

2) LES ALLUVIONS PLIOCENES

Marquent le fond des vallées sèches du Causse à l'altitude de 700 à 800 mètres alors que les collines atteignent 955 mètres au Tour d'Arre.

Ce sont des alluvions argileuses brunâtres avec de nombreux galets de quartz. Ces galets atteignent 20 centimètres et plus dans le secteur, la notice de la carte de St-Affrique indique que leur taille diminue vers le Sud. A Aurières, un cultivateur a sorti récemment un bloc de quartz laiteux arrondi mesurant un mètre dans son plus grand diamètre.

De Martonne (1947) avait remarqué que ces alluvions dessinaient un réseau hydrographique dirigé vers le Sud-Ouest pour se jeter dans la Lergue, affluent de l'Hérault. La Virenque et la Vis suivent dans leur cours supérieur d'anciens cours d'eau pliocènes, car les alluvions anciennes convergent vers leur vallée, ces rivières seront un jour capturée par l'Arre.

Les alluvions recouvrent les coulées volcaniques de l'Escandorgue miocènes ; comme le Pliocène moyen est plutôt une période de creusement rapide et non d'aplanissement prologé, Baulig (1928) les dates du Pontien (Pliocène inférieur).

Le lieu-dit Aurières est situé sur un tel terrain alluvionnaire. Il est fort possible qu'un placer fossile y ait été exploité par les anciens (voir thèse du Colonel Laporte 1960). La tradition locale attribue la fondation du village à des chercheurs d'or espagnols.

De Gensanne (1776-79), p. 237) signale "qu'en montant sur les hauteurs d'Alson, on trouve un territoire fort semblable à celui de Coffes dont nous avons parlé ci-devant. Il y a en lieu d'Aurières ou d'Orières beaucoup de terres aurifères entièrement semblables à celles de la Sèze, avec cette différence que celles-ci renferment beaucoup de paillettes talqueuses et que la vue ne permet pas de distinguer des vraies paillettes d'or".

Ces alluvions ont subi une évolution de type karstique qui les ont profondément modifiées. Elles sont en général mêlées de débris sidérolitiques et recouvertes d'un manteau d'argiles de décalcification

contenant de nombreux cailloux anguleux des terrains voisins ; il est probable que l'évolution du réseau hydrographique en profondeur a entraîné des éboulements qui se manifestent en surface par un aspect " en chapelet " de petits bassins séparés par des "cols". Ce sont les "albarons" de la terminologie locale.

3) LES TERRASSES QUATERNAIRES

Les vallées actuelles qui drainent les Cévennes témoignent d'une reprise d'érosion extrêmement intense. La vallée de l'Arre séparant Cévennes et Causse a recoupé les anciens cours d'eau pliocènes.

L'érosion actuelle intense a fait disparaître les témoins quaternaires plus anciens.

Signalons un minuscule reste d'un niveau situé à 50 m au-dessus du cours actuel de l'Arre, actuellement visible sur la route de l'Embrusquière et des alluvions plus nombreuses à une quinzaine de mètres du fond de la vallée dans les environs de Serres, Aumessas et Arrigas.

4) SURFACES D'EROSION DANS LES CEVENNES

Les sommets du St-Guiral et du Lingas présentent manifestement des formes de maturité au sol profondément altéré, dont les points hauts sont situés entre 1300 et 1440 mètres et les points bas vers 1250 mètres, orientés grossièrement Nord-Sud et drainés actuellement par des ruisseaux atlantiques.

Il s'agit d'une très vieille surface peut être héritée du Secondaire et d'âge tertiaire. Il s'en faut bien de 250 m pour qu'on puisse la rattacher au réseau pliocène. Baulig y voit une surface d'érosion oligocène. Je pense qu'il s'agit de la surface sidérolitique.

Plus bas, Baulig voit des formes plus vigoureuses ; mais encore mûres, avec prés et quelques mas. En effet, ces têtes de vallées sont très réduites, mais nettes à la Ferrière et au Caladon vers 850-900 m. Peut-être s'agit-il du début du réseau pliocène ?

Le raccord avec le réseau actuel se fait avec forte rupture de pente et cascades, surtout au Nord d'Aumessas. Alzon est à 635 m, Arre à 330 m et Molières à 241 m. La force des cours d'eau est telle que des blocs de granite de 150 mètres cubes ont pu être entraînés à près d'un kilomètre des derniers affleurements granitiques (vallée de Serres).

5) LAVAGES A LA BATEE

Cinq batées ont été faites par moi dans le secteur :

- éch. 498 Pont d'Andon sur le Coudoulous en aval de Bréau près du filon de quartz barrant la rivière.
- éch. 448 Aumessas près des affleurements de tactites à scheelite
- éch. 449 Aumessas idem
- éch. 500 2 km en aval du Vigan, dans l'Arre

Les analyses de ces matériaux ont été faites par l'Ecole des Mines de Paris, elles sont résumées dans le tableau suivant :

Ouest

Est

échantillons	499 Pont de l'Arre	448 Aumessas	449 Aumessas	498 Pont d'Andon	500 Le Vigan
Or natif			x		xx paillettes jusqu'à 2 xImm x
Argent natif					
Plomb natif Pyromorphite Cérusite Massicotite			x x	x	x qq enduits cérusite lithargite x
Scheelite		x	x		x
Pyrite		x hématisée et martitisée	x	x hématisée	x hématisée
Magnétite		x	x	x hématisée	x hématisée
Hématite		x rouge et brune	x peu	x	x
Martite Goethite					x x
Rutile Anatase Zircon		x x	x x	x xx très nombreux	x x
Barytine		x	xx très abondante	x	x
Grenats		x	x	x	x et grossulaires
Tourmaline noire		x	x		
Biotite		x	x	x	x
Muscovite		x	x		
Chlorite					x
Amphibole				x rare	x
Pyroxène				x qq	x
Quartz feldspaths			x		
Chrysotile		x			
Dolomie			x	x	
Sidérose		x		x	
Produits industriels					x

Le Rutile, l'Anatase, le Zircon etc... viennent du Granite. Les grenats, le chrysotile viennent des terrains primaires métamorphiques. La barytine forme des filons dans le granite et les dolomies rubanées paléozoïques.

Le plomb du Vigan est peut-être d'origine industrielle alors que la Cérusite et la Pyromorphite sont les produits d'altération des galènes.

La Scheelite vient des tactites d'Arrigas-Aumessas et de Mandagout ; elle est inaltérable, mais très fragile.

La magnétite de l'éch. 500 vient du gisement du col de Maurès : minéralisation dans le contact dolomies-schistes liée ou non à un filon de microgranite-kersantite. Des silicates de fer y sont associés. La magnétite d'Aumessas est peut-être originaire des tactites.

L'or inconnu en place, peut avoir deux origines :

- produit d'altérations de mispickel plus ou moins aurifère associé aux microgranites dans la région de Mars.
- Or natif des filons de quartz

La richesse de l'échantillon 500 justifierait de nouvelles recherches.

L'argent peut avoir une autre origine : produit d'altération des galènes argentifères.

On n'a trouvé, ni cassitérite, ni wolfranite.

6) EVOLUTION PLIO-QUATERNAIRE DU CAUSSE ET HYDROGEOLOGIE

L'influence des époques glaciaires sur le modelé du Causse a été étudiée par J. Tricart (1955). Pour lui, l'aspect de falaise abrupte des dolomies et calcaires dolomitiques vient de ce qu'ils sont en bancs massifs, ont peu de fissures et sont insensibles à la gélivation. Les calcaires au contraire sont en bancs plus petits, séparés par des inter-lits marneux. La gélivation les désagrège en plaquettes et l'argile sert de lubrifiant pour les phénomènes de solifluxion ; il se forme donc des éboulis importants qui adoucissent le profil des assises. Remarquons

cependant que les éboulis les plus importants viennent des calcaires dolomitiques hettangiens qui ont peu d'interlits marneux, alors que le Jurassique supérieur qui présente un profil assez fort est riche en niveaux marneux.

Pour Tricart, la solifluxion a permis d'estomper le profil des dolines. Les éboulis jouent d'ailleurs encore souvent, soit de façon lente, soit de façon brutale et spectaculaire.

Les phénomènes karstiques ont une grande importance sur la morphologie du Causse. Tout le réseau hydrographique est souterrain : la Vis se perd dans les couches hettangiennes et ne reparaît qu'à la Foux près de la faille de Bez.

B. Gèze (1957) a analysé les essais de coloration à la fluorescéine de la région. La vitesse de la Vis est de 10 mètres par heure, donc exceptionnellement lente, due à une pente faible, un débit peu élevé, des cavités amples ou très étroites et colmatées par un sable dolomitique. La Virenque a une vitesse de 90 mètres à l'heure.

Une ligne de source jalonne le sommet du Trias et la base de l'Hettangien surtout à l'Est d'Arre où le Trias est la seule formation imperméable ; les sources de Lasfonds drainent une bonne partie des eaux de Causse de Montdardier ; des tufs importants constituent une plateforme sur laquelle est bâti le village.

Sur le rebord et à la surface du Causse, les avens et les grottes sont très nombreux. Dans l'une d'elles, E. Dumas a signalé un riche gisement à *Ursus spelaeus*. Les plus belles sont près de la base de l'Hettangien. La grotte de Rognès fait 2 km de développement en direction du Sud-Ouest suivant l'inclinaison des couches et la direction pliocène (Glory 1936).

Les éboulis sont souvent cimentés par un calcaire ocre. Cette brèche se retrouve dans les formations karstiques, les éléments y étant plus variés et plus arrondis, manifestant un transport par les eaux souterraines.

On retrouve des grottes dans les séries carbonatées du socle à Peyraube, Bréau, au Pain de Sucre près du Vigan ; la source d'Isis qui alimente le Vigan naît dans une grotte. A ce propos, on sait depuis longtemps que cette source représente la résurgence du Souls et du Coudoulous qui se perdent dans les dolomies à la hauteur de Bréau

(E. Dumas 1846) le parcours souterrain représente 1500 mètres ; la coloration à la fluorescéine du Coudoulous en amont d'Arphy a vu la source d'Isis se colorer 40 heures après, ce qui représente une vitesse de 39 mètres à l'heure (R. de Joly, Midi Libre du jeu 3 Août 1961, ed. du Gard). R. de Joly pense que les Viganais boivent les eaux usées de Mars, Bréau, Aulas et Arphy et on ne peut que se rallier à cette opinion. C'est probablement à ce fait que la source d'Isis doit son goût agréable ! Pourtant, bien qu'elle charrie du sable granitique et du mica, P. Gorlier dit qu'elle contient peu de calcium et pas de bactéries. Son débit varie de 2000 litres par seconde à 100 en juin avec une moyenne de 150l/sec.

La source Verdier située à 2 km au Sud d'Avèze, sur une faille, découverte en 1840 est encore exploitée aujourd'hui. Elle est minéralisée à 1,81 g/l et contient : gaz carbonique = 1/6 en volume. Elle est sulfatée et calcique ; elle a été décrite et son analyse est donnée par E. Dumas(1846).

C - STRUCTURE DU CAUSSE

Dans le secteur, l'allure des assises est très calme avec un pendage régulier de 10 degrés vers le Sud, pour former un synclinal peu allongé d'axe Est-Ouest à coeur pincé Portlandien entre Blandas et la Couvertoirade ($\gamma = 180$).

1) La grande faille de l'Arre de direction également Est-Ouest limite au Nord les terrains secondaires ; elle a 70 km de long de Sumène à St-Affrique. Dans le secteur, c'est une faille inverse dont l'inclinaison varie de 10 à 80 degrés. Son rejet vertical est de 450 mètres au moins près de Valcroze, où l'on voit un lambeau de trias contre le Bathonien.

A Molières, vers l'Est, la tendance de la faille vers une flexure est indiquée par le fait que les sédiments triasiques sont à 47 mètres d'altitude au sondage de Lasfonds au Sud et visibles au Nord de la faille vers la cote 300-350 (donc rejet de 300 mètres au plus) et reposent sur les schistes selon une surface très inclinée, d'autre part, le signal des Usclades à 2 km plus au Nord, à 861 mètres est au-dessous de la surface anté-triasique (voir pl. XLIV).

Près de la faille, les couches triasiques prennent progressivement des pendages verticaux et se renversent ; la fracturation des roches peut s'étendre sur une centaine de mètres. Elle ne paraît pas avoir de rejet horizontal.

Cette faille a joué un rôle paléogéographique depuis le Stéphanien jusqu'au Pliocène et probablement dans les mouvements hercyniens à alpins. Remarquons que les plis du Paléozoïque prennent une direction parallèle à la faille à son voisinage. Le Stéphanien est localisé étroitement le long du flanc Sud de la faille, entre Molières et Sumène, évoquant un sillon houiller ; un autre sillon apparaît un peu plus à l'Ouest du Sinémurien au Bajocien, car ces formations ont 32 mètres de puissance à Esparon alors qu'au Sud de l'Arre, à Lasfonds, elles n'ont plus que 3,5 mètres au maximum, ceci à moins d'un kilomètre de distance ; la discordance de 15 degrés signalée dans le Bajocien prouve le jeu de la faille à cette époque.

Le Bajocien a une puissance de 100 à 130 mètres dans la région de Nant-St-Jean du Bruel, à l'Ouest du secteur, au Nord du haut fond jalonné par la faille, alors que dans le secteur il n'a qu'une cinquantaine de mètres et ne représente que sa partie inférieure ; la golfe des Causses est fermé au Sud-Est au Bajocien supérieur et reste isolé pendant le Bathonien inférieur.

A partir du Bathonien, les faciès ne se distinguent plus de part et d'autre de la faille.

Une faille de direction SO-NE a été trouvée près de Valcroze ; son rejet est d'environ 20 mètres, le côté SE étant abaissé. Elle constitue peut-être la prolongation de la faille de la Couvertoirade. Elle ne paraît pas décrocher la faille de l'Arre.

2) La faille de Bez (ou d'Arre), de même direction, montre un rejet horizontal important ; la faille de l'Arre est décrochée de 570 mètres, le côté Est étant poussé au Nord ; le rejet vertical est plus difficile à calculer, mais ne doit pas dépasser une vingtaine de mètres dans la cuvette d'Arre, le côté Est étant abaissé. On ne peut pas suivre cette faille bien loin à l'intérieur de la série schisto-gréseuse.

A trois kilomètres, vers le Sud-Ouest, elle est relayée par une structure synclinale pincée de même direction, dont le flanc Sud-Est est limité par une faille subverticale, le compartiment Nord-Ouest étant cette fois abaissé.

Les deux failles dont nous venons de parler se prolongent jusque dans la Montagne Noire, atteignant plusieurs dizaines de kilomètres. Il est à noter que la faille de Bez a son compartiment abaissé tantôt au Sud-Est (Arre, St-Michel etc...), tantôt au Nord-Ouest (de Belfort à Vissec). Les basaltes de l'Escandorge^U sont postérieurs.

Le relai en échelon des failles de détail, le massif de micro-granite qui prolonge la faille de Bez dans le socle, ainsi que sa direction qui correspond à la direction des plis de la Montagne Noire et d'Arrigas, indiquent assez clairement que cette faille post-jurassique s'est placée sur une ancienne structure hercynienne, probablement une fracture, les déformations alpines s'étant accomodées avec quelques difficultés sur les structures hercyniennes.

3) La faille de Montdardier; de direction subméridienne limite le secteur vers l'Est et borde le Horst de St-Bresson. Son rejet paraît être de 200 mètres environ près de Montdardier.

Le horst de St-Bresson ou seuil de Gornières a été vu pour la première fois par G. Fabre (1889) et révisé par M. Gottis (1957).

Aux Malines, qui sont situées sur ce seuil, le Bathonien repose avec discordance sur le Trias. Ce seuil a joué un rôle de haut fond pendant tout le Lias ; il sépare le Causse, dont les couches ont des pendages faibles, de la "Frange glissée de la Montagne Noire et des Cévennes" (M. Gottis).

D - MINERALISATIONS DANS LA COUVERTURE

INTRODUCTION

Les minéralisations situées dans la série secondaire tranchent avec celles qui sont situées dans le socle par l'absence de quartz dans la gangue. Au Nord de Molières, il semble que les filons de quartz à indices de cuivre, sont recouverts par le Trias, mais les affleurements sont trop mauvais pour pouvoir être affirmatifs. Le fait que la faille de l'Arre soit inverse et que le toit marneux... soit situé sous les zones minéralisées, incite à rechercher une origine " per descensum" à la minéralisation d'Esparon située dans l'Hettangien, sans cependant permettre de rejeter l'hypothèse téléthermale.

I) MINERALISATIONS D'ESPARON, (pl. XLV à LI)

Les minéralisations de la couverture secondaire se situent à deux niveaux stratigraphiques, à la base de l'"Hettangien" à Esparon et dans le Sinémurien, à Aurières. Elles n'ont été décrites que dans les rapports miniers (Services des Mines, Alès et Paris). De Brun (1900-1901) cite quelques minéraux. Le gisement d'Esparon est nettement le plus important.

Les travaux sont situés de part et d'autre de la vallée de l'Arre, entre les villages d'Arre et de Lasfonds.

HISTORIQUE

La concession a été accordée le 4 octobre 1898 pour zinc, plomb, argent et autres métaux connexes. Les travaux se sont échelonnés de façon sporadique entre 1895 et 1911. Le 20 novembre 1939, la concession est devenue propriété de l'Etat, aucune proposition n'ayant été faite lors de son adjudication.

La totalité des travaux représente 1000 mètres de galeries ; la production a été d'environ 700 tonnes de "calamine" calcinée à 40%

de zinc, et de 147 tonnes de "galène" à 56% de plomb. La majeure partie du minerai vient de la galerie Sarran.

Depuis lors, aucune recherche n'a été entreprise, excepté au Sud d'Arre, travail de peu d'importance.

Les habitants de Bez connaissaient depuis longtemps l'alquifoux (la galène) si on en croit le Dr. Rouger (1819) qui signale des fouilles déjà anciennes ; sous la galerie Sarran, une galerie taillée au pic pourrait dater des anciens.

DESCRIPTION SOMMAIRE DU MINERAI

Le minerai se présente selon deux types différents (pl. XLVI et XLVII):

" I°) Des brèches interstratifiées lenticulaires à la base de
" l'Hettangien cartographique (5 mètres au-dessus de la base en général)
" paraissant d'origine tectonique, sont cimentées par de la blende asso-
" ciée à des concentrations locales de galène ; de la marcasite et de la
" pyrite accompagnent et prolongent les autres sulfures. Ces minéraux sont
" oxydés.

" La minéralisation peut parfois se résumer à un mince filet
" blendo- "calaminaire" ou "ferrugineux" interstratifié entre deux bancs de
" la roche encaissante.

" 2°) Des fractures verticales ouvertes à faible rejet recoupent
" les niveaux précédents et sont remplies d'argile et de blocs provenant des
" terrains adjacents. Les lèvres de la fracture sont recouvertes parfois
" par de la calcite, de la dolomite et de la smithsonite. La smithsonite ne
" paraît pas s'éloigner beaucoup des brèches interstratifiées, elle peut
" occuper toute la largeur de la cassure. La direction des fractures est
" sensiblement N-S et surtout E-O.

LES TRAVAUX : (voir carte et pl. XLV).

a) Les travaux situés au Sud de l'Arre :

- Cuvette d'Arre (à quelques centaines de mètres au Sud du village d'Arre).

- deux grattages sur de petits amas calaminaires.

- une galerie (90 mètres de développement) quelques mètres au-dessus du "Rhétien". Les couches sont assez régulières avec parfois des interlits ferrugineux. Quand l'interlit augmente d'épaisseur (près de l'entrée, parement), il peut se charger en smithsonite ou en blende. Un banc peut passer latéralement à une brèche en se cimentant progressivement ; le minerai accompagne alors le ciment sur 15 à 20 cm d'épaisseur.

Sur la carreau, on trouve encore 10 tonnes de minerai à 38% de zinc, avec blende mielleuse, "calamine" cloisonnée, rares enduits de cérusite, hydrozincite. La recoupe de gauche (vers l'Est) aboutit à une faille, probablement la faille N-S de Bez.

- une galerie actuellement effondrée, partie sur un affleurement ferrugineux, a suivi sur 16 mètres des traces de pyrite et de blende (galerie Ménard).

- vers le pont du chemin de fer : quelques grattages sur des affleurements ferrugineux.

- Lasfonds

- Galerie de la tranchée 500 mètres environ à l'Ouest du village. Cote 297 m. quelques mètres au-dessus de la tranchée du chemin de fer.

Elle est actuellement murée à 10 mètres de l'entrée.

3 niveaux minéralisés interstratifiés ayant ensemble 40 cm d'épaisseur ont été suivis pendant 12 mètres puis disparaissent. Ils font place à des dolomies friables injectées d'oxydes de fer ; la minéralisation reprend très faiblement à 52 mètres du jour.

Les indices de surface se suivent sur 60 mètres avec une puissance maximum de 50 cm.

- Galerie de Lasfonds 150 mètres plus à l'Est. Depuis un ravin a suivi pendant 90 mètres une cassure S 10° E sans résultats notables.

- Galerie et grattages au-dessus du village 8 mètres au-dessus du "Rhétien" cote 335 m.

Minerai analogue à celui de la galerie de la tranchée : blende et sulfure de fer plus ou moins oxydé mais ici la roche encaissante est plus friable, jaunâtre, et la blende pénètre quelque peu les éléments de la brèche (4.9.53)

b) Les travaux situés au Nord de l'Arre.

- Col d'Esparon, ravin des Issartines, travaux Coupier.

- Trois galeries, un travers-banc, nombreux grattages ont ja-
lonné des indices de surface sur 400 mètres, à une centaine de mètres de
la faille de l'Arre et moins.

La dolomie prend un pendage de plus en plus fort et passe de 9°
Sud environ à 55° Sud. Les couches gréseuses sous-jacentes montrent même
un renversement. La roche se fracture en une multitude de fissures.

Il est remarquable de constater que la minéralisation reste à
quelques mètres des derniers bancs grès-conglomératiques ; elle présente
de nombreux indices de broyage.

De l'Ouest à l'Est :

Le "travers-banc" Coupier (130 m) a rencontré la minéralisation
de type sulfuré. La Halde est située sous la route d'Esparon.

Deux descenderies Coupier sur un interlit calaminaire ; le
minerai sulfuré a été rencontré en profondeur : galène, pyrite, blende,
oxydés (cérusite, smithsonite, hydrozincite, limonite). La galène
présente des traces de déformation très nettes et intenses.

Travers-banc (240 mètres, depuis le "trias supérieur")
même minerai que les descenderies Coupier.

Grattages près de la faille. Sur des indices ferrugineux ;
n'ont pas rencontré de minerai.

- Les travaux Braguelouse

Ils sont situés à 800 mètres environ au SE des travaux du col
d'Esparon, à la cote 359 m. Entre les deux, l'importance des éboulis expli-
que qu'aucun affleurement n'ait été relevé. Un bel amas "calaminaire"
interstratifié a été gratté en surface, une galerie a tenté de le suivre
en profondeur, mais il semble passer au toit de la galerie à 7 mètres
du jour ; sa puissance est de 1,50 m. On l'a reconnu sur quelques mètres
latéralement. 50 tonnes de "calamine" à 40% de zinc ont été extraites.

- La Galerie Sarran fils (voir pl. XLVI et XLVII)

C'est elle qui a fourni le plus de minerai ; c'est là que
l'on fait les meilleures observations.

La roche encaissante est la dolomie grise, dure, parfois un peu jaunâtre et plus tendre, à grain fin, à fond grumeleux ou à fantômes d'oolites avec de petits grains de quartz détritique relativement abondants ; elle est caractéristique de la base de l'Hettangien cartographique. L'analyse de cette roche a donné (Service des Mines, Alès 1897, interprétation des résultats).

	"dolomie jaune"	"dolomie gris-bleu"	"dolomie bleue"
dolomite	75%	83%	87%
calcite	5%	5%	4,7%
insolubles	20%	12%	8,3%

c'est bien une dolomie calcarifère dont le teinte est fonction de la teneur en argile.

350 mètres environ de galeries ont été creusés à plusieurs époques ; elles sont éboulées près du jour. 600 tonnes de minerai y ont été extraits, surtout à peu de distance de l'entrée. Les rapports miniers ne précisant pas le type de minéralisation exploitée, il est difficile de se faire une idée de la mine. Les galeries sont creusées dans le minerai de type brèche interstratifiée avec : blende, galène, pyrite, marcasite, smithsonite, cérusite, hydrozincite (voir illustrations). La brèche peut atteindre 0,50 mètres par endroit. Sur plus de 60 mètres, une autre lentille de "calamine-plombeuse" semble avoir été reconnue à 120 mètres au NO de l'entrée, épaisse de 0,20 m, accompagnée d'une autre couche moins importante de 0,10 m avec des ramifications vers la base, elle paraît avoir été reconnue sur 50 x 60 m.

Des fractures verticales N-S et surtout E-O sont visibles encore. L'une d'elles aurait été reconnue sur 100-150 mètres de long et sur une quinzaine de mètres de hauteur, avec une puissance n'excédant pas 0,50 m de "calamine" et une ouverture totale de 4 à 5 mètres au maximum.

Un montage montre plusieurs autres lentilles interstratifiées de moindre épaisseur, l'une d'elle a été attaquée par les travaux.

- Une galerie a été creusée 25 mètres plus haut sur un petit affleurement de "calamine" interstratifié. La minéralisation a été perdue en profondeur.

Les galeries situées plus à l'Est ou au-dessus n'ont pas rencontré de minéralisation, les brèches interstratifiées étant remplies de limonite et de marcasite et pyrite en profondeur ; elles se suivent en surface sur une trentaine de mètres.

CONCLUSIONS PARTIELLES

Les faits et leur interprétation

Certains détails sont exposés dans le texte accompagnant les illustrations.

- La minéralisation se trouve en général à quelques mètres au-dessus du dernier banc grès-conglomératique "Rhétien", mais peut monter plus haut (jusqu'à 25 m). Ce contrôle stratigraphique reste valable quand l'ensemble des couches est finement fissuré au voisinage de la faille inverse de l'Arre et est redressé ; cela fait penser que la minéralisation s'est déposée antérieurement au jeu principal de la faille.

- Les brèches minéralisées ont la forme de lentilles allongées de quelques dizaines de mètres en général et épaisses de 10 à 50 cm.

Quelques fractures verticales avec un rejet de quelques centimètres semblent contemporaines de ces brèches (fig. XLVI et XLVII).

Le mur et le toit des brèches sont constitués par des bancs dolomitiques parfaitement intacts sur quelques mètres au moins, même s'ils sont compris entre deux niveaux brèchiques ; ils sont en général parcourus de filonnets minéralisés ; parfois aussi ils sont brisés ou affectés de failles inverses etc... et passent à la brèche minéralisée par fracturation et écartement des éléments.

Il est à signaler que les éléments sont souvent jointifs, mais peuvent aussi être emballés complètement par le ciment.

La minéralisation est donc nettement postérieure au dépôt et à la lapidification des couches encaissantes. Il est difficile de préciser si la brèche résulte d'une dissolution ou du foisonnement des bancs affectés, mais dans la seconde hypothèse le mouvement relatif paraît assez faible, car les blocs de la brèche semblent souvent se raccorder les uns aux autres, les failles verticales anté ou syn-minérales ont des rejets centimétriques et on ne voit pas de miroir de

de faille au toit ni au mur des brèches. Le rapport des dimensions horizontales et verticales des brèches suggère un mouvement horizontal et élimine en tout cas des mouvements verticaux.

La faille à pendage Ouest qui se trouve à l'Est de la Galerie Sarran fils (pl. XLVI) paraît assez difficile à dater avec précision : on la perd vers le haut et le bas dans les éboulis et la minéralisation paraît la suivre un peu vers le haut, mais pas vers le bas.

On a la succession suivante :

- 1) dépôt et lapidification (partielle ?) de la roche.
- 2) cassure des bancs et cimentation de la brèche formée par les minéraux sulfurés et la dolomie à basse température avec peut-être quelques minéraux carbonatés smithsonite et de cérusite.

La faille située à l'Est de la Galerie Sarran fils est peut-être contemporaine.

3) Jeu principal de la faille de l'Arre, fissuration et relèvement des couches mésozoïques, déformation de la galène etc...

4) en même temps ou postérieurement, ouverture des failles subverticales E-O et N-S, oxydation des minéraux sulfurés et remaniement de la minéralisation par des eaux karstiques.

Essai de datation :

La phase I est d'âge Rhétien ou Hettangien comme nous l'avons vu dans l'étude de la série stratigraphique.

La phase 3 est post-jurassique et probablement d'âge pyrénéen.

Une étude à l'échelle de l'échantillon nous permettra peut-être de préciser les conditions et l'âge de dépôt de la minéralisation.

ETUDES DES ECHANTILLONS

Analyses spectrographiques :

Des analyses spectrographiques effectuées sur nos échantillons par le B.R.G.M., par l'intermédiaire de M. Prouhet, ont donné :

Analyse du I5-I-59 :

		Ge	Ga	In	Cd	Ag	Sb	Sn	Co	Tl
<u>Esparon</u> ech.n°60	blende	350	5	nd	p	nd	nd	I30	nd	nd
galerie de la	globulaire									
tranchée										
<u>Esparon</u> ech.n°62	galène	(11)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
galerie Sarran										
<u>Vernes</u> éch.n°5I2	blende avec									
minéralisation	quartz et	20	30	nd	p	p	300	I30	nd	nd
Socle	barytine									

teneurs exprimées en g/t

nd = non décelé

p = présence

II = dans les galènes Ge est difficilement identifiable
(bande du Pb masquant la raie Ge d'analyse)

Remarques :

La galène est remarquablement pure et en particulier exempte de Sb, Ag, Bi signe de basse température selon Tischendorf (in M. Fleischer 1955).

Voir aussi Shazy etc (1956).

La blende : les données bibliographiques concernant Cd, Co, Ge, In ne semblent pas clairement significatives quant aux conditions de formation. Le Ga est relativement abondant, signe de basse température pour les auteurs.

Je ne sais si ces analyses, effectuées sur un seul cristal, sont représentatives du gisement.

La Boulangérite, découverte et décrite pour la première fois à Molières ne paraît pas provenir de ce gisement (absence de Sb) (?).

Voir en annexe la notice bibliographique sur ce sujet.

Décrépito-métrie :

Des essais de décrépito-métrie pratiqués par M. Deicha sur des galènes de la galerie Sarran (éch. n° 496) ont donné un dégagement gazeux à 97° sur cassures franches avec débit violent qui diminue ensuite pour cesser à 260° : la cristallisation s'est certainement faite à une température inférieure à 100°.

ETUDE MACROSCOPIQUE

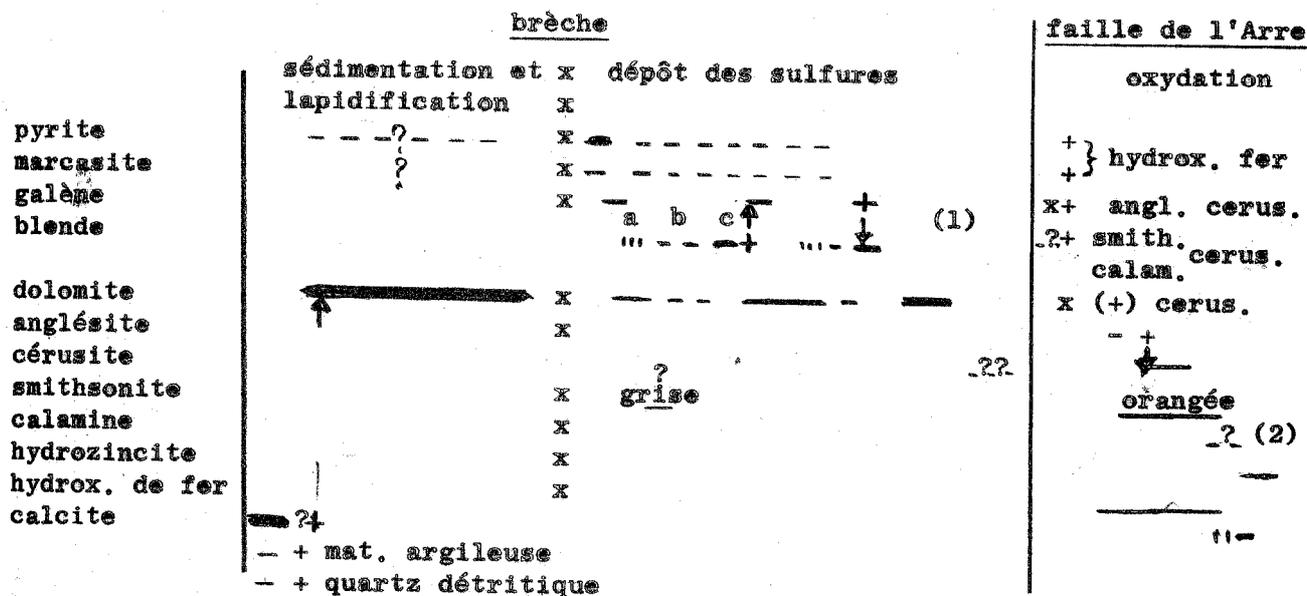
La minéralisation se présente sous diverses formes :

- Blende brune globulaire (pl. XLVIII), dans un ciment de dolomite blanche elle est remplacée par de la smithsonite orangée. Cette blende est nettement postérieure à la lapidification des dolomies grises puisque les éléments de la brèche sont anguleux et pratiquement pas minéralisés : par contre, les éléments de dolomie jaune (plus argileuse) paraissent déformés, ont des contours arrondis, et n'ont pas de limite nette avec le ciment.

Ce dernier type lithologique n'est pas sans rappeler le "matériel incompetent" de P. Launey et R. Keenhardt (1959) qui y voient un matériel non encore consolidé lors du slumping et de la formation de brèches minéralisées pénécontemporaines de la sédimentation. Le "matériel incompetent" de Figeac est toutefois nettement plus argileux et son incompetence nettement plus marquée.

- La schalenblende très claire (pl. II, fig. 54) est la plus fréquente au Nord de l'Arre et en particulier dans la galerie Sarran fils.

Des diverses observations, et notamment de celles que l'on peut faire d'après les planche L et LI, on peut déduire la séquence paragénétique suivante, un peu schématisée :



- x : brèche
- + : remplacement par ↓
- (1): récurrences possibles (?)
- (2): la détermination de la calamine
- a) blende en flammèches
- b) schalenblende
- c) blende ambrée automorphe

CONCLUSION PARTIELLE

La minéralisation s'est déposée à une température inférieure à 100°C ; la dolomite, la blende, et la galène se sont déposées presque simultanément, avec remplacements mutuels de la blende et de la galène. La blende se présente sous forme de schalenblende, en concrétions alternées avec la dolomite. La minéralisation résulte très probablement de la recristallisation d'un gel.

HYPOTHESES GENETIQUES

a) Hypothèses hydrothermales :

Des eaux minéralisées assez froides venant de la profondeur déposent des sulfures dans des brèches tectoniques (par exemple au Tertiaire). On pourrait alors comparer Esparon aux minéralisations quartzo-barytiques plombo-zincifères de Vernes et de Valcroze dans le Paléozoïque dont les rapprochent la température de formation et les éléments en traces.

On ne connaît pas de granite post-hercynien dans le Massif Central mais des gisements filoniens hydrothermaux dans la couverture secondaire comme celui de Villemagne ou du Revois (15 km au Nord de Florac) prouvent que cette hypothèse est possible. Il convient de remarquer ici cependant l'absence de gangue quartzuse ou barytique (voir également J. Bouladon 1960 pour le pourtour du Mont Lozère et encore P. Routhier 1963, p. 362-363 qui nuance ce point de vue).

L'hypothèse de Bolze et H. Schneiderhöhn (1952), gisements anciens repris par des eaux thermales chlorées et déposées dans la couverture sédimentaire suppose une paragénèse simple et l'inversion du dépôt blende-galène à peu près réalisées ici (voir Geffroy 1951 : les eaux seraient bicarbonatées alcalines).

Cependant, on peut s'étonner de trouver le toit marneux au-dessous de la minéralisation et on ne voit pas comment des eaux venant de la profondeur ont pu traverser 300 mètres de Trias et Rhétien ou monter à la faveur de la faille inverse de l'Arre d'ailleurs stérile pour se localiser fidèlement à la base de l'Hettangien cartographique assez analogue au reste de la série.

b) Hypothèses épigénétiques diverses :

1 - Des mouvements prémonitoires à la faille de l'Arre ou de Montdardier s'accompagnent d'efforts horizontaux : les couches compétentes du Trias et du Rhétien réagissent plastiquement (les couches gréseuses et dolomitiques du Rhétien ont cependant subi manifestement des efforts tectoniques dans la tranchée de chemin de fer au-dessus de Lasfonta par exemple), alors que les couches incompetentes ont donné des niveaux brèchiques à leur base. Ces mouvements ont pu modifier le régime des eaux, en particulier à la base de la série perméable, et les sulfures ont pu alors se déposer.

Ceci a pu se produire aussi bien au cours de l'Hettangien : barre rosée brèchique parfois au sommet, biseau stratigraphique^(?) de l'Hettangien le long de la faille de Montdardier ; au cours du Lias : paléogolfe d'Esparon ; du Bajocien : paléogolfe d'Esparon et discordances etc.....

La faille de l'Arre aurait joué ensuite (phase pyrénéenne ?). L'origine des eaux peut être variée : eaux connées mises en mouvement lors des mouvements d'émersion, eaux artésiennes ou même vadoses si la roche encaissante était relativement riche en plomb et zinc ou si elles ont lessivé des minéralisations anciennes paléozoïques ou triasiques par exemple (cf. P. Ternier, A. Moïsev, 1959 et H. Rouvier 1960). Cette hypothèse, qu'on ne peut considérer comme établie, permet de rendre compte assez simplement de tous les phénomènes observés (cf. L. de Laynay, 1913 et P. Routhier, 1961).

2 - Hypothèse épigénétique précoce :

Selon les idées d'un certain nombre d'auteurs (Bernard et F. Foglierini, 1955 ; P. Routhier, 1956 ; Ph. Launey et R. Leenhardt, 1959, F. Espourteille, 1960 etc...), on pourrait concevoir des brèches formées par "slumping" de sédiments déjà presque entièrement lapidifiés sur un talus et dépôt d'une minéralisation résultant d'une reprise sur place du plomb et du zinc de la roche encaissante au cours de la diagénèse finale.

Malgré une certaine ressemblance entre les brèches d'Esparon et de Figeac (Ph. Launey excursion déc. 1961), on ne retrouve pas ici les faciès "plateau", "talus" et "bassin" de Figeac, ni les caractères

du slumping ; des brèches sédimentaires situées au-dessus de la galerie Sarran ne contiennent pas d'élément de minerai. Mais cela peut résulter de ce que le gisement d'Esparon permet assez peu d'observations, du fait de son abandon et des éboulis.

Dans l'état actuel des recherches, l'hypothèse épinégétique précoce me paraît préférable. Remarquons que les hypothèses (paragraphe b 1 et b2) ne font intervenir qu'une sécrétion latérale plus ou moins tardive.

Guides et perspectives pour la prospection :

Les indices intéressants semblent s'inscrire en grand dans une langue de direction NO-SE, large de 500 mètres et longue de 1500 mètres, entre Esparon et Lasfonds où elle disparaît sous le Causse. C'est presque la même direction que les minéralisations voisines des Malines.

Le problème est de savoir s'il est possible d'exploiter cette langue en partie, et si elle se prolonge sous le Causse, Remarquons à ce sujet qu'à Soubès à 6 km au N de Lodève, dans la même situation par rapport au dôme paléogéographique de Gornières - Lodève, on retrouve la même minéralisation au même niveau stratigraphique (Cachau 1958 communication orale) ; le sondage de Navacelle, dans la même situation, signale de la pyrite.

Trop peu de travaux ont été faits pour répondre à la première question. Signalons que des travaux entrepris au Sud de l'Arre auraient certainement à résoudre de gros problèmes d'évacuation d'eau.

2 - INDICES D'AURIÈRES (pl. LII)

HISTORIQUE

Quelques travaux sans importance ont été effectués entre 1904 et 1908 entre Aurières et le village d'Arre aux lieux-dits : Estelle, Aurières, Lembrusquière, Le Tour, Chantemerle, La Fouzette et Montagne de Bouscouze.

Description des indices :

Les principaux indices se trouvent entre Aurières et Le Tour, dans des couches dolomitiques du Sinémurien sous forme de filonnets de limonite calaminaire suivant grossièrement le litage et passant parfois à des brèches minéralisées analogues à celles d'Esparon.

On y trouve un peu de blende et de pyrite qui font penser que la minéralisation originelle était sulfurée.

Le Sinémurien calcaire d'une puissance de 15 à 20 mètres à Aurières se dolomitise rapidement vers l'Est et n'a plus qu'une dizaine de mètres un kilomètre plus loin à l'emplacement de la galerie de recherche, où il se présente comme une dolomie à grains de quartz détritique et à fantômes d'oolites.

Guides et perspectives pour la prospection :

L'indice en lui-même ne présente aucun intérêt du point de vue industriel, mais ces indices se trouvent dans la même position stratigraphique (Sinémurien) et paléogéographique (limite faciès plateau-faciès bassin) que les gisements de Trèves (Gard) et St-Alban (Aveyron) décrits par F. Espourteille (1960) et que le gisement de Figeac (Lot) décrit par Ph. Launey et R. Leenhardt (1959) qui pourraient justifier une prospection détaillée du Sinémurien entre Aurières et Le Tour et peut-être même quelques sondages de 20 à 50 mètres en direction du S-SO pour voir si un gisement "aveugle" ne se situerait pas dans la prolongation de la structure.

A L'Ouest, une prospection du Sinémurien de la vallée de la Vis, située de l'autre côté du paléogolfe (?) d'Aurières serait peut-être intéressante, car c'est dans ce secteur que ces couches semblent se dolomitiser de nouveau.

		<p>(C) Ag dans le socle (?)</p>	<p>calcaires, grès, conglomérats, arkoses, marnes, gypse végétaux, traces de sel, empreintes (de pas, ripple marks... faciès lagunaire à exondations temporaires</p> <p>Bundsandstein : probablement pas représenté surface antétriasique assez plane, sol profondément altéré</p>
<p><u>Permien</u></p>	<p>plissement léger du carbonifère pendage IO à 30°</p>	<p>filons de quartz B P G C Arrigas etc.. Le Cailaret, le Verdu etc.. direction 94° (E 4°S) quartz blanc stérile houille, nodules de sidérite Imprégnation et filons) à quartz, tourmaline) ? mispickel aurifère) quartz à scheelite et molybdénite, skarns à scheelite (magnétite vers l'Est)</p>	<p>Le Permien manque dans toute la région, il n'est représenté que sur la bordure occidentale des Causses (Lodève, St-Affrique, etc..)</p>
<p>Stéphanien</p>	<p>mouvements post-microgranite (faille E-O) sillon houiller le long de la faille de l'Arre</p> <p>Mouvements syn et post granite</p>		<p>Bassin houiller de Molières-Cavaillac etc) conglomérats, schistes, houille))</p> <p><u>microgranite</u>, lamprophyres</p> <p>apilites, pegmatites</p> <p>granite porphyroïde à orthose ± tarditectonique</p>
<p><u>Carbonifère</u></p>	<p><u>plissements du socle</u> phase (s) hercyniennes (Asturienne et Sudète ?) métamorphisme général "épi"</p> <p>phase calédonienne ??</p>	<p>niveau à pyrite pyrite associée (et Cu)</p>	<p>{schistes, grès niveaux carbonatés {calcaires de St-Laurent Le Minier (B Gèze)???</p> <p>{schistes et quartzites } faciès flysch {schistes et grès Potsdamien</p> <p>Acadien schistes noirs, calcschistes, niveaux arkosiques {dolomies rubanées(Arrigas) stromatolites dolomies massives (Le Vigan-Bréau</p> <p>Georgien</p>
<p><u>Dévonien</u></p>			
<p><u>Silurien</u></p>			
<p><u>Cambrien</u></p>	<p>tufs de St-Bresson</p>		<p>"orthogneiss" au NE du massif granitique du St-Guiral-Liron</p>

A N N E X E

=====

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE ET CRITIQUE SUR LA BOULANGERITE DE MOLIÈRES

- C. BOULANGER - 1835 - Ann. des Mines (3) t.7 p.575-582.

L'auteur décrit une "substance provenant des environs de Molières, canton du Vigan", qui y serait fort abondante.

Il s'agit de "masses cristallines à cassure fibreuse et contournée, sans former de véritables cristaux, de couleur gris-bleuâtre, d'aspect métallique ; il (le minéral) est recouvert de quelques taches d'hydrates de fer et de parties jaunes (antimoniate de plomb)". La gangue est composée de quartz hyalin et de pyrite.

Après séparation de la gangue, C. Boulanger a trouvé au minéral une densité de 5,97 et la composition chimique suivante (déduction faite de 5,6% de pyrite et de 0,6% de quartz).

S	=	18,5
Sb	=	25,5
Pb	=	53,9
Fe	=	1,2
Cu	=	0,9

100.00 (calcul par A. Lacroix)

- A. LACROIX - 1896-1897 - Minéralogie de la France - t.2 p 695.

Lacroix reprend les données de C. Boulanger, il signale que le nom du minéral (boulangérite) a été donné par Chaulow (P.A.-4I-2I6-1837).

Lacroix indique qu'il n'a pu s'en procurer. Il indique la formule du minéral : $5 \text{Pb S}, 2 \text{Sb}_2 \text{S}_3$

- P. DE BRUN - 1901 - Essai de Minéralogie du Gard (cf. biblio.)

L'auteur donne la formule $\text{Pb}_3 \text{Sb}_2 \text{S}_6$ pour le minéral qu'il indique comme étant amorphe.

Leymerie (Minéralogie, t.2 - p292) signale, selon lui que ce minéral est accompagné de quartz, stibine et pyrite. De Brun indique trois Molières dans le Gard :

- 1) La Molière, hameau de Tornac, canton d'Anduze
- 2) Molières sur Cèze, canton de St-Ambroix
- 3) Molières-Cavaillac, canton du Vigan.

On remarquera que Molières-Cavaillac est le seul Molières à être dans le canton du Vigan.

Domergue, ingénieur des Mines à Alais, fait mention de filons contenant de l'antimoine sulfuré (peut-être boulangérite) situés au pied de la Tessonne, aux environs de Las Fons.

De Brun, comme Lacroix n'a pu s'en procurer !

BERNARD - 1958 - thèse - t.2 p 468-471.

A. Bernard a étudié le sulfo-antimoniure de plomb de Mourèdes-Bordezac.

C'est un minéral abondant au Mas Dieu, à l'Espinette, à St-Jean du Pin, à Carnoulès, à St-Félix de Pallières, et surtout à Mourèdes-Bordezac.

Le minerai est barytique et contient de la galène, de la bournonite et le minéral x.

Le minéral x a pour densité 5,92 et pour composition chimique :

S	=	8,72
Sb	=	26,12 ± 1
Pb	=	65,83 ± 2

90,67 avec des traces de Cu et Ag

Il s'agirait de Semseyite 9 Pb S , $4 \text{ Sb}_2 \text{ S}_3$. La diffraction par rayons x montre l'analogie de la Semseyite de Kisbanya (Hongrie) avec le minéral x de Monrèdes-Bordezac et de la boulangérite d'Ailly (Hte Loire).

A mon avis, il ne peut s'agir de la boulangérite décrite par Boulanger car la gangue du "minéral x" de Bernard est totalement différente de la boulangérite de Boulanger. De plus nous avons vu qu'il n'y a qu'un Molières canton du Vigan et que le "minéral x" n'y a pas été trouvé.

Or nous savons que la minéralisation d'Esparon-Las Fonts, qui se trouve aux environs de Molières-Cavaillaç ne contient pas d'antimoine comme élément en traces ! De plus le quartz est inconnu dans le gisement.

Il semble donc qu'il s'agisse d'une minéralisation du socle situé au Nord de Molières ainsi que le laisse supposer la présence du quartz, de la pyrite et des traces de cuivre dans le minerai ou peut-être d'une minéralisation située dans le Horst de St-Bresson, ou encore il pourrait s'agir d'un minéral situé dans les terrains houillers exploités à l'époque de la découverte. Des recherches soigneuses s'imposent pour retrouver le minéral.

1911 - C. R. A. S. - Comptes rendus de l'Académie des Sciences et belles-lettres de France.

1912 - C. R. A. S. - Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de France.

1913 - C. R. A. S. - Comptes rendus de l'Académie des Sciences.

1914 - C. R. A. S. - Bulletin de la Société d'Etudes des Sciences Naturelles de France.

1915 - C. R. A. S. - Institut Français de Recherche Scientifique.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie générale non numérisée

BIBLIOGRAPHIE REGIONALE

=====

- ABRARD R. et AGALEDE H. - (1938) -
Terrains jurassiques de la f. de St-Affrique au 80.000e
B.S. Carte G.F., t 39, n° 197, p 155-158, 1938.
(important)
- ABRARD R. -(1936) - Observations stratigraphiques aux environs de
Meyrueis (Lozère).
R.S. som. S.G.F. p 107-8.
(Trias et Rhétien manquent, grès hettangien vacuolaire riche
en barytine lamellaire).
- Note sur le Callovien des Causses.
B.S.G.F. (5), t 6, p 7-10
- Quelques points de la tectonique de la région de
Meyrueis.
Bull. du Muséum, (2), t 7, n° 3.
- AGALEDE H. - (1951) - Sur quelques phénomènes de kārstification d'âge
éocène inf. au Crétacé sup. à la bordure SW et S du Massif
Central.
C.R.Ac.Sc. t 232, n° 25 p 2399-42
- '' (1944) - Mode de formation des calcaires dolom. du
Jurassique moyen et sup. dans la région des Causses
Majeurs.
B. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t 79, p. 201-222.
- '' (1939) - Les Causses Majeurs ; essai de géologie strati-
graphique.
Sciences Naturelles, t I, n° 3, p 80, mars 1939.
- '' (1937) - Les formations dolomitiques du Jurassique, dans
la région des Causses.
C.R. Som. S.G.F. p 232-233 - 1937
- '' (1936) - Note préliminaire sur la base du Jurassique
moyen dans la partie méridionale de la feuille de St-Affrique
C.R.Som. S.G.F., (5), t 6, p 31-32.
(Vissec et Mas del Pont).
- ALBAREDE A. - (1890) Notice géologique de la ville du Vigan et ses
environs.
Bull. Soc. Hist. Nat. Béziers, vol. 13.
- ANDERSON - (1944) - Mode de formation des calcaires dolomitiques du
Jurassique moyen et supérieur de la région des Causses
Majeurs.
Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t 79, p 201-222.

- ASTRUC** - (1737) - Mémoire pour servir à l'histoire naturelle du Languedoc.
Paris, I vol. in 4°.
- AUTHELIN** Ch. - (1901-1902) C.R. Coll. Carte G.F. (f. de St-Affrique)
t 12, n° 85, p 65-67, (environs de Vissac).
(1900-1901) C.R. Coll. Carte G.F. (f. de St-Affrique)
t 12, n° 80, p 38-40 (La Cavalerie Nant).
(1899-1900) C.R. Coll. Carte G.F. (f. de St-Affrique)
t II, n° 73, p 50-53. (partie N de la feuille).
- BAULIG** H. - (1929) - Les formes du relief dans le Plateau Central de la France et sa bordure méditerranéenne. Résultats généraux.
C.R.Ac.Sc., t 188, n° 4, p 335-7.
(1929) - Le plateau central de la France et sa bordure méditerranéenne. Etude morphologique.
Armand Colin, Paris.
- BEAUSOLEIL** - Baronne de - (1630) - La restitution de Pluton.
A Monseigneur l'Eminentissime cardinal de Richelieu
in 8° Paris 1640, 176 p.
(Caillaux p 442 et 445) Or des Cévennes .
E. Dumas I p XXI-XXIII.
(reproduit par Gobet : Les anciens minéralogistes du royaume de France - Paris 1779).
- BERGERON** J. - (1907) - Sur les relations qui existent entre les accidents d'âge tertiaire et d'âge permien dans les Causses et les Cévennes.
B.S.G.F. (4), t 7, p 595.
(1907) - C.R. d'excursions (Causses et Cévennes)
Réunion extraordinaire S.G.F.
B.S.G.F. (4), t 7, p 601, 608, 616.
(Tactites de Mandagout).
(1904-1905) - B.S. Carte G.F., t 16, n° 105, p 64-67
(f. de St-Affrique).
(Blocs de granite dans le houiller de Requista)
(Marbre à antigorite du Tour, Cambrien renversé au Vigan).
(1904) - Note sur les nappes de recouvrement du versant méridional de la Montagne Noire et des Cévennes aux environs du Vigan.
B.S.G.F. (4), t 4, p. 180.
(1903-1904) - Carte G.F., t. 15, n° 98, p.65-67 (f. St-Affrique et Le Vigan) (granite, microgranite, âge de la série des schistes et calcaire du socle).

- BERGERON J.** - (1901-1902) - B.S. Carte G.F. t 13, n° 91, p 67-71
(f. St-Affrique et le Vigan) plis de direction SO-NE
puis E-O, microgranulite associée à microgranite, contact
du granite du St-Guiral, rejeu des failles hercyniennes).
(1901-1902) - B.S. Carte G.F., t 12, n° 85, p 67-79
(f. d'Albi et de St-Affrique) (feuilles E-O d'âge
carbonifère).
(1899-1900) - Réunion extraordinaire S.G.F. et
8e Congrès Géol. Internat.
- BERGOUNIOUX F.M.** - (1950) - Calcaires silicifiés du Causse de Larzac.
B.S.G.F., (5), t 20, p 99-105.
(épisodes siliceux dans le Bajocien de la région de la
Cavalerie-Nant, leur genèse).
- BLEICHER -** (1872) - Géologie des bassins secondaires et tertiaires
de la région sous cévennique.
Rev. Sc. (2), 2e année.
- BRUN de P.** - (1900) - Essai de Minéralogie du département du Gard.
B. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, 1900 p 88-137 ; et 1901 p 41-98.
(compilation des auteurs antérieurs, en particulier E. Dumas).
(1900) - B.Soc.Et.Sc.Nat. Nîmes, p I -16
(Gorges de la Vis d'Alzon à Navacelle, Causse de Campestre).
(1899-1900) - Excursions géologiques dans le canton
d'Alzon.
B.Soc.Et.Sc.Nat. Nîmes.
(1899) - B. Soc.Et.Sc.Nat. Nîmes, p 86-103.
(Arrigas, Aumessas, Causse de Blandès).
- CAILLAUX A.** - (1875) - Tableau général et description des mines
métalliques et des combustibles minéraux de la France.
Extraits des Mémoires de la Société des Ingénieurs civils.
Baudry Paris 1875 in 8°, 632 p.
- CAILLEUX A.** - et **GEZE B.** - (1954) -
Rapports mutuels entre actions périglaciaires et actions
karstiques dans le modelé des Causses.
Revue de géomorphologie dynamique n° 6 - 1954 .
- CARRIERE G.** - (1908) - Sur les gites aurifères de France.
B. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, 1908, p 30-33.
(historique surtout).
- CESAR J.** - (1961) - Contribution à l'histoire des recherches
géologiques dans le département du Gard.
DES, Montpellier, juin 1961.
(bibliographie du département du Gard complète)
(pas pu me la procurer).

- CHARRIN V. - (1952) - Les richesses minières du Gard.
Le Génie Civil, p 50-53.
- COX L.R. et MAUBEUGE P.L. - (1950) - Révision de la faune de mollusques de l'horizon des "Stipites" du Larzac (Bathonien saumâtre).
Mém. Soc. Etudes Pal. et Paléontolog. Provence, v II, n°4, pI
(Marseille 1950)
- DELAGE A. et MOURGUES F. - (
Pétrographie des Cévennes 1ere partie 29 p I carte 200.000e
2eme partie 68 p " " "
Mém. Ac.Sc.Let. Montpellier, Sciences (2) t III, 1903 et 1906.
- DELAMARRE Dr. - (1888) - Les sources du département du Gard.
B.Soc.Et.Sc.Nat. Nîmes, 1888, p 17-22.
- DEMA Y A. - (1952) - Sur les relations stratigraphiques entre les calcaires géorgiens ou acadiens et les grès acadiens près de St-Laurent-le-Minier, dans les Cévennes méridionales.
B.S.G.F. (6), 2, 1952, p 9-12.
(Le calcaire "dévonien" de Gèze).
- (1950) - Réunion extraordinaire de la S.G.F. dans les Cévennes méridionales et la Montagne Noire du 16-26 septembre 1950.
C.R. Som. S.G.F. n° 17, p. 305-347.
- (1948) - Tectonique antéstéphanienne du Massif Central
I. Grande lignes de la tectonique antéstéphanienne du Massif Central.
II. Relations entre la zone des racines du Lyonnais et... des Cévennes septentrionales - Nappe de Gier.
III. Les nappes cambro-siluriennes de la région du Vigan dans les Cévennes méridionales.
Mém. S. Carte G.F. 245 p, pl. I, fig I-48, Paris.
- (1946) - Sur l'orientation des poussées apparentes et du cheminement dans les chaînes antéstéphaniennes du SE du Massif Central et particulièrement dans les Cévennes méridionales.
C.R. Som.S.G.F. (5), 16, 1946; p 58)
(pas de racines dans la région de St-Laurent)
- (1944) - Sur les nappes cambro-siluriennes dans la région du Vigan et dans les Cévennes méridionales.
C.R.Ac.Sc. t 218, n° 23, p 918-20.
- (1944) - Sur la série cambro-silurienne des Cévennes méridionales au nord du Vigan, et particulièrement sur l'existence de schistes troués, probablement acadiens.
C.R. som. S.G.F. (5) t 14 (93), erratum t 15, 1945, p 64.

- DEMARY A. - (1942) - Microtectonique et tectonique profonde.
Mem. S. Carte G.F. 1942.
- (1941) - Sur le développement et les degrés du métamorphisme régional dans la zone paléozoïque métamorphique de la partie S du Massif Central.
C.R.Ac.Sc., t 212, n° 13, p 559-61.
- (1937) - Sur l'âge du métamorphisme dans le Massif Central
C.R.Ac.Sc. t 204, n° 20, p 1489-91.
(p. 1469 : on pourrait envisager un mouvement calédonien mais pas de discordance calédonienne en M. Noire).
- (1935) - Sur les relations des schistes sericiteux des Cévennes méridionales.
B.S.G.F. (5) t 5, p 3.
- (1931) - Les nappes cévenoles.
Mém. S. Carte G.F. Paris 1931.
- (1931) - Contribution à l'étude de la tectonique hercynienne antéstéphanienne dans les Cévennes méridionales et dans le Rouergue.
B.S.G.F. (5), t 1, p 653-696.
- (1931) - Sur la tectonique hercynienne des Cévennes méridionales et du Rouergue.
C.R.Ac.Sc., t 193, n° 20, p 944-6.
- DENAEYER M.E. - (1950) - Sur un contact du granite de St-Guiral (Cévennes méridionales).
C.R. Som.S.G.F. n° II p 193-5.
- DENIZOT G. - (1934) - Note sur l'extension des cailloutis pliocènes dans le SE de la France.
B.S.G.F. (5), t 4, p 613-46.
- DEPARTEMENT GEOLOGIE SEDIMENTAIRE DE l'I.F.P. - (1956) -
O. de Charpal - A. Vatan terrain
C. Fondeur - P. Rouge minéralogie
V. Apostolescu - M. Bourdon micropaléontologie
Correlations dans le lias marneux des Causses majeurs.
Revue de l'I.F.P. 4 avril 1956 (manuscrit mars 1956).
(étude de 5 coupes de Meyrueis à Mende).
- DONNADIEU L. - (1862) - Le calcaire lithographique de Montdardier
1862 - 2 pl, 1 ph.
- DONZE P. et GOTTIS M. - (1954) - Observations stratigraphiques et paléogéographiques dans le Jurassique supérieur des Grands Causses et de la Séranne.
C.R.Ac.Sc. t 238, n° 3, p 369-71.
- DONZE P. - (1952) - Présence d'une phase d'émersion dans le Jurassique supérieur des Causses Majeur et Sauveterre.
C.R.Ac.Sc. t 234, p 1297-1298.

- DREYFUSS M. - (1939) - Observations sur les feuilles de Montpellier et du Vigan.
B.S. Carte G.F., t 40, n° 199, p 153-157 - 1939
(Jurassique moyen St-Guilhem, sidérolitique).
(1938) - Observations sur les f. du Vigan et de Montpellier au 1/80.000e.
B.S. Carte G.F. t 39, n° 197, p 171-173, 1938.
(discordance d'âge bajocien etc..)
- DRUTEL M. - (1930) - Bibliographie géologique sur le départ du Gard.
Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes 1930-38, t 47, p 50-74.
- DUFAURE Ph. - (1958 - Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique et du néocomien, de l'Aquitaine à la Provence.
Revue de micropaléontologie vol. I n° 2, p 87-115.
- DUFRENOY - (1840) - Mémoire sur le calcaire jurassique du plateau du Larzac et des Cévennes.
B.S.G.F. t II, p 373.
(1840) - Présentation du dessin de la carte géol. du Gard.
B.S.G.F. (I) t II, p 381.
- DUMAS E. - (1844-1852) - Carte géologique du département du Gard.
3 feuilles 1/86.400 e S. L. 29.65 (dernière).
(1875-1877) - Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard.
Paris, 3 parties in 8°.
(1846) - Notice sur la constitution géologique de la région supérieure ou cévennique du département du Gard.
B.S.G.F., réunion extraordinaire à Alais (2), 3, p 666-725, (566).
(1845) - Mémoire sur le Fraidronite, nouvelle roche plutonique.
Congrès scientifique de France, 12e session, Nîmes 1844.
1er vol. in 8° p 334.
(1844) - Sur les dolomies du terrain jurassique des Cévennes
Congrès scientifique de Nîmes - mémoire.
(origine neptunienne des dolomies).
- DURAND-CLAYE - (1950 - Répertoire des carrières de pierres de taille exploitées en 1889.
- par département.
- DURANDAU A. - 1956) - Le Massif du Liron et sa couverture septentrionale (Massif Central Français).
Diplôme géologique pétrographe (1ere partie). Clermont-Ferrand 27 avril 1956, 49 p. 9 ph. 1 carte 1/20.000e, biblio. 2,5 pages.

- ESPOURTEILLE F. - (1960) - Etude géologique et métallogénique de la région de Nant St-Jean du Bruel (Aveyron) et de Trèves (Gard). Contribution à l'étude des gisements plombo-zincifères de couverture.
Thèse doct. 3e cycle, Paris, 3 vol. II + I47 p, 36 pl
I carte coul.
- FABRE G. - (1896-1897) - B.S. Carte G.F. t 8, n° 53, p 79-81
f. de St-Affrique, (faille du Larzac = f de l'Arre).
(1893) - Sur les modifications de faciès subies par les divers étages jurassiques dans la région Causses.
B.S.G.F. (3) t 21, p 630.
(Réunion S.G.F. dans la Lozère).
(1889) - Coupe de la Montagne de la Tessanne près le Vigan (Gard).
B.S.G.F. (3) série, t 17, 1888-1889, p 331-342.
(1882) - Superposition anormale du Trias sur le Lias dans les Cévennes.
B.S.G.F. (3) t II p 93.
(sondage de St-Jean de Buèges au pied des roches jurassiques de la Sérane (Hérault)).
(1879) - Excursion géologique à la Tessane près le Vigan.
B. Soc.Et.Sc. Nat. Nîmes, p 193-195.
(1877) - Sur l'âge et la constitution des régions schisteuses du Gévaudan et des Cévennes.
B.S.G.F., (3), t 5, p 399.
(1873) - Sur les preuves de la submersion du Mont-Lozère à l'époque jurassique.
B.S.G.F. (3), t 5, p 306-326.
- GENSANNE de - (1775-1779) - Histoire naturelle de la province du Languedoc, partie minéralogique et géoponique.
5 vol. in 8° Rigaud, Montpellier.
(cf. t I p 234-238, pas grand chose, mais du pittoresque).
- GEZE B. - (1957) - Caractères des circulations karstiques, d'après des récentes colorations à la fluorescine effectuées en France.
C.R. Som. S.G.F. n° 15, p 351-355.
(Perte de la Vis).
- GEZE B. - Etude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales.
Mem. S.G.F. n°62, t 29, fas I.3, 215 p. carte au 1/200000e
(1946) - Observation au sujet d'une communication de A. Demay.
C.R. Som. S.G.F. (5), t 16, p 60.
(pas de racine de nappe à St-Laurent le Minier mais plus au Sud sous le secondaire).

- GEZE B. - (145) - Problèmes de tectonique hercynienne dans le S.E. du Massif Central Français.
B.S.G.F. (5) t 15, p 117.
(racines plongeantes, parfaitement reconnaissables (Demay) sur le terrain) .
- (1945) - Le prolongement du Massif infracambrien du Mendic sous les terrains jurassiques du Larzac (Hérault).
C.R.Ac.Sc.t 215, p 1911-1913.
- (1945) - B.S.G.F., t 15, p 118.
(raccord des plis des Monts de Lacanne avec ceux de la région de l'Aigoual).
- (1944) - Sur le style des déplacements tangentiels hercyniens de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales.
C.R. Som. S.G.F. (5), t 14, p 119.
- (1944) - Structure géologique des Cévennes méridionales. l'autochtone du pays cévenol.
C.R.Ac.Sc. t 218, n° 9, p 366-368.
(La nappe du Vigan s'enracine au Sud).
- (1940) - Sur la structure de la région du Vigan.
C.R. Som. S.G.F. (5), t 10, p 123.
(structure du socle, attribution aux grès de Marcory des grès du col de Maurès).
- GORLIER P. - (1955) - Le Vigan à travers les siècles.
(Ed. La Licorne - Montpellier 1955).
- GOTTIS M. - (1957) - Contribution à la connaissance géologique du Bas-Languedoc.
Thèse doct. ès Sciences - Montpellier 14 juin 1957
5 tomes, 577 p (+ 220 p). cartes, coupes etc..
carte 1/20000e structurale. Biblio. complète sur Trias-Jurassique.. (mais erreurs) p 9 à 68.
- (1952) - Paléogéographie et tectonique du Mésozoïque antéaptien en Bas-Languedoc, Causses et Provence occidentale.
Revue I.F.P. vol. 7, n° II nov. 1952, p 395-406, manuscrit mai 1952).
- GOURRET - (1885) - Constitution géologique du Larzac et des Causses méridionaux.
An. ex. Géol. t 16,
- (1884) - Géologie du Larzac et des Causses méridionaux du Languedoc.
An. des ex. géol. t 16, pl. et carte.
(Fabre = "Volumineux et très fautif"
de Brun = fautif, hatif, fantaisiste).
A.Z. = pas si fautif mais mélanges)
5 coupes détaillées sur Causses de Blandes et Pampestre.
- GUA de MALVES (Abbé) - (1764) - Projet d'ouverture et d'exploitation de minières et mines d'or et d'autres métaux aux environs de Cézé, du Gardon, de l'Erault et d'autres rivières du Languedoc, de la comté de Foix, du Rouergue etc...
Mémoire.
(alluvions exploités à l'époque points aurifères de la région).

- HEIM R.C. - (1949) - Pétrology of the Mt. Aigoual area in the southeastern Cévennes, France.
Proc. K. Nederl. Ak. van Wetensch. vol 3 n° 6, p 676-684.
- HEBERT - (1859) - Sur la limite inf. du Lias et sur la composition du Trias dans les départements du Gard et de l'Hérault.
B.S.G.F. (2) t 16, p 905.
- (d') HOMBRES - FIRMAS (baron I.A.). (1854) -
Mémoire sur le Fraidronite, offert à la S.G.F. et à la Soc. d'Agriculture et des Sc. Nat. de Lyon. Alais, 6 avril 1855., broch. in 8°, 8 p. - Recueil 7° partie supplém.
(1850) - Note sur les géodes et particulièrement sur les géodes d'Alzon.
offertes à la S.G.F., t 7, p 479, Recueil (6), p 373, additions p. 377.
- JEANJEAN A. - (1896) - Excursions géologiques et spéléologiques aux environs de Ganges (Hérault).
B. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, n° 4, oct-déc. 1896
(1883) - Le Corallien des Cévennes.
B. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes.
(1881 - 1883) - Etude sur les terrains jurassiques des Basses-Cévennes.
Mém. Ac. de Nîmes, 1880 et 1882.
- LACROIX A. - (1913) - Minéralogie de la France et de ses colonies
5 tomes - Paris 1913 -
(Description de nombreux minéraux récoltés par de Brun dans le secteur).
- LAMOUREUX - (1873) - Note sur le calcaire supra-oxfordien du Causse de Montdardier.
S. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, 1873, p II-19, coupe p 14.
- LAN - (1854) - Description des gites métallifères de la Lozère et des Cévennes méridionales.
An. des Mines (5) t 6, p 401-511, 1 carte 1/345.600e
- LAPADU-HARGUES P. -(1960) - Note sur le "Fraidornite" de la Lozère (Sic)
B.S. Carte G.F., t 57, n°261, p 107-121.
(1953-1956) - Remarques sur les granites et aplites du S. du Massif Central.
Trav. lab. géol. Minér. Fac. Sc. Univ. Clermont-Ferrand
1953-6, fasc. 2, p 73-9.
- LAUNAY de L. - (1913) - Traité de métallogénie, gites minéraux et métallifères.
Béranger - Paris, 1913 2e ed. 3 vol.

- LEYMERIE A. - (1867 -1868) - Cours de minéralogie.
Paris 1867-1868 - 2 vol. in 8°
(boulangérite, sclérétinite du secteur).
(1876) - Le mercure coulant dans les Cévennes.
Ac.Sc. Toulouse (7), t 8, p 132.
- LOMBARD-DUMAS (1893) - Monuments mégalitiques du Gard.
Mém. Ac. de Nîmes (7), t 17. 1893.
- LOUGNON J. et ZISERMAN A. - (1959) - Présence de la scheelite et de
la molybdénite dans le zone de contact du massif
granitique du Liron-St-Guiral (Cévennes méridionales).
C.R.Ac.Sc. 1959 , t 298, p 832-835.
- MALINOWSKI J. - (1872) - Agenda minéralogique des Cévennes.
Montpellier 1872 in 8° 70 p.
- MARCELLIN P. - (1924) - Les tremblements de terre dans le Gard.
B. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, p 57-94, carte p 87 et p 142-143.
- MARTEL A. - (1891) - Les Cévennes et la région des Causses.
3ème ed. Paris Delagrave.
- MARTIN C. - (1963) - Contribution à l'étude stratigraphique et
sédimentologique du Trias dans la région des Causses et des
bordures cévenoles.
DES Montpellier - 27 juin 1963, 166 p, 5 pl. 3 ann. ill.
dans le texte.
entre autres, un coupe à Alzon (lu après la rédaction)
- MARTONNE de - (1947) - Géographie physique de la France
A. Colin - p 132, carte,
(alluvions pliocènes selon ancienne vallée de la Vis.)
- MATTEI J. - (1961) - Observations préliminaires à une étude du Lias
des Causses.
Coll. sur le Lias français. C.R. Congrès Soc. Savantes, Cham-
béry 1960.
Mém. B.R.G.M. n° 4. p 743-756.
(1958) - Sur la découverte d'une faune exceptionnelle dans
l'Hettangien dolomitique de Clermont-l'Hérault (Languedoc).
C.R. Som. S.G.F., n° II, p 231-233.
(important).
- MAUBEUGE P.L. - (1949) - Sur la paléontologie de l'horizon des Sti-
pites du Larzac.
C.R. S.G.F. n° 9, p 210, 1949.
Som,

- MAZAURIC F. - (1910) - Recherches spéléologiques dans le département du Gard.
Spelunca n° 60, 1910, p 13.
(recherches sur le Causse de Campestre).
(1905) - Sur les causses de Blandas et de Montdardier
B.Soc. Et. Sc.Nat. Nîmes,
(grottes).
(1905) - Sur des fragments d'os plats trouvés dans les grès triasiques près d'Alzon. (os de sauriens).
B. Soc. Et.Sc.Nat. Nîmes, p 28.
- MICHEL-LEVY A. - (1939) - Données comparatives sur les compositions chimiques et minéralogiques des granites du Mendic, du Sidobre et de l'Aigoual (Montagnes Noires et Cévennes méridionales).
B.S.G.F., (5), t 9, p 93.
- MILHAU G. - (1955) - Navacelle.
Montpellier.
- MONESTIER J. - (1934) - Ammonites au Domérien, de la région SE de l'Aveyron.
Mém. S.G.F. (N S) n° 23.
(1921) - Ammonites rares ou peu connues et ammonites nouvelles du Toarcien sup. du S.E. de l'Avrèyron.
Mém. S.G.F. n° 54
- MONTET - (1762) - Mémoire sur le Suber montanum qui se trouve au-dessus et au-dessous du chemin qui va de la paroisse de Mèndagout au Vigan, dans le diocèse d'Alais, et sur plusieurs autres faits d'histoire naturelle et de chimie.
Hist. de l'Ac. Sc. Mémoires, p 632.
(Il s'agit de la trémolite asbestiforme).
- MOURGUES F. - (1901) - Contribution à l'étude des roches éruptives du Midi de la France (Région languedocienne).
Thèse Montpellier, 130 p, 1 carte 1/200.000e.
- NICKLES R. (1903-1904) - C.R. Coll. Carte G.F. (f. de St-Affrique)
t. 15, n° 98, p 70-71 (Bathonien de la liquisse Tithonique de la couvertoirade).
(1901-1902) - id - t 13, n° 85, p 84-86.
(Hettangien coralligène au S du Larzac, plis couchés à St-Jean de Buèges).
(1901) - id - t 12, n° 81, p 85.
(1900 - 1901) id - t 12, n° 80, p 40
(Hettangien à la limite Tithonique etc..)
(1899- 1900) id - t 11, n° 73, p 54-56 (accidents du Larzac).
(1898- 1899) id - t 10, n° 69, p 42-44 (accidents du Larzac, le Charmouthien et le Toarcien diminuent de puissance de Milhau vers le Sud).
(1897- 1898) id - t 9, n° 59, p 72-73 (Larzac).

- PALOC H. - (1961) - Hydrogéologie de la région Viganaise.
Thèse 3ème cycle - Montpellier, déc. 1961, 87 p, carte, pl.
- PAPON A. - (1958) - Etude géologique des massifs granitiques de St-Guiral, du Mt Aiguoual et de leurs contacts septentrionaux.
Diplôme Géol. pétrog., Clermont.
- PARRAN - (1878) - Dolomies jurassiques des Cévennes.
B.S.G.F. (3), t 6, p 564-565.
(1859) - Sur deux sondages exécutés dans le Gard.
B.S.G.F. (2) t 17, p 115-119.
- PELLET J.S. - (1874) - Etude géologique de la Montagne de Tessone.
Bull. Soc. Sc. d'Alais, p 132-145, 1 coupe.
- PICARD Th. - (1896) - Géologie du Gard, classification nouvelle des formations sédimentaires.
Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, 94 p, 1 table, 1 carte 1/480.000e
(1889) - Résumé descriptif de la géologie du Gard.
B. SESN ., p 5-118.
B. Et. Sc. Nat. Nîmes (cf. p 15 et 17).
- REAUMUR R. - (1718) - Essai de l'histoire des rivières et des ruisseaux du Royaume qui roulent des paillettes d'or, avec des observations sur la manière dont on ramasse ces paillettes ; sur leur figure ; sur le sable avec lequel elles sont mêlées et sur leur titre.
Histoire de l'Acad. Roy. des Sc. 1718, p 68, mémoire de 21 p.
- RESSOUCHE J. - (1910) - Horizon fluvio-lacustre du sommet de l'Hertangien en Lozère.
Bull. S. Et. Sc. Nat. de Béziers, vol 32.
- ROMAN F. - (1912) - Histoire géologique du département du Gard.
Ass. Fr. pr. Av. des Sc., extrait de "Nîmes et le Gard" 46 p.
(1899-1900) - C.R. Coll. Carte G.F., t II, n° 73, p 82-84 d'Anduze au Vigan le Trias se réduit de même que l'Infralias).
- ROQUEFORT C. - (1934) - Contribution à l'étude de l'Infralias et du Lias inférieur des Causses cévenols.
B.S.G.F. (5), t 4, p 573-594.
- ROQUEFORT C. et DAGUIN F. - (1934) - Contribution à l'étude du Lias calcaire des Causses cévenols.
B.S.G.F., (5), p 573.
(1932) - Contribution à l'étude du Lias calcaire des Causses cévenols.
C.R. Som. S.G.F., n° 3, p 34-35.
(1928) - Le Lias moyen et sup. dans le Nord de l'Hérault.
C.R. Som. S.G.F., n° 2, p 16-18.
(1929) - Le Lias moy. et sup. du versant Sud du Causse de Larzac (Hérault).
B.S.G.F. (4), t 19, p 251.

- ROQUES M. - (1953) - Réunion extraordinaire de S.G.F. en Auvergne, Bourbonnais et Marche, 13-19 sept 1953, C.R. rédigé par J. Peterlongo.
C.R. Som.S.G.F. n° 17, p 378).
(genèse des porphyroblastes).
- ROUGER F.A. - (1819) - Topographie statistique et médicale de la ville et du canton du Vigan par F.A. Rouger.
I vol in 8°, Montpellier 1819.
- ROUIRE J. - (1936 - 1946) - Trois avens du Causse de Campestre.
Bull. Soc. Et. Sc. Nat. Nîmes, 1936-46, p. 153-157.
- ROYS de - (1845) - Sur l'âge des grès inf. du Lias des Cévennes.
B.S.G.F., (2), t 3, p 44.
- SARRAN de - (1883) - Sur la zone à M. macrocephalus dans les Cévennes.
B.S.G.F., (3), t 13.
- SERVAT E. - (1963) - Observations sur le Trias de la bordure méridionale du Massif Central.
Colloque sur le Trias de la France et des régions limitrophes.
Mém. B.R.G.M. n° 15 (Montpellier 1961) p 275-291.
(1963) - Trias du fossé de Bédarieux.
- id - p 295 - 306.
- SHUAIB S.M. - (1952) - Géologie de la partie méridionale des Cévennes dans le Massif Central Français.
Thèse Université Clermont.
(1952) - Etude géologique de la partie méridionale des Cévennes.
Bull. Soc. Let. Se.Arts Lozère, 1e, 2e semestre, p 1-7.
- SIMONIN - (1886) - L'or dans les Cévennes.
C.R.Ac.Sc., t 62, p 1042.
- THORAL M.- (1938) - Terrains primaires de la feuille de St-Affrique au 1/80.000e.
Bull. Carte G.F., t 39, n° 197, p 152-154.
(skarns d'Arrigas, exomorphisme mais pratiquement pas d'endomorphisme).
- THORAL M. et DEBRABAN M. - (1936) - Les formations paléozoïques de la région du Vigan.
C.R. 69e Congrès Soc. Sav. Montpellier 1935, p 117-120.
(fossiles de la Sanguinède).

- TINTANT H. et GOTTIS M. - (1947) -
Les variations de faciès du Callovien et de l'Oxfordien
entre les Cévennes et la Méditerranée.
C.R.Ac.Sc. Paris, vol. 224, p 1293.
- TINTANT H. - MAINGUY M. et GOTTIS M. - (1946) -
Lacunes dans le Callovien et l'Oxfordien dans le Sud des
Cévennes.
C.R.Ac.Sc. t 223, n° 20, p 814-5
(Montagne de la Tessone et des Cagnasses).
- TORCAPEL A. - (1881) - Les glaciers quaternaires dans les Cévennes.
B.S.G.F. (3), t 6, 1880.
(1875) - Note sur la géologie de la ligne de Lunel au
Vigan.
B.S.G.F. (3) t4, p 15-27, 1 pl.
- TRICART J. - (1955) - Modelé karstique et modelé périglaciaire dans
les Causses.
Discussion, Revue de géomorphologie dynamique n° 5, 1955;
p 193-201, 3 fig., 7 réf.
- VAN DER SIJP J.W.C.M. - (1950) - Petrology of the St Jean du Gard
area in the southeastern Cévennes, France.
Proceedings vol. 53, n° 3, 1950, Koninklyke Nederlandse
Akademie von Wetenschappen.
- VINCIENNE H. et PELISSONIER H. - (1956) - Présence de l'étain sur
la bordure O. du Mt. de St-Guiral.
C.R.Ac.Sc. t 243, n° 13, 24 sept. 1956, p 915.
- WAARD de D. - (1952) - Linear structures in the phyllite Area of the
Cévennes, France;
Repint to the "Indonesian Journal for Natural Science"
N 3,4, May-Aug. 1952.
- WAARD de D. - (1949) Tectonics of the Mont Aigoual Pluton in the
Southeastern Cévennes, France.
Proc. Koninklijke Nederlandsche Akademie von Wetenschappen.
13 fig., 4 photos, 1 carte, t 52, n° 4 p 389-402, n° 5,
p 539-550.
- YIN T. - (1931) - Etude de la faune tithonique coralligène du Gard
et de l'Hérault.
Trav. Lab. Géol. Lyon, fasc. 17, mém. 14.