



## ALÈS

# CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# ALÈS

XXVIII-40

La carte géologique à 1/50 000  
ALÈS est recouverte par la coupure  
ALÈS (N° 209)  
de la carte géologique de la France à 1/80 000

Géolhac	Bessèges	Bourg- -S'-Andéol
S'-André- -de-Valborgne	ALÈS	Pont- -S'-Esprit
Le Vigan	Anduze	Uzès

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU COMMERCE ET DE L'ARTISANAT  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 - 45018 Orléans Cédex - France



# NOTICE EXPLICATIVE

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	2
<i>APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE</i> .....	2
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i> .....	3
DESCRIPTION DES TERRAINS .....	5
<i>TERRAINS MÉTAMORPHIQUES</i> .....	5
<b>Ensemble I — Gneiss</b> .....	5
<b>Ensemble II — Micaschistes</b> .....	7
<i>ROCHES ÉRUPTIVES</i> .....	9
<i>ROCHES FILONIENNES</i> .....	9
<i>TERRAINS SÉDIMENTAIRES</i> .....	10
<b>Primaire</b> .....	10
<b>Secondaire</b> .....	12
<b>Tertiaire</b> .....	19
<b>Quaternaire</b> .....	22
PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES .....	24
<i>MÉTAMORPHISME ET STRATIGRAPHIE     DES TERRAINS ANTÉ-CARBONIFÈRES</i> .....	24
<i>GÉOLOGIE STRUCTURALE</i> .....	25
<b>Tectonique anté-stéphanienn</b> .....	25
<b>Tectonique hercynienne tardive</b> .....	26
<b>Tectonique alpine</b> .....	27
OCCUPATION DU SOL .....	28
<i>SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES</i> .....	28
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS .....	30
<i>HYDROGÉOLOGIE</i> .....	30
<i>RESSOURCES MINÉRALES, MINES ET CARRIÈRES</i> .....	32
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE .....	38
<i>DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES</i> .....	38
<i>COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES</i> .....	39
<i>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i> .....	45
<i>CARTES GÉOLOGIQUES ANTÉRIEURES ET CARTES THÉMATIQUES</i> .....	55
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i> .....	55
<i>TABLEAU DES ÉQUIVALENCES DES NOTATIONS</i> .....	56
<i>PERSONNES, LABORATOIRES, ORGANISMES     ET DOCUMENTS INÉDITS CONSULTÉS</i> .....	58
AUTEURS DE LA NOTICE .....	58

## INTRODUCTION

### APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE D'ENSEMBLE

Le territoire représenté sur la feuille Alès est situé au Sud-Est du Massif Central dans la partie septentrionale du Languedoc méditerranéen ; il est presque entièrement inclus dans le département du Gard. Son relief assez accentué est composé, entre 700 et 120 m d'altitude, de basses montagnes, de plateaux, de collines et de plaines alluviales qui se juxtaposent par de brusques dénivellations.

La région est drainée en direction du Rhône par le Gardon d'Alès, grossi de ses affluents le Galeizon et l'Avène, et par la Cèze, qui reçoit en rive droite l'Auzonnet.

Les agglomérations principales situées dans le périmètre de la feuille sont, par ordre d'importance. Alès, la Grand'Combe, Saint-Ambroix et Salindres.

Ce secteur appartient à plusieurs régions naturelles disposées en larges bandes orientées SW—NE et qui correspondent aux diverses unités géographiques et géologiques : Cévennes cristallines, bordure cévenole calcaire, plaine d'Alès mameuse et plateaux des Garrigues marno-calcaires.

Au Nord-Ouest se trouvent les *Cévennes cristallines ou schisteuses* qui sont principalement représentées par des formations métamorphiques de couleur sombre, généralement appelées « schistes des Cévennes » et qui comprennent diverses variétés de gneiss et de micaschistes d'origine sédimentaire probable. L'âge des séries originelles est indéterminé, cependant, par analogie, l'hypothèse d'un âge cambro-ordovicien peut être retenue. Ces roches sont affectées par un métamorphisme anté-stéphanien d'intensité épizonale à sub-mésazonale. Plusieurs phases de déformation ont été identifiées, mais la structure complexe de cette région n'a pu entièrement être débrouillée. Les formations métamorphiques sont traversées localement par un petit complexe granitique formé de deux venues successives. A cette zone sont également rattachés les premiers terrains non métamorphiques datés avec certitude : les séries carbonifères, schisto-gréseuses d'âge stéphanien qui reposent en discordance sur le socle cristallin. Des chevauchements, dus à la tectonique hercynienne tardive ont amené en position anormale les séries du Stéphanien inférieur sur celles du Stéphanien moyen. L'exploitation charbonnière de ces niveaux eut lieu dès le Moyen-Age dans les bassins houillers d'Alès et de la Grand'Combe. Elle est actuellement, malgré l'importance des réserves, en forte régression, les conditions d'extraction étant difficiles et onéreuses.

La *bordure cévenole* repose en transgression sur les Cévennes cristallines. C'est une région aride de basses montagnes profondément découpées par les vallées. Elle constitue la couverture sédimentaire cénozoïque postérieure au Houiller, qui s'est déposée du Trias au Crétacé.

Les effets de la tectonique alpine sont marqués par de nombreuses et importantes failles normales ou inverses.

Le Trias comprend conglomérats et grès arkosiques de base, Muschelkalk dolomitique et Keuper de type germanique à faciès gréseux ou lagunaire. Le Lias débute par les dolomies hettangiennes, surmontées des calcaires gris-bleu à chailles du Sinémurien. Le Lias supérieur mameux est surtout présent au Sud d'Alès, tandis qu'au Nord il se fonde dans une série calcaréo-gréseuse qui s'étend jusqu'au Bathonien. Le Jurassique moyen se termine par l'épaisse série mameuse du Callovien. Le Jurassique supérieur est surtout formé de calcaires bien lités ou massifs de type sublithographique. Lias et Jurassique supérieur sont parfois le siège de phénomènes karstiques très développés. Le Crétacé mameux puis calcaire ne constitue qu'un lambeau compris entre la faille de la Nougarède et la faille des Cévennes qui borde le fossé tertiaire d'Alès.

La plaine d'Alès constitue une longue dépression orientée NE—SW, large d'environ six kilomètres et qui est limitée à l'Ouest par la faille des Cévennes et à l'Est par la faille de Barjac ; elle correspond à un fossé d'effondrement rempli de sédiments lacustres tertiaires. Ces dépôts très puissants sont composés de calcaires argileux éocènes et surtout de marnes et conglomérats oligocènes. Dans cette zone se trouvent concentrées, en dehors de l'activité minière, les principales activités de la région.

L'angle sud-est du territoire de la feuille est occupé par les plateaux des Garrigues composés de calcaires compacts et de marnes du Crétacé inférieur, disposés en vastes synclinaux et anticlinaux orientés NW—SE. Quelques dépôts détritiques littoraux marquent en bordure du fossé d'Alès la terminaison occidentale de la transgression marine du Crétacé supérieur.

Les cours d'eau qui recoupent perpendiculairement ces unités géologiques ont déposé le long des vallées des alluvions caillouteuses quaternaires, anciennes et récentes.

#### HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Le socle paléozoïque qui constitue les Cévennes cristallines ou schisteuses et qui affleure dans le quart nord-ouest du territoire de la feuille est composé de terrains métamorphiques, de granites et de formations schisto-gréseuses du Houiller.

Les roches métamorphiques ou cristallophylliennes sont représentées par des gneiss, des leptynites et des micaschistes à intercalations de quartzites. Ces terrains sans doute d'origine sédimentaire et d'âge probablement cambro-ordovicien ont subi un métamorphisme général, d'intensité épizonale à sub-mésazonale antérieurement au Stéphanien. Ces formations métamorphiques sont ultérieurement traversées par des roches intrusives, batholites de granite porphyroïde de tendance granodioritique et injections plus tardives de roches filoniennes, microgranites et lamprophyres. Ces venues intrusives, d'âge anté-stéphanien, ont développé parfois un métamorphisme de contact discret.

Les premiers terrains non métamorphiques appartiennent encore au Primaire ; ils sont datés du Stéphanien et représentés par les dépôts lacustres et continentaux des bassins houillers d'Alès et de la Grand'Combe. Les sédiments carbonifères transgressifs sur le socle métamorphique sont généralement autochtones en bordure du massif du Rouvergue et dans la cuvette de la Grand'Combe. Plus à l'Est, la quasi-totalité des terrains sont charriés ; des chevauchements en écaillés, dus à la tectonique hercynienne tardive, superposent des assises anciennes à d'autres plus récentes. La puissance moyenne totale du Houiller reconstitué en succession normale représente plus de 5 000 m de sédiments qui ont été divisés en sept zones stratigraphiques étagées du Stéphanien inférieur au Stéphanien moyen.

Au Permien correspond une période d'érosion et de pénéplanation ; aucun dépôt daté de cet âge n'a été reconnu dans cette partie des Cévennes.

La couverture secondaire est constituée à la base par les dépôts du Trias qui reposent en totale discordance sur les terrains abrasés du Primaire.

La transgression triasique qui semble venue du Sud est marquée d'abord par des dépôts détritiques provenant du démantèlement des terrains cristallins puis par les dolomies au *Muschelkalk* ; au *Keuper* le caractère marin s'atténue comme en témoignent les variations rapides de faciès qui sont soit de type lagunaire avec dépôts de marnes irisées à intercalations dolomitiques et accumulation d'évaporites sulfatées, soit de type littoral à sédimentation gréseuse et conglomératique. Au *Lias*, dès l'*Hettangien inférieur*, le régime franchement marin envahit la presque totalité de la région et s'installe pour plusieurs millions d'années, jusqu'à l'émergence généralisée qui aura lieu au Crétacé moyen. La sédimentation marine débute par une couche de marnes à Ammonites (*Psiloceras planorbis*) et se poursuit par des calcaires dolomitiques compacts et cristallins brun-rouge (faciès capucin). Le climat très chaud du

Trias persiste. Au *Sinémurien*, légère régression marine, la région est alors recouverte d'une mer épicontinentale ; les dépôts sont représentés par des biocalcarenites siliceuses grises, présentant des niveaux à chailles et une prolifération de Crinoïdes, de Polypiers et de Lamellibranches. La sédimentation calcaire se poursuit au *Carixien* sous un faciès subpélagique à Céphalopodes ; le sommet de cet étage est souvent marqué par un *hard ground*, indice d'absence de dépôts. Le *Lias supérieur* est représenté au Sud d'Alès par des marnes grises se délitant en paillettes et par des marnes noires, bitumineuses et fissiles ou Schistes carton ; leur épaisseur diminue progressivement vers le Nord où elles sont remplacées par un faciès schisto-gréseux, ou n'apparaissent qu'en lentilles discontinues.

Au *Jurassique moyen* apparaît de nouveau une sédimentation carbonatée et détritique, qui est représentée par une importante série calcaréo-gréseuse caractérisée par la présence constante d'empreintes de *Cancellophycus*. La série se termine au *Bajocien supérieur* par un calcaire à entroques édifié par l'accumulation de débris de radioles et de spicules. Au *Bathonien supérieur* dépôts très condensés ou lacunes stratigraphiques. La transgression callovienne se traduit par d'importants dépôts marneux avec quelques intercalations calcaires ; la partie supérieure de l'étage est absente ou marquée par un niveau glauconieux, indicatif d'un arrêt de sédimentation qui va se poursuivre pendant l'*Oxfordien inférieur*.

Le *Jurassique supérieur* voit se développer à partir de l'*Oxfordien moyen* un nouveau cycle sédimentaire de régime subrécifal, en mer chaude et peu profonde, caractérisé par des marno-calcaires gris foncé, puis par une sédimentation de calcaires peu argileux de faciès sublithographique et à pâte de plus en plus claire du *Kimméridgien* au *Portlandien*.

Au *Crétacé inférieur*, la sédimentation débute sous un faciès subpélagique à Céphalopodes représenté par la très épaisse série de marnes valanginiennes, suivie des marno-calcaires de l'*Hauterivien* à intercalations de calcaires bioclastiques ou de niveaux glauconieux qui traduisent l'apparition sporadique de faciès néritiques ou d'arrêts passagers de sédimentation. Le *Barrémien* débute par une série de marnes grises qui, latéralement, peuvent être remplacées par des calcaires blanchâtres, légèrement argileux. Au *Barrémien supérieur*, dans une mer peu profonde, s'édifient les calcaires à Rudistes, compacts et cristallins de l'*Urgonien*. Dès la fin du *Barrémien*, la mer se retire progressivement vers le Nord-Est ; la région reste dès lors émergée et constitue la zone nord de l'isthme durancien, qui relie le Massif Central aux massifs provençaux des Maures et de l'Estérel. Le *Crétacé moyen* n'est représenté dans ce secteur par aucun dépôt marin ou continental.

L'importante transgression marine du *Crétacé supérieur* bien développée dans la vallée du Rhône n'est représentée sur les rivages du golfe rhodanien que par des dépôts détritiques et littoraux peu épais, localisés principalement sur la bordure orientale du fossé d'Alès et accessoirement à l'Ouest ; ils représentent la terminaison occidentale des dépôts marins de la zone littorale située au Nord de l'isthme durancien. Le *Turonien* sableux présente des alternances plus continentales de dépôts d'argile et de lignite. Le *Coniacien*, à l'état de calcaires gréseux à Rudistes et Polypiers est suivi d'un complexe argilo-sableux rougeâtre attribué au *Santonien*. La série du Crétacé s'arrête avec cet étage qui constitue le dernier dépôt marin reconnu sur le territoire de cette feuille.

Les formations continentales du *Tertiaire* débutent par une série détritique marno-sableuse azoïque située dans le synclinal des Plans, sous un banc peu épais de calcaire lacustre lutétien bien daté par ses Gastéropodes. Le *Bartonien inférieur et moyen* totalement discordant sur les formations antérieures constitue une nouvelle série détritique continentale. Au *Bartonien supérieur* ou *Ludien* s'est déposée une importante série de marno-calcaires lacustres ou de milieu pénésalin dans des conditions d'évaporation et de sécheresse importantes ; l'aridité du climat est soulignée

par la présence d'une flore de type tropical. Dans cette sédimentation calcaire, qui s'est instaurée progressivement du Sud vers le Nord, est intercalée la série détritico-gréseuse de Celas(\*) qui disparaissent lentement vers le Nord, par biseau stratigraphique.

A l'Oligocène moyen et supérieur, le fossé d'effondrement d'Alès est comblé par une puissante série de dépôts marneux ou conglomératiques.

La transgression miocène, dont les limites se situent sur les feuilles voisines, Uzès et Pont-Saint-Espirit, ne semble pas avoir atteint le fossé d'Alès.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### TERRAINS MÉTAMORPHIQUES

Les formations cristallophylliennes de la feuille Alès font partie intégrante de l'ensemble métamorphique cévenol, communément désignées sous l'appellation de Schistes des Cévennes qui ne sont que très partiellement représentés ici.

Leurs zones d'affleurement se répartissent suivant deux secteurs distincts :

- *un secteur oriental*, à l'Est du bassin houiller de la Grand'Combe, où elles forment une bande orientée N.NW d'environ 2 kilomètres de large,
- *un secteur occidental* où elles affleurent à l'Ouest de la faille de Villefort, entre Saint-Jean-du-Pin et Branoux et de part et d'autre de la faille à l'Ouest du bassin houiller de la Grand'Combe vers Sainte-Cécile-d'Andorge.

Limitées à l'Est et au Sud par les formations sédimentaires, elles se poursuivent, en continuité, sur le territoire des feuilles Saint-André-de-Valborgne, à l'Ouest, et Bessèges au Nord.

Globalement ces roches métamorphiques présentent une composition minéralogique relativement homogène. Ce sont des roches quartzo-feldspathiques, micacées, recristallisées, dans lesquelles l'albite de néoformation est, à peu près, toujours présente.

Dans le détail, ces roches sont variées, d'une part, par leur composition minéralogique quantitative avec des proportions relatives des minéraux constituants très variables et d'autre part, par leur texture et leur structure.

Ces différenciations ont conduit à distinguer deux grands ensembles qui regroupent, eux-mêmes, divers faciès.

Ces ensembles s'individualisent selon des domaines assez bien définis sur la carte quoique les coupures ne soient pas toujours très tranchées sur le terrain.

Le premier ensemble hétérogène regroupe diverses variétés de gneiss alors que le second ensemble, d'aspect plus monotone, est surtout représenté par des micaschistes (*s.l.*). Ces deux termes : gneiss et micaschistes s'entendent, ici, dans un sens descriptif et non pas pour caractériser des zones de métamorphisme.

### Ensemble I — Gneiss

Cet ensemble, hétérogène, est surtout caractérisé par la présence de gneiss amygdalaires et micro-amygdalaires associés à des gneiss, gneiss leptynitiques et leptynites. Des termes de transition s'observent entre les divers faciès.

o ζ. **Gneiss amygdalaires et micro-amygdalaires.** Ce sont des roches d'aspect massif à foliation et linéation irrégulièrement marquées, avec un débit en dalle de 3 à 5 cm d'épaisseur présentant des surfaces de feuilletage bosselées.

Elles sont formées d'une trame quartzo-feldspathique, micacée, de granulométrie variable, homogène ou hétérogène, dans laquelle on observe des éléments de taille et de composition variables.

La trame présente une texture granoblastique ; localement granolépido-blastique dans les faciès les plus fins et les plus micacés. Elle est constituée par un assemblage de :

(\*) Celas : l'orthographe Célas se trouve aussi dans certains documents.

- quartz xénomorphe, granoblastique, contenant souvent des inclusions, ou en agrégats de cristaux engrenés,
- plagioclase acide séricitisé,
- albite néoformée, xénomorphe ou subautomorphe, poeciloblastique, souvent en « ocelle »,
- micas : biotite, muscovite  $\pm$  chlorite disséminés dans la lame ou disposés suivant des lits millimétriques, plus ou moins régulièrement suivis, sinueux, contournant les amygdales,
- les minéraux accessoires sont : l'apatite, le zircon, localement la tourmaline,
- on observe exceptionnellement du microcline quadrillé en petits cristaux corrodés,
- notons, en outre, la présence de mica secondaire.

Les amygdales apparaissent soit peu aplaties dans la schistosité (dégagées elles se présentent sous forme de nodules ovoïdes centimétriques) ou au contraire très aplaties et étirées à section transversale elliptique et longitudinale en ruban boudiné pouvant atteindre 12 cm de long, donnant localement, lorsqu'elles sont abondantes, un aspect amygdalo-rubané au gneiss. On en distingue divers types : amygdales formées d'un agrégat quartzo-feldspathique avec de rares petites paillettes de mica et très exceptionnellement des petits cristaux de microcline corrodés, amygdales de composition sensiblement analogue à celle de la mésostase mais plus fines, nodules de quartz en agrégat de cristaux engrenés.

La taille et l'abondance de ces amygdales sont très variables. Elles peuvent être abondantes régulièrement réparties donnant un aspect localement homogène à la formation ou, au contraire, suggérant par leur répartition des lentilles ou des bandes de largeur variable décimétrique à plurimétrique.

***Analyses chimiques de gneiss amygdalaires effectuées au B.R.G.M.***

N°1 : échantillon prélevé à 1 km au		S.SE de Sainte-Cécile-d'Andorge	
SiO <sub>2</sub>	67,50	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,50
TiO <sub>2</sub>	0,63	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,50	P.Feu	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,50	F <sub>2</sub>	—
FeO	3,00	Cl <sub>2</sub>	—
MnO	0,04	S	—
MgO	1,50	SO <sub>3</sub>	—
CaO	0,70	CO <sub>2</sub>	—
Na <sub>2</sub> O	2,80	Li <sub>2</sub> O	—
K <sub>2</sub> O	4,50	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,22		
TOTAL =		99,94	

N°2 : échantillon prélevé à 1,250 km au S.SE de la Baraque			
SiO <sub>2</sub>	67,20	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1,45
TiO <sub>2</sub>	0,65	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,00	P.Feu	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,10	F <sub>2</sub>	—
FeO	2,25	Cl <sub>2</sub>	—
MnO	0,03	S	—
MgO	1,40	SO <sub>3</sub>	—
CaO	0,55	CO <sub>2</sub>	0,90
Na <sub>2</sub> O	2,45	Li <sub>2</sub> O	—
K <sub>2</sub> O	4,45	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,19		
TOTAL = = 99,37			

Ces analyses donnent des compositions sensiblement analogues à celles obtenues par A. Weisbrod (1970) dans les faciès amygdalaires de la série de Joyeuse.

L'hypothèse d'une origine détritique grossière : conglomérats, proposée pour les schistes amygdalaires de la série de Joyeuse, S.M. Shuaib (1952), P. Brouder (1963), A. Weisbrod (1969) et discutée par A. Weisbrod (1970) paraît la plus satisfaisante pour les faciès analogues de la feuille Alès.

**ζ, ζλ, λ. Gneiss et gneiss leptynitiques passant localement à des leptynites.** Ils s'observent en intercalations ou aux épontes des gneiss amygdalaires et micro-amygdalaires auxquels ils passent. Peu abondants dans la structure de la Baraque, à l'Ouest, ils sont largement répandus au Nord, vers Saint-Cécile-d'Andorge et dans le secteur oriental, à l'Est du bassin houiller de la Grand'Combe où leurs affleurements suggèrent des bandes ou de vastes lentilles subméridiennes.

Ces gneiss se différencient des micaschistes : macroscopiquement par un aspect plus massif, un débit généralement plus grossier et par leur rubanement largement développé avec des lits quartzo-feldspathiques et des lits micacés, microscopiquement par la présence plus généralisée, en quantité variable, de la biotite et par une plus grande abondance des feldspaths. Par ailleurs, comme pour l'ensemble des faciès métamorphiques de la région, ce sont des roches à quartz, plagioclase séricitisé, albite néoformée.

La raréfaction des micas donne les faciès de gneiss leptynitique jusqu'aux leptynites : roches essentiellement quartzo-feldspathiques.

### Ensemble II — Micaschistes (s.l.)

Pour l'essentiel, les roches qui constituent cet ensemble sont de couleur grise à gris-vert, aux reflets plus ou moins satinés, à grain fin, de structure finement et régulièrement foliée avec un débit millimétrique ou en dalle de 1 à 3 cm d'épaisseur. Tous ces caractères confèrent à ces roches une certaine homogénéité qui donne cet aspect général d'ensemble assez monotone tant à l'échelle locale que régionale.

Toutefois, dès qu'on entre dans le détail on observe là aussi une diversification des faciès qu'il n'a, généralement, pas été possible de représenter sur la carte.

**ζξ. Quartzo-micaschiste feldspathique.** C'est le faciès banal, de beaucoup, le plus répandu. Au microscope on reconnaît une texture granolépido-blastique avec quartz abondant en grains lobés et engrenés. Les micas : séricite, chlorite, muscovite et biotite soulignent la foliation. On observe parfois des micas néoformés soit en disposition



anarchique, soit orientés dans les plans axiaux de microplis post-foliaux. Le feldspath est toujours présent, en proportion variable. Il s'agit d'albite néoformée qui présente tous les stades d'évolution depuis l'état xénomorphe poeciloblastique le plus fréquent, fossilisant parfois nettement la foliation et exceptionnellement des microplis, jusqu'à l'état de porphyroblaste limpide subautomorphe ou automorphe maclé albite. Il n'est pas rare d'observer, en outre, un plagioclase subautomorphe généralement très séricitisé dont la basicité a rarement pu être déterminée (oligoclase An 15%) qui évoque un feldspath résiduel. Les minéraux accessoires sont : le rutile fréquent, l'apatite et le zircon et localement tourmaline, grenat. Le grenat, disposé suivant des lits, peut être assez abondant. Il se présente en porphyroblaste subautomorphe ou xénomorphe, généralement très épigénisé en chlorite verte, parfois limpide légèrement rosé.

Le litage, lorsqu'il existe, est matérialisé par des lits millimétriques micacés, des lits plurimillimétriques à centimétriques micacés et albitiques, des lits centimétriques et au-delà quartziques.

A ce faciès commun, qui constitue la toile de fond de l'Ensemble II, sont associés des faciès surtout diversifiés par leur composition minéralogique quantitative. Ce sont des : phyllites, quartzophyllites, micaschistes (s.s.), quartzites micacés qui se présentent au sein des quartzo-micaschistes du fond sous forme d'intercalations d'épaisseurs très variables avec des limites nettes ou, au contraire, par passage progressif.

Somme toute, on observe tous les termes depuis des roches presque essentiellement micacées, quantitativement rares, jusqu'à des roches presque essentiellement quartziques, dans lesquelles l'albite est, à peu près, toujours présente dans des proportions variables.

A ces variations de la composition minéralogique quantitative viennent se superposer des variations locales de structure : hétérogranulométrie bien que restant généralement dans les fins, litage d'épaisseur variable, foliation plus ou moins fine et accusée mais toujours bien développée.

### **Faciès particuliers**

**||<sup>ξ</sup>Q. Micaschistes très riches en quartz d'exsudation.** Ils sont essentiellement caractérisés par l'abondance de concentrations lenticulaires, centimétriques à décimétriques, de quartz blanc. Ce faciès s'individualise assez bien dans le paysage, le plus souvent armant des crêtes ou formant des falaises.

**||<sup>ξ</sup>e. Micaschistes à épidote.** Ils sont exceptionnels. Leur présence n'a été décelée qu'au Nord de Saint-Paul-la-Coste, vers la jonction des vallées du Galeizon et de la Salindre aux environs de Roubardel.

Il s'agit d'un micaschiste lité à muscovite, biotite, chlorite vert d'eau, épidote, albite, quartz, parfois grenat, avec localement carbonate disséminé suivant des lits et en remplissage de fissures. L'épidote, qui peut être abondante, est de la clinozoïsite disposée suivant des lits. Ce faciès est analogue aux Gneiss de l'Apie, niveau repère, à l'échelle régionale, remarquablement continu sur le territoire de la feuille Saint-André-de-Valborgne dont on aurait l'extrémité orientale sur la feuille Alès (P. Brouder, communication orale, 1976).

**||<sup>χ</sup>. Quartzites.** Ils forment des bancs d'épaisseur variable, centimétriques à plurimétriques. Seuls les plus puissants et les mieux suivis, relativement rares, ont été représentés sur la carte. Les quartzites francs, de couleur blanche parfois un peu rosée, s'individualisent nettement formant localement des bancs épais dans la topographie (la Roche Pointue). Ils sont formés par une alternance de niveaux massifs épais et de niveaux très minces phylliteux. Au microscope, ils présentent une texture grano-blastique orientée avec presque essentiellement quartz, accessoirement sérieite, chlorite, biotite parfois grenat.

Les quartzites feldspathiques (à plagioclase) sont plus micacés ; de couleur grise, ils s'individualisent généralement moins nettement que les précédents.

**157. Micaschistes indifférenciés ayant subi un métamorphisme de contact.** La mise en place des formations granitiques de Saint-Paul-la-Coste a engendré dans les schistes encaissants un métamorphisme de contact net et bien caractérisé.

Les roches de l'auréole deviennent plus compactes et se transforment au contact même du granite en cornéennes massives.

La biotite de contact est constante toujours discordante sur la schistosité majeure ; elle est recoupée par des schistosités mineures tardives.

L'andalousite rare et la cordiérite plus fréquente ne sont pas de règle générale. Les cristaux de taille variable en fonction de la composition de la roche ne dépassent pas le demi-centimètre.

### **ROCHES ERUPTIVES**

Les roches granitiques forment des pointements bien circonscrits, essentiellement localisés au Sud-Ouest de la feuille (commune de Cendras).

**$\mu\gamma^4$ . Granodiorite porphyroïde.** Il s'agit d'une roche à grains moyens parsemés de mégacristaux de feldspath potassique. Très arénisée en surface cette roche ne présente aucun affleurement frais.

L'étude microscopique permet cependant de caractériser dans la matrice qui enveloppe l'orthose :

- du plagioclase très zoné, à cœur séricitisé (20 à 35 % An) maclé albite, exceptionnellement péricline,
- du quartz peu abondant xénomorphe en cristaux à extinction ondulante,
- la biotite en cristaux millimétriques est uniformément répartie dans la matrice, toujours chloritisée,
- allanite, zircon, apatite et minéraux opaques sont dispersés dans la roche.

En conclusion, il s'agit d'une roche calco-alkaline relativement pauvre en quartz exprimé que nous caractérisons comme une granodiorite porphyroïde.

**$\gamma^2$ . Granite à biotite.** Il s'agit d'un granite gris-bleu à grains fins ou moyens entièrement dépourvu de mégacristaux.

On distingue au microscope :

- du feldspath potassique présentant les macles du microcline mais se révélant être aux rayons X de l'orthose,
- du plagioclase (15 à 20 % An) peu zoné, fréquemment maclé Carlsbad,
- du quartz subautomorphe à entièrement xénomorphe, montrant toujours une forte extinction ondulante,
- la biotite, seul mica présent dans les roches, est fréquemment chloritisée,
- zircon, apatite et minéraux opaques toujours rares semblent irrégulièrement répartis.

Ce granite antérieur à la granodiorite porphyroïde se trouve en enclaves dans celle-ci.

### **ROCHES FILONIENNES**

**$\mu\gamma$ . Microgranites.** Localisés de part et d'autre du Galeizon, dans les communes de Cendras et Soustelle, des filons de microgranite à biotite puissants (10 à 20 m) et de grande extension (kilométrique) recoupent la série des micaschistes. Ils sont orientés N.NW, parallèlement à la faille de la Croix des Vents, prolongement méridional du grand accident de Villefort.

v. **Lamprophyres.** Antérieurs au Stéphanien, quelques rares filons peu épais recoupent les schistes des Cévennes ; il s'agit de roches proches des kersantites quartziques, composées de quartz rare, d'oligoclase-andésine et de biotite abondante.

vh. **Lamprophyres du Stéphanien.** Au Nord-Ouest de Champclauson, la barre des Lumières, reconnue en surface et par les travaux miniers en profondeur, est un filon intrusif métrique orienté E.NE recoupant les terrains houillers du Stéphanien moyen. C'est une roche éruptive filonienne très altérée composée de rare quartz, d'orthose, d'un peu d'oligoclase et de pyroxène, avec néoformation de muscovite ou de kaolinite.

Q. **Quartz.** De nombreux filons hydrothermaux à remplissage de quartz recoupent principalement les roches métamorphiques ou plutoniques du socle anté-stéphanien et, plus rarement, la couverture sédimentaire paléozoïque ou mésozoïque. Ils sont conformes aux directions des fractures locales dont ils constituent le plus souvent des remplissages. Certains de ces filons quartzes sont également barytiques ou minéralisés en galène, stibine, semseyite ou mispickel.

## TERRAINS SEDIMENTAIRES

### Primaire

#### Carbonifère

Les terrains sédimentaires non métamorphiques les plus anciens de la région sont ceux du bassin houiller d'Alès ; ils sont situés sur la bordure orientale des Cévennes schisteuses. Ces sédiments carbonifères sont soit autochtones, transgressifs du Sud-Est vers le Nord-Ouest sur le socle et datent du Stéphanien moyen, soit, par suite de la tectonique hercynienne tardive, charriés et superposés à des assises plus récentes ; il en résulte, outre de nombreuses déformations, une superposition anormale des séries du Stéphanien inférieur sur celles du Stéphanien moyen.

La partie connue du terrain houiller des Cévennes comporte, rétablis en succession normale, plus de 5 000 m de sédiments divisés (d'après P. Bertrand) en sept zones stratigraphiques. La série houillère s'ordonne ainsi, de bas en haut :

#### h5a. *Stéphanien inférieur (zones 1, 2, 3 et 4) charrié sur le Stéphanien moyen*

- h5a<sup>1</sup>. *Zone 1 : stérile de Gagnières.* Puissant ensemble de schistes feuilletés, grès et psammites qui reposent sur une formation conglomératique à rares éléments de micaschistes. Les cinérites semblent absentes ; la flore est rare et clairsemée : *Pecopteris cyathea* et *Neuropteris ovata* à la partie supérieure ; abondance du Crustacé *Estheria cebennensis* à certains niveaux et qui est caractéristique de l'ensemble de la zone. La puissance maximum reconnue est de 980 mètres.
- h5a<sup>2</sup>. *Zone 2 : faisceau des anthracites de Molières.* Schistes et grès relativement fins à très rares passées graveleuses comportant quelques couches minces (0,35 à 1,20 m) de charbon quart-gras et anthraciteux. Abondance simultanée de *Neuropteris ovata* et *Pecopteris lamurensis* ; apparitions rares et épisodiques de *Alethopteris zeileri*, *Odontopteris reichi*, *Cordaites lingulatus* et *Dorycordaites affinis* ; quelques rares niveaux à *Estheria cebennensis* et apparition d'un nouveau petit Crustacé à carènes saillantes : *Leaia baentschi*. La base de la zone est le mur de la première couche de charbon ; le sommet est marqué par une couche de cinérite, ou dépôt de cendres volcaniques, située au mur de la couche XII ; la puissance moyenne est de 300 mètres.

Les couches 1 et 2 ont été attribuées par P. Bertrand au Westphalien D. Récemment, R.H. Wagner a émis l'opinion que ces assises correspondraient aux séries houillères moyennes de la Cordillère cantabrique, qu'il situe entre le Westphalien D et le Stéphanien A.

- h5a<sup>3</sup>. *Zone 3 : faisceau des demi-gras Molières—Saint-Jean.* Puissante série de schistes et grès relativement fins constituant un ensemble productif de couches minces (0,30 à 1 m) de charbon quart-gras qui deviennent progressivement demi-gras vers le

sommet. Abondance de *Pecopteris lamurensis*, présence de *P. polymorpha*, de *Cordaites lingulatus* et *Dorycordaites* dans la moitié inférieure de la formation ; abondance de *P. polymorpha*, présence de *P. lamurensis*, d'*Alethopteris zeilleri* et *Odontopteris reichi* au-dessus ; nombreux *Leaia baentschi* localisés dans quelques minces niveaux schisteux, espèce qui disparaît avec la zone 3, dont le sommet est marqué par un niveau de cinérite. Puissance moyenne 1 000 mètres.

- h5a<sup>4</sup>. **Zone 4 : formation houillère moyenne.** Ensemble de schistes et de grès relativement fins à couches minces (0,50 à 1,30 m) de charbon demi-gras séparé par une faible lacune tectonique, d'une sous-zone composée de schistes peu micacés, psammites, grès souvent graveleux et feldspathiques à faciès clair et renfermant un ensemble productif de couches de charbons quart-gras, maigres ou anthraciteux dont les puissances varient de 0,70 à 5 mètres. La flore identique à celle de Rive-de-Gier est composée de *Pecopteris lamurensis* et *P. polymorpha*, de nombreux *Odontopteris* et de quelques *Alethopteris zeilleri* et *Cordaites lingulatus* ; le sommet de la formation est caractérisé par l'extinction de *P. lamurensis*. La puissance moyenne de l'ensemble est d'environ 800 mètres.

A. Bouroz a mis en évidence le développement exceptionnel de la partie inférieure des premières assises houillères des Cévennes ; le Stéphanien A de la Loire (assise de Rive-de-Gier) ne représente que la partie la plus récente du Stéphanien inférieur cévenol. En outre, des analogies certaines existent entre la flore des zones 1 et 2 du bassin d'Alès et la flore des séries stéphaniennes de la Cordillère cantabrique.

#### **h5b. Stéphanien moyen (zones 5, 6 et 7). Formations autochtones de la cuvette de la Grand'Combe et de la bordure ouest du bassin d'Alès**

- h5b<sup>5</sup>. **Zone 5 : système Feljas—Ricard.** Transgressive sur le socle, se développe généralement une formation conglomératique de base dont la puissance varie de 100 à 150 mètres. Au toit de cette série apparaît un faisceau de cinq couches de charbon maigre ou anthraciteux, dont deux atteignent 5 m d'épaisseur et qui est recouvert par l'épais stérile de Feljas—Ricard, ou *gratte à micaschistes*, composé d'une alternance de schistes satinés, de psammites et de grès micacés ; le faciès satiné caractéristique est dû à l'abondance de la muscovite. En dehors des zones conglomératiques, la flore de type Saint-Étienne se distingue par l'abondance de *Pecopteris cyathea*, *Cordaites lingulatus* et *Alethopteris zeilleri* et la présence épisodique de *Dicranophyllum gallicum*. Le sommet de la zone est marqué par un niveau de cinérite ; la puissance totale maximum est de 1 200 mètres.

- h5b<sup>6</sup>. **Zone 6 : système Lumières—Grand'Baume.** Le faciès satiné se poursuit sur les 120m inférieurs ; à la base se situe le faisceau à anthracites de Grand'Baume puissant d'une quinzaine de mètres et composé de cinq veines différentes ; la série se poursuit par l'horizon des *grès de corniche*, roche très dure formant falaises, niveau dans lequel s'intercale le faisceau des Lumières à charbon demi-gras. Abondance d'*Alethopteris zeilleri*, *A. bohémica*, *Pecopteris lepidorachis* et *Cordaites lingulatus*, présence d'*Odontopteris reichi* ainsi que de *Dorycordaites affinis* ; apparition de *Lebachia piniformis*. Puissance moyenne 400 mètres.

- h5b<sup>7</sup>. **Zone 7 : système Portes—Champclauson.** Il débute par la couche de Champclauson épaisse d'environ 4 m et se poursuit par une série de schistes satinés à nodules de sidérose et rares bancs de grès intercalés. L'ensemble se termine par les poudingues du mont Châtenet situés sur le territoire de la feuille Bessèges. Abondance de *Pecopteris cyathea* et de *P. lepidorachis*, présence rare d'*Odontopteris reichi* et apparition de *Taeniopteris jejunata*. Puissance totale maximum 450 mètres.

#### **Extension du bassin houiller**

Comme le socle, les séries stéphaniennes s'ennoient progressivement vers l'Est ; ni leurs limites, ni leur éventuelle remontée ne sont connues. Les seules indications nous sont fournies par les sondages pétroliers de Lédignan (938-6-2), de Lussan 2 (912-4-230), de Vallon (889-1-1) qui ont respectivement traversé le toit du houiller

aux cotes —3 116, —1 568 et —2 421 ; le bassin houiller des Cévennes pourrait être le plus étendu des bassins du Centre et du Midi de la France.

### Permien

Aucun dépôt daté de cette période n'a été décelé dans cette partie des Cévennes.

### Secondaire

#### Trias

Le Trias étant d'une manière générale très pauvre en fossiles, les corrélations établies reposent essentiellement sur des critères lithologiques. Les dépôts triasiques de la bordure cévenole sont transgressifs sur le socle anté-stéphanien et les terrains carbonifères dont ils se différencient par une sédimentation plus grossière et une très nette discordance. Le Trias cévenol est de type germanique et se distingue par la présence constante de trois formations superposées, de puissance et de composition variables : arkoses ou conglomérats de base, dolomie, marnes irisées ou grès.

A. Bernard individualise en outre trois faciès régionaux :

- *le faciès lagunaire* : caractérisé par des dolomies de précipitation directe et des couches d'anhydrite interstratifiées dans les séries rythmiques de grande puissance à caractère subsident (bassin de Molières-sur-Cèze—la Grand'Combe) ;
- *le faciès de barrière ou réduit* : faible présence des dépôts et absence d'évaporites sulfatées (Rochebelle—Fontannes) ;
- *le faciès littoral* : fortement détritique (Saint-Paul-la-Coste—Saint-Sébastien-d'Aiguefeuille).

**t2. Grès inférieurs (Trias inférieur). Poudingues, arkoses, grès.** Reposant sur le granite, les schistes et les gneiss ou les terrains du Houiller, la série synthétique comprend :

- un conglomérat de base, parfois à stratifications entrecroisées, dont les galets roulés de 7 à 15 cm de diamètre sont à 98 % de quartz blanc, le reste étant en quartzite noir et plus rarement en micaschistes ; le ciment quelquefois peu cohérent, souvent ferrugineux, est grés-argileux et à éléments sériciteux (1 à 10 m) ;
- des arkoses à feldspaths roses et des grès grossiers micacés dont le ciment très dur est souvent quartziteux ; c'est la base de cet horizon minéralisé en blende, pyrite et galène qui fut exploitée à Carnoulès (1 à 8 m) ;
- des grès argileux et psammitiques très fins blanchâtres et peu consolidés (2 à 12 m) ;
- marnes noirâtres gréseuses (shales silteux) ondulées, dans lesquelles sont intercalés des lits peu épais de grès fins très ferrugineux et, dans le Trias de faciès lagunaire, des dépôts d'anhydrite ou de gypse ; horizon souvent dénommé salifère inférieur (2 à 40 m).

Tous ces niveaux sont azoïques et donc non datés ; ils peuvent correspondre au Buntsandstein ou plus vraisemblablement au Muschelkalk inférieur.

**t3-6. Muschelkalk—Lettenkohle. Calcaires dolomitiques, marnes noires.** Disposé en concordance sur les marnes précédentes et formant souvent corniche, cet étage comprend :

- une barre constituée par des bancs épais de calcaire dolomitique à patine beige et noirâtre à la cassure, séparés par de faibles interlits marno-gréseux (8 à 15 m) ;
- un niveau de marnes gréseuses noires, rubanées (0 à 4 m) ;
- une deuxième corniche calcaréo-dolomitique (0 à 8 m).

Ces deux derniers niveaux peuvent être absents en particulier dans les faciès réduit et littoral.

Ces barres dolomitiques sont les seuls niveaux fossilifères du Trias cévenol ; des empreintes de Lamellibranches ont été trouvées à Molières et attribuées par Thierry à

la faune du Muschelkalk supérieur ou du Lettenkohle (*Myophoria vulgaris*, *M. goldfussi*).

t7-9. **Keuper. Marnes rougeâtres ou verdâtres, dolomies gréseuses, grès.** Le Trias supérieur de faciès lagunaire est constitué par un puissant ensemble de dépôts rythmiques de sédiments argileux, carbonatés, sulfatés ou détritiques. Au-dessus de la dolomie du Muschelkalk s'est déposé :

- une série de marnes plissées, gréseuses et dolomitiques, ocre, verdâtres ou noirâtres, présentant souvent des intercalations de bancs d'anhydrite et des lentilles de gypse ; elle constitue le salifère supérieur (50 à 100 m) ;
- une alternance de marnes bariolées de couleurs vives vert et rouge violacé, de grès grossiers ou fins, de quartzites, de bancs calcaréo-dolomitiques et, vers le sommet, de marnes schisteuses noires. Ces marnes versicolores compactes ou finement feuilletées ont une composition qui varie des argilites marneuses aux shales argileux ; elles contiennent fréquemment de nombreux grains de quartz et passent ainsi aux argilites sableuses ou silteuses. La fraction argileuse est essentiellement composée d'illite et très accessoirement de montmorillonite. Les dolomies contiennent une certaine proportion de silice : quartz clastique et silice chertreuse (40 à 120 m).

Le faciès de barrière présente la même alternance de marnes, grès et dolomies, mais avec une puissance réduite de 20 ou 30 mètres.

Le Keuper de faciès littoral est caractérisé dans sa partie supérieure par l'importance des dépôts détritiques : conglomérats, grès et quartzites alternant avec des bancs de dolomie et de rares niveaux marneux (50 à 120 m).

t10. **Rhétien. Grès, marnes noires friables, calcaires lités.** Cet étage constitue la suite lithologique du Keuper auquel il s'apparente et dont il est difficile à distinguer en l'absence du fossile caractéristique ; toujours réduit (5 à 30 m), parfois lenticulaire ou absent, il se présente sous différents faciès. A Molières il lui est rapporté une alternance de grès, de marnes noires friables et de bancs calcaires chamois à dragées de quartz, niveau daté par *Avicula conforta* d'après P. de Brun (30 m).

En l'absence de fossiles plusieurs formations lui ont été attribuées par J.P. Destombes et A. Bernard :

- marnes noires feuilletées ou écailleuses à intercalations de bancs de dolomies sombres (23 m au sondage Lacoste) ;
- grès blancs à dragées à ciment calcaire, passant latéralement à des calcaires gréseux ou des grès arkosiques ;
- calcaires lités gris de fumée ou chamois à intercalations marneuses noires.

## Lias

l1. **Hettangien inférieur. Calcaires noduleux** (10 à 15m). Calcaire argileux gris mat cendré en petits bancs noduleux décimétriques séparés par des marnes gris clair et renfermant des *Psiloceras planorbis* en particulier à Cadacu ; à la base, présence constante d'un niveau lumachellique à *Mytilus stopanii*, *Ostrea sublamellosa*, *Cardinia* sp., *Pleuromya* sp., *Lima (Plagiostoma) valoniensis*, *Plicatula hettangiensis*, *Lima tuberculata*, *Pholadomya* sp., etc.

l2. **Hettangien supérieur. Dolomie.** En stratification concordante et reposant sur les calcaires précédents, apparaît une formation dolomitique compacte en gros bancs métriques séparés par des joints argilo-marneux. Cette dolomie de patine brune ou ocre est à cassure finement cristalline et de teinte gris foncé ; fréquemment fissurée et divisée en blocs par des diaclases ouvertes, elle reçut parfois l'appellation de « dolomie cubique ». Cet ensemble est très généralement azoïque, cependant vers Gammal et Meyrannes P. de Brun et L. Vedel y ont découvert des espèces faunistiques de la zone à *Schlotemia angulata*. Au sommet le contact dolomie—calcaire n'est pas forcément une limite stratigraphique et la dolomie peut éventuellement englober une partie du

Sinémurien. La puissance de cette formation est très variable, généralement bien développée (80 à 100 m), elle peut atteindre 150 m dans la bordure du bassin du Mialet ou au contraire localement disparaître par biseau stratigraphique dans la vallée de l'Amous à Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille.

**13. Sinémurien inférieur. Calcaire argileux noduleux gris-bleu** (30 à 60 m). Représenté séparément sur la carte, seulement au Nord du Gardon d'Alès, le Sinémurien inférieur est présent notamment au bois de Valz, dans le bassin de Mialet et à Meyrannes avec des calcaires argileux en gros bancs à surface noduleuse et d'aspect rognonneux gris clair en surface, bleutés à la cassure et à pâte fine ; les interlits marneux décimétriques qui renferment plus particulièrement à la base *Mactromya liasina*, *Pinna* sp. et des débris de Lamellibranches, Gastéropodes et Polypiens, disparaissent progressivement vers le haut, tandis que les calcaires se chargent progressivement en silice. Ce calcaire fournissait à Meyrannes une excellente chaux hydraulique.

**14. Sinémurien supérieur (Lotharingien). Calcaire bleu à chailles** (40 à 60 m). Calcaire à patine brun clair, rugueux au toucher, dur et sonore, très chargé en silice qui forme des rognons cherteux allongés et ramifiés faisant saillie sur la tranche des bancs épais de 0,40 à 0,60 m, et séparés par de minces interlits marneux. Ce calcaire très riche en Encrines présente une cassure cristalline miroitante gris noirâtre. Très nombreux tests de Gryphées épigénisées en silice calédonienne. P. de Brun et M. Brousse ont reconnu principalement : *Gryphea rhodanensis* très abondante, *G. arcuata*, *Pinna similis*, *P. hartmanni*, *Pentacrinus tuberculatus* ; rares débris d'Ammonites *Echioceras raricostatum* ; absence de Bélemnites. L'altération superficielle produit des terrains rougeâtres à végétation silicicole.

**15. Pliensbachien inférieur: Carixien. Calcaires gris-bleu, bien lités** (10 à 40m). Calcaire gris clair argileux en bancs bien lités et peu puissants (0,10 à 0,40 m) présentant quelques intercalations marneuses vers le sommet ; il se termine au bois de Valz par une surface calcaire perforée et corrodée à nombreuses incrustations de nodules ferrugineux. La faune est abondante et variée : *Lytoceras fimbriatum*, *Tropidoceras futtereri*, *T. masseanum*, *Acanthopleuroceras maugenesti*, *A. valdani*, *Uptonia jamesoni* et nombreuses Bélemnites.

**16. Pliensbachien supérieur : Domérien. Marnes friables grisâtres** (20 à 30 m). Le Domérien n'a été distingué sur la carte qu'au bois de Valz, tandis qu'ailleurs, il est soit groupé avec le Toarcien, soit absent. A Valz, il est composé de marnes grises friables en menus fragments, enrobant de nombreux rognons ferrugineux à structure concentrique et présentant quelques minces bancs de calcaire argileux vers le sommet de la série. Le fossile caractéristique est l'Annélide *Tisoa siphonalis* ; il a été trouvé quelques Bélemnites et un fragment d'Ammonite attribué à *Amaltheus margaritatus*.

**17. Toarcien inférieur. Marnes noires, faciès Schistes carton.** Bien individualisé à Valz, le Toarcien inférieur est présent au Sud-Ouest de Saint-Jean-du-Pin où il disparaît par biseau stratigraphique ; au Nord d'Alès il est inconnu, sauf près de Saint-Ambroix sous son faciès marneux habituel et il apparaît en lambeaux réduits et discontinus de calcaires gréseux qui sont indiscernables de la série mammo-gréseuse du Lias supérieur. Au bois de Valz où il est le plus développé, le Toarcien inférieur est formé de marnes noires bitumineuses, feuilletées et indurées (faciès *schistes carton*) à inclusions pyriteuses et débris de lignite. La faune est abondante et bien conservée. P. de Brun et M. Brousse ont identifié : *Harpoceras falciferum*, *Dactyloceras annufatum*, *D. commune*, *Posidonomya bronni* et des empreintes de Poissons et de Crustacés (10 m). La suite de l'étage est constituée par des marnes grises friables à *Hildoceras bifrons* et petites Ammonites pyriteuses difficilement déterminables (20 m). En horizons très condensés il peut constituer les premiers niveaux de la série calcaréo-

gréseuse du Lias supérieur et du début du Dogger. Dans la région Meyrannes—Saint-Brès, P. de Brun a reconnu un banc de calcaire gréseux noir ou grisâtre épais d'environ 1 m et qui renferme : *Phylloceras heterophyllum*, *P. nilsoni*, *Hammatoceras* sp., *Grammoceras* sp., *Pseudogrammoceras fallaciosum*, *Hildoceras bifrons*, *Lioceras pseudo-elegans*, etc. (1 à 1,50 m).

### Jurassique moyen

#### l8-j1a. Toarcien supérieur—Aalénien—Bajocien inférieur. Série calcaréo-gréseuse.

Une série monotone de marnes et de calcaires gréseux difficiles à séparer stratigraphiquement se développe du Lias supérieur au Bajocien inférieur ; les dépôts essentiellement calcaréo-détritiques ont une épaisseur variable et présentent de fréquents changements de faciès ; ils sont sans doute affectés de nombreuses lacunes de zones stratigraphiques.

Cette série est globalement constituée par une succession de niveaux gris noirâtre : grosses miches ovoïdes de calcaire parfois ferrugineux emballées dans des marnes grises à paillettes de mica blanc, bancs de calcaire gréseux et calcaire spathique noir plus ou moins bitumineux, séparés par de petits interlits de marnes gréseuses schistoïdes. Les bancs épais de 0,10 à 0,40 m présentent souvent des phénomènes de stratification entrecroisée ; leur surface est le plus souvent ondulée. Vers le milieu de la série apparaissent, sur la surface des bancs ou dans les interlits marno-gréseux, de nombreuses empreintes de *Cancellophycus*. Les accidents siliceux sont fréquents dans les bancs calcaires et apparaissent sous forme de chailles grisâtres ou rougeâtres allongées parallèlement à la stratification. Les Ammonites sont rares, les Bélemnites sillonnées beaucoup plus fréquentes : *Bélemnites unicanaliculatus*, *B. sulcatus*.

Dans la région du bois de Valz l'Aalénien inférieur n'a pas été reconnu ; l'Aalénien supérieur correspond à des calcaires gréseux à *Cancellophycus* et *Ludwigia* gr. *murchisonae* (40 à 60 m).

A Dieusse, au Nord de Saint-Ambroix, cette série est représentée par une alternance de calcaires siliceux gris-noir et de marnes grises ; l'Aalénien inférieur très réduit a été repéré par les Ammonites du genre *Dumortiera* et *Pleydellia* (10 à 20 m).

j1b-2a. **Bajocien supérieur—Bathonien inférieur. Calcaire à entroques.** Situé au sommet de la série calcaréo-gréseuse, il s'agit d'un calcaire à cassure spathique miroitante caractéristique, de couleur gris sombre ou roux jaunâtre en bancs continus, puissants de 0,5 à 2 m et à très fins délits marneux. Ce calcaire à entroques est constitué presque exclusivement d'articles rapportés à *Pentacrinus bajocensis* et contient localement d'énormes rognons siliceux dispersés ; souvent rubéfié à l'affleurement il est minéralisé en pyrite et blende dans la région de Saint-Julien-de-Valgagnes. Son extension est très généralisée mais sa puissance très variable (5 à 50 m).

Au Sud d'Alès apparaît une dolomitisation sporadique qui se généralise à l'ensemble de la formation devenue très puissante sur le territoire de la feuille Anduze.

Généralement rapporté au Bajocien, le calcaire à entroques est daté par de rares fossiles : *Terebratula tetraëdra*, *Bélemnites blainvillei*, *B. sulcatus* et les Ammonites du Bajocien supérieur : *Parkinsonia*, *Garantiana*, *Strenoceras*.

A Saint-Brès, d'après S. Elmi, le sommet de la formation est constitué par des calcaires bréchiques à galets calcaires roux et à gros grains de quartz, bien datés du Bathonien inférieur par des Ammonites de la zone à *Zigzagoceras zigzag* : *Nannolytoceras tripartitum*, *Cadomites daubeny*, *Oxyerites fallax*.

Au Sud (feuille Anduze), la même formation dolomitisée est considérée comme bathonienne.

(J2b). **Bathonien supérieur.** Quand il existe, il présente un faciès de marnes grises ou de calcaire marneux identique à celui du Callovien et n'a donc pas été distingué. A Saint-Brès, d'après S. Elmi, il y a une lacune probable de tout le Bathonien moyen et d'une partie du Bathonien supérieur qui n'est représenté que par un seul banc (0,10 à



0,15 m) de calcaire noir, compact, riche en quartz détritique et découvert par P. de Brun ; il contient : *Epistrenoceras contrarium* et *Treptoceras uhligi*.

**j3. Callovien. Marnes feuilletées gris-noir et calcaires argileux. Le Callovien inférieur** souvent lié au Bathonien supérieur est partout bien développé ; il constitue une série calcaréo-marneuse qui comprend généralement des marnes noires feuilletées admettant quelques bancs de calcaire gris-noir compact (5 à 40 m), des marnes schisteuses noires (5 à 15 m), une alternance de marnes noires de 0,10 à 1m séparées par des calcaires argileux en bancs décimétriques qui se débitent en plaquettes et miches et contenant de nombreuses *Posidonomya alpina* et quelques rares *Macrocephalites macrocephalus* (30 à 50 m), des marnes très argileuses grises esquilleuses micacées, riches en Posidonomyes et Ammonites pyriteuses, *Oxyceratites subcostarius*, *Proplanulites* sp., *Grossouvría* sp. (5 à 20 m), des calcaires faiblement argileux gris cendré de plus en plus compacts, prédominants sur les niveaux marneux et qui renferment *Hecticoceras navense*, *H. ardesicum* (3 à 12m).

Au Nord de Saint-Brès, la série calcaréo-marneuse a été décrite par S. Elmi : elle est composée de marnes noires feuilletées et micacées à fragments de *Macrocephalites macrocephalus* (15 m), d'une alternance de marnes noires et de bancs de calcaire peu compact à *P. alpina*, *M. macrocephalus*, *M. kamptokephalites* (23 m), et d'une partie supérieure constituée de calcaire gris compact en bancs épais de 0,10 à 0,40 m et de marnes noires contenant *Choffatia* sp., *Reineckeites* sp., *Calliphylloceras mediterraneum* (18 m).

**Le Callovien moyen** est constitué par quelques bancs de calcaire gris clair riche en petits nodules pyriteux et piqué de grains noirs à vert sombre de glauconie (niveau carié), et de calcaire gris-beige à patine jaunâtre très riche en glauconie et à gros nodules de pyrite ; la surface supérieure du dernier banc (niveau rognonneux) est durcie et irrégulière, elle contient par endroits : *Reineckeia grossouvrei*, *Grossouvría* sp. (0,20 à 1 m).

Le Callovien est incomplet dans sa partie supérieure (lacune des zones à *Peltoceras athleta* et *Quenstedtoceras lamberti*).

**L'Oxfordien inférieur** est également absent.

### **Jurassique supérieur**

**j5. Oxfordien moyen. Calcaires grumeleux à fines intercalations de marnes.**

Au-dessus du banc de calcaire glauconieux précédent on distingue :

- « le cordon grumeleux », composé de petits bancs décimétriques de calcaire grumeleux de patine rousse et à pâte gris bleuté, séparés par de minces interlits de marnes graveleuses ; la faune est abondante : *Phylloceras*, *Ochetoceras*, *Perisphinctes*, *Dichotomosphinctes*, *Taramelliceras* sp., etc. (2 à 3 m) ;
- des calcaires grumeleux compacts gris-noir ou à patine rousse en bancs plus épais ; fossiles plus rares : *Perisphinctes*, *Trimarginites* sp. (6 à 10 m) ;
- des calcaires argileux gris alternant avec des marnes grumeleuses gris bleuté ; les calcaires deviennent plus abondants vers le sommet. Faune pauvre : *Ochetoceras canaliculatum* (10 à 20 m).

**J6. Oxfordien supérieur. Calcaires bruns (70 à 90 m).** L'Oxfordien supérieur est représenté par des calcaires en bancs bien lités (0,20 à 0,80 m) à patine brun-roux, avec localement à la base de la série quelques intercalations de marnes beiges schisteuses. La pâte est brune ou marron foncé, fine à passées grumeleuses. A la partie supérieure, les bancs sont souvent épais, la patine beige clair ou blanchâtre, la pâte brune ou gris-noir. Ces calcaires renferment : *Ochetoceras marantianum*, *Perisphinctes (Biplices)* sp., *Orthosphinctes*, *Taramelliceras callicerum*, *Peltoceras (Epipeltoceras) bimammatum*.

**J7. Kimméridgien inférieur. Calcaires argileux lités (40 à 50 m).** Calcaire légèrement argileux à patine beige et à pâte fine gris foncé, en petits bancs de 0,10 à 0,30 m

d'épaisseur, séparés par de minces lits de marnes feuilletées ou de calcaire grumeleux très argileux ; l'épaisseur des bancs croît progressivement (0,30 à 0,50 m) ; le calcaire est alors moins argileux, à patine blanchâtre et à pâte grise ou brun clair. Il est peu fossilifère : *Crussoliceras* et *Ataxioceras* sp.

**j8. Kimméridgien supérieur. Calcaires gris-bleu** (50 à 80 m). Calcaire à patine blanchâtre en bancs épais de 1 à 2,50 m ; la cassure est conchoïdale ; la pâte fine, sublithographique, quelquefois pseudo-bréchiq ue est de teinte gris clair, accessoirement parsemée de taches rosées et de concrétions de pyrite. Ces calcaires forment souvent des falaises escarpées et leurs surfaces constituent des plateaux karstiques d'aspect ruiniforme. Les fossiles sont rares et difficiles à dégager : *Taramelliceras*, *Aspidoceras*, *Nebrodites*.

**J9. Tithonique (Portlandien). Calcaires massifs gris clair** (20 à 30 m). Difficile à distinguer de l'étage précédent, il s'agit d'un calcaire blanchâtre massif ou en bancs métriques réguliers et à pâte fine très claire ; il est très peu fossilifère.

### **Crétacé inférieur**

**n1. Berriasien. Calcaire argileux noduleux** (30 m). Calcaires argileux gris cendré en gros bancs à débits noduleux, avec dans la partie supérieure quelques interlits de marnes grises feuilletées. La macrofaune est relativement abondante : *Ptychophylloceras semisulcatum*, *Neocomites occitanicus*, *Berriasella picteti*, *B. boissieri*, *Pygope diphoides*. La microfaune est caractérisée par la fréquence de *Tintinnopsela carpathica*. La microflore pas très riche et abimée comprend : *Tenua hystrix*, *Muderongia* sp., *Gleicheniidites senonicus*, *Pityosporites microalatus*.

**n2. Valanginien. Marnes grises à intercalations de calcaires bioclastiques** (100 à 1 000 m). Puissante série essentiellement marseuse composée dans la partie inférieure de marnes grises feuilletées à Ammonites pyriteuses : *Kilianella*, *Neolissoceras grasi*, *Protetragonites*, *Phylloceras semisulcatum*, *Neocomites neocomiensis* ; à Caussonville (commune de Saint-Julien-les-Rosiers), s'intercale un niveau d'une dizaine de mètres de gros bancs jointifs de calcaire jaune roussâtre bioclastique à grains grossiers et miroitants, constitué de débris d'Échinodermes, de fragments de baguettes de *Cidaris* et d'articles d'Encrines. Le reste de la série est représenté par les marnes gris cendré ou bleuté généralement ocre en surface et régulièrement stratifiées ; des bancs peu épais (0,10 à 0,20 m) de calcaire gris foncé argileux et peu résistant, à débit noduleux s'intercalent progressivement avec une fréquence croissante vers le sommet de l'étage. Dans la région de Mons il a été recueilli : *Belemnites (Duvalia) latus*, *Leopoldia* sp., *Olcostephanus*, *Lytoceras subfimbriatum*.

La flore palynologique est assez riche et comprend : microplaheton (*Surculosphaeridium* sp., *Cyclonephelium distinctum*, *C. paucispinum*, etc.), spores (*Cyathidites minor*, *Staplinisporites caminus*, *Gleicheniidites senonicus*, etc.) et pollens (*Tsugapollenites* sp., *Pityosporites microalatus*, *Classopolis* sp., etc.)

La fraction argileuse est constituée en égale proportion de kaolinite, illite et montmorillonite.

**n3a. Hauterivien inférieur. Calcaires argileux grisâtres, interlits de marnes feuilletées** (100 à 150 m). Alternance de bancs (0,30 à 0,40 m) de calcaire argileux bicolore, gris jaunâtre extérieurement avec un centre bleuté, et de marnes feuilletées grises ; progressivement les bancs calcaires prédominant, deviennent moins argileux et uniformément grisâtres ; les Ammonites recueillies dans cet horizon sont : *Leopoldia leopoldi*, *Saynella clypeiformis*. La série se poursuit insensiblement par des calcaires gris argilo-gréseux se présentant en boules ou fuseaux contournés par de minces lits de marnes grises feuilletées ; ils renferment : *Toxaster complanatus*, *Crioceratites duvali*, *Olcostephanus astieri*, *Neocomites gr. nodosoplicatus*, *Crioceratites* sp., *Acanthodiscus radiatus*.

Les microplanctons, spores et pollens sont abondants ; il a été reconnu en particulier : *Chlamydothorella nyei*, *Dingodinium albertii*, *Cyclonephelium distinctum*, *Gleicheniidites senonicus*, *Cyathidites australis*, *Cicatricosisporites drogensis*, *Classopolis* sp., *Podocrapidites multesisnus*, *Pinuspollenites minimus*.

La fraction argileuse est caractérisée par une diminution, par rapport au Valanginien, de la proportion de kaolinite au profit de la montmorillonite.

n3b. **Hauterivien supérieur. Calcaires compacts beiges ou marnes noduleuses.** Entre Alès et Rousson, le long de la bordure orientale du fossé tertiaire, l'Hauterivien supérieur est constitué par un ensemble de marnes gris clair et des calcaires très argileux à patine blanchâtre beige clair à la cassure. Cette formation renferme de très nombreux *Toxaster amplus* et *Exogyra couloni*. Le calcaire de faciès urgonien repose directement sur ce niveau (60 à 80 m).

A l'Est, sur le flanc nord de l'anticlinal de Lussan et en périphérie du synclinal de Brouzet-lès-Alès, il est représenté par des calcaires peu argileux durs et cristallins, beiges ou gris clair, compacts ou en bancs épais de 0,40 à 1 m, séparés par de minces lits de marnes plus ou moins indurées renfermant de rares *Pseudothurmannia anguliscotata* (150 à 200 m).

Le sommet est marqué par un *hard ground*, surface durcie perforée de trous de Pholades remplis de glauconie ou d'oxyde de fer, consécutive à une lacune de sédimentation (100 à 150 m).

Le microplancton est assez abondant : *Surculospheridium* sp., *Oligospheridium asterigerum*, *Coronifera oceanica*, *Dingodinium albertii*, *Spiniferites cingulatus*, etc.

La fraction argileuse des dépôts de l'Hauterivien supérieur est caractérisée par une forte proportion de montmorillonite par rapport à l'illite ainsi que par l'absence de kaolinite.

n4a. **Barrémien inférieur.** A l'Est du fossé d'Alès, ce sous-étage se présente sous deux faciès distincts :

n4aM. **Marnes.** Sur la paléosurface d'altération de l'étage précédent, se développe une épaisse série marseuse présentant quelques intercalations de petits bancs de calcaire très argileux qui deviennent plus fréquents vers le sommet. Ces marnes renferment de très nombreux *Toxaster seynensis* et de très grosses Ammonites : *Emericiceras* sp.

A Lussan, J. Chevalier a reconnu la présence d'une riche microfaune de Foraminifères : *Conorotalites barstenteini*, *Lenticulina sigali*, *Vermeulinoides subfilliformis*, *Globigerina planispira*, et vers le sommet : *Conorotalites intercedens*, *Chofatela decipiens*, *Trocholina alpina* et *T. elongata* (130 à 150 m).

La microflore est composée de *Foveotrilates subtriangularis*, *Cicatricosisporites drogensis*, *Inaperturopollenites hiatus*, *Pityosporites microalatus*.

n4aC. **Calcaire.** Ce faciès, progressivement interstratifié dans les marnes précédemment décrites, peut être inexistant ou au contraire envahir l'ensemble du sous-étage, en particulier vers l'Ouest. Il correspond au *Barutélien* de A. Torcapel, niveau très développé dans le cadre des feuilles Sommières et Nîmes. Il s'agit d'un calcaire argileux gris blanchâtre, massif ou à stratification irrégulière et qui se débite en dalles par altération. Il est peu fossilifère en dehors de *Nemausina neocomiensis* très commun et de *Toxaster seynensis* (0 à 50 m).

n4U, n4bU. **Barrémien indifférencié ou Barrémien supérieur. Calcaire urgonien.** A l'Ouest du fossé d'Alès, le calcaire de faciès urgonien repose directement sur l'Hauterivien supérieur ; à l'Est, il constitue le Barrémien supérieur. C'est un calcaire récifal blanc éblouissant, très pur (99,5% de CaCO<sub>3</sub>), cryptocristallin, compact, généralement massif ou en bancs très épais et de patine grisâtre. Il est activement exploité dans la commune de Brouzet-lès-Alès pour être utilisé comme pierre de taille et d'ornementation. Il est caractérisé par la présence de Polypiers, Rhynchonelles,

Térébratules, Rudistes (*Requienia ammonia*, *Toucasia carinata*, *Monopleura*) et l'absence d'Ammonites.

L'apparition du faciès urgonien est sans doute hétérochrone et s'est établi progressivement d'Ouest en Est (80 à 100 m).

L'*Aptien* et l'*Albien* ne sont représentés dans le périmètre de la feuille par aucun dépôt marin ou continental.

### **Crétacé supérieur**

Discordants sur les calcaires urgoniens, des affleurements discontinus, peu épais et de faible extension, étagés du Cénomaniens au Turonien, souvent difficiles à différencier, s'observent principalement sur la bordure orientale du fossé tertiaire d'Alès (Saint-Jean-de-Maruejols, Rochegude, Rivières, Boisson, Brouzet-lès-Alès) et accessoirement à l'Ouest (la Verrière près de Rousson). Ils furent étudiés en particulier par J. Sornay, P. Freydet et G. Paradis et constituent la terminaison occidentale des dépôts marins de la zone littorale située au Nord de l'isthme durancien.

**C2. Cénomaniens supérieur. Grès, calcaires jaunes, marnes beiges.** Dans le syndinal de Boisson, succession de marnes jaunes composées essentiellement de montmorillonite, de grès calcaireux à Huîtres et Brachiopodes, de grès roux et d'argiles rouges sableuses (40 à 50 m). A Rochegude, près du cimetière, grès quartzeux rougeâtres ou jaunes (faciès paulétien) dans lesquels J. Sornay a identifié : *Cyrena* sp., *Glaucônia* sp., *Ostrea lignitorum*, *E. columba* et *E. flabellata*.

Ailleurs, il n'a pas été identifié, ou bien est très peu épais et a été alors groupé avec l'étage suivant.

**C3. Turonien. Grès ferrugineux, sables jaunes, argiles versicolores.** A Boisson : grès sableux jaunes ou roux débutant par un banc riche en graviers de quartz et cailloux noirs et renfermant des niveaux de marnes ligniteuses grises ou versicolores et des lentilles de sable blanc ; le sommet est formé de grès calcaires jaunes, glauconiques à débris d'*Ostrea malletiana* (20 à 25 m). La fraction argileuse est constituée principalement de montmorillonite et accessoirement de kaolinite.

A Brouzet-lès-Alès : marnes sableuses, grès rougeâtre ou jaune avec intercalations de quelques bancs métriques de calcaire roux (15 à 20 m).

Les autres affleurements sont constitués d'alternances diverses de sables jaunes argileux, de grès rouge et jaune et de marnes versicolores.

**C4. Coniacien. Calcaire à Rudistes** (30 à 35 m). Calcaires à Rudistes, qui dans le synclinal de Boisson forment une haute falaise surplombant la formation précédente ; la base de l'étage de teinte jaunâtre est très riche en Rudistes ; au-dessus les couches deviennent plus blanches et à patine grise, c'est alors un calcaire dur, parfois graveleux à Rudistes moins fréquents ; le sommet devient crayeux et très blanc. La faune est abondante : *Hippurites organisans*, *Radiolites sauvagesi*, *Biradiolites canaliculatus*, *Orbigynya socialis*, *Nerinea trochiformis*, etc.

**C5. Santonien. Grès ferrugineux, sables et argiles** (25 à 30 m). Grès ferrugineux ocre à rougeâtre alternant avec de rares bancs d'argile, des sables quartzeux blancs plus ou moins argileux, contenant quelques débris ligniteux et parfois riches en Huîtres : *Ostrea* cf. *socialis*. La fraction argileuse est entièrement constituée de kaolinite.

La série du Crétacé supérieur s'arrête avec cet étage qui constitue le dernier dépôt marin observé sur le territoire de la feuille d'Alès, les termes supérieurs non continentaux sont soit absents par lacune stratigraphique due à l'émersion, soit érodés.

## **Tertiaire**

### **Paléocène—Éocène**

**e1-4. Paléocène et Éocène inférieur. Sables, grès et argiles bigarrés** (15 à 20 m). Formation fluviolacustre, localisée dans la région de Brouzet-lès-Alès et Navacelles,

discordante sur les grès du Crétacé supérieur ou le calcaire urgonien et qui est composée de sables siliceux rouges, rosés ou jaunes, et de grès à ciment souvent ferrugineux associés à des lentilles d'argile de teintes vives, généralement rutilantes. Cet ensemble est rigoureusement azoïque. La fraction argileuse est caractérisée par l'abondance de la montmorillonite, la présence de kaolinite et des traces d'illite.

**e5. Éocène moyen : Lutétien. Calcaire lacustre d'Aigalier** (3 à 5 m). Calcaire lacustre gris blanchâtre grumeleux et vacuolaire légèrement argileux qui forme un banc peu épais qui s'étend d'Aigalier à Camp Redon et repose en concordance sur la formation précédente. Il a été trouvé dans ce calcaire l'association très caractéristique des Gastéropodes suivants : *Planorbis pseudoammonius*, *Strophostoma lapicida* et *Limnaea michelini*.

**e6. Bartonien inférieur (Auversien) et moyen (Marinésien). Sables argileux, marnes à intercalations de grès et conglomérats** (80 à 100 m). Dans la région des Plans succède au calcaire lacustre un complexe détritique, généralement azoïque, composé de marnes rougeâtres ou jaunes, de sables, de grès, de calcaires gréseux en plaquettes de teinte saumonée, admettant en intercalations à différents niveaux des conglomérats à galets de calcaire crétacé. La fraction argileuse est constituée de kaolinite, illite et montmorillonite en proportions sensiblement égales.

A Robiac, dans le bassin de Saint-Mamert (feuille Sommières), cette série est couronnée par quelques bancs calcaréo-argileux très fossilifères : Mammifères, Mollusques et Charophytes qui permettent une corrélation précise avec le sommet du Marinésien du Bassin de Paris.

**e7a. Ludien inférieur (Sannoisien inférieur auct). Calcaires en plaquettes et marnes feuilletées** (30 m). Succédant à la formation détritique précédente et la débordant, s'instaure une sédimentation carbonatée de caractère essentiellement lacustre ou sporadiquement lagunaire qui s'est développée progressivement du Sud vers le Nord ; elle repose en totale discordance sur les marnes valanginiennes ou les calcaires urgoniens et ferme par une longue cuesta l'ouverture du synclinal éocène des Plans vers le sillon oligocène d'Alès.

Ces dépôts sont représentés par une série de calcaires crayeux blancs à *Melania apirospira*, *Cyrena dumasi*, *Lymanaea longiscata*, des marnes et conglomérats (au Nord de Mons), des calcaires en petits bancs décimétriques présentant parfois des lits de silex bruns et des débris ligniteux ; ces calcaires en plaquettes, exploités dans la région de Mons et Méjeannes-lès-Alès, correspondent à ceux de Monteils (feuille Anduze) et renferment : *Cyrena alesiensis*, *Sphaerium bertaruae*, *Hydrobia* cf. *pyramidalis*. La série se poursuit par des marnes et calcaires feuilletés montrant de très nombreuses empreintes de flore fossile : *Ficus marioni*, *F. ambigua*, *Sequoia (Doliosirobus) sternbergi*, *Vallisneria saportana*, *Chamoerops celasensis*, d'Insectes, principalement Diptères (*Biblio* sp.) et de Poissons (*Atherina vardinis*). Ce dernier niveau est très souvent imprégné de bitume et constitue l'horizon des calcaires asphaltiques actuellement exploités à Saint-Jean-de-Maruéjols.

Sur le territoire de la feuille Anduze se situe à la base de cette formation le célèbre gisement des Mammifères d'Euzet-les-Bains à *Palaeotherium crassum* et qui est surmonté par un niveau à *Potamides aporoschema* inconnu plus au Nord.

M. Feist-Castel a identifié dans ces niveaux une flore de Charophytes fossiles composée d'*Harrisichara lineata* dans la région de Vieille Cité, *Gyrogona wrighti*, *Psilochara dumasi* près du cimetière de Mons et qui correspond à la zone de Verzenay (Hordle).

J.-J. Châteauneuf a reconnu l'association palynologique suivante : *Tetracolporopollenites* sp., *Tricolporopollenites microiliacus*, *Polienites megaexactus* dans des échantillons prélevés aux carrières de Méjeannes-lès-Alès.

e7bG. **Ludien supérieur (Sannoisien supérieur auct.). Grès de Celas** (0 à 60m). Cette formation en légère discordance avec la précédente fut longtemps considérée en Languedoc comme marquant le début de l'Oligocène. Cependant, pour respecter les corrélations avec les autres grands bassins tertiaires des Limagnes et du Bassin de Paris, nous adopterons la chronostratigraphie définie en particulier par Cl. Cavelier. La présence dans les grès de Celas de Mammifères appartenant à la zone de Montmartre conduit à synchroniser cette formation avec la Haute-Masse du gypse qui, dans le Bassin de Paris, est rangée dans le Ludien moyen.

Cette assise détritique est composée d'une alternance de grès calcaires plus ou moins grossiers, parfois bleutés à la cassure, mais généralement ocreux en surface, de marnes sableuses et pyriteuses jaunâtres ou verdâtres et de quelques bancs de poudingues ; la stratification est parfois entrecroisée et la surface mamelonnée des bancs est souvent couverte d'empreintes de végétaux : *Cinnamomum*, *Cystopteris fumariacea*, *Chamoerops celasensis*, *Ficus*, etc. Aux Vieilles-Fumades, figure une flore de Charophytes qui, d'après M. Feist-Castel, est composée de *Gyrogona coelata*, *Harrisichara tuberculata* et *Rhabdochera meridionalis* et qui peut être attribuée à la zone de Bem bridge.

La fraction argileuse étudiée par C. Sittler est caractérisée par l'abondance de l'illite, une forte proportion de chlorite et une quantité variable de montmorillonite ; la kaolinite n'est présente qu'occasionnellement.

Cette assise prend au Sud une grande extension et correspond, sur la feuille Anduze, aux grès de Sauzet ; au contraire elle se réduit en direction du Nord et disparaît vers Auzon.

e7b. **Ludien supérieur (Sannoisien supérieur auct.). Calcaires bitumineux et marnes feuilletées** (30 à 50 m). A l'Ouest de Celas, entre le mas d'Olympie et le mas de Trescol, la série gréseuse est surmontée d'un horizon de marnes grises feuilletées à couches de lignite qui furent autrefois exploitées (concessions de Servas et de Celas) ; quelques pièces de Mammifères y furent recueillies et correspondent globalement à la zone de Montmartre : *Palaeotherium crassum*, *P. curtum*, *P. muhlbergi*, *Piagiolophus fraasi*, *Choeropotamus* sp., *Anoplotherium* sp. Ce niveau ligniteux se retrouve plus au Nord, à Saint-Jean-de-Maruéjols et à Avéjan, mais repose sur les calcaires bitumineux sans intercalation de grès. Il est en outre surmonté d'un dernier niveau de calcaires et de marnes grisâtres qui se délitent en petits bancs et renferment : *Brotia albigensis*, *Melanoides acutus*, *Sphaerium bertereauae*, *Cyrena convexa*.

Cette série calcaire se retrouve au Sud (feuille Anduze) et correspond au calcaire de Martignargues à *Melanoides acutus* et se poursuivrait au Nord de Barjac (feuille Bourg-Saint-Andéol) sous un faciès de calcaire compact à *Lymnaea aequalis*.

## Oligocène

g1-3. **Stampien et Oligocène supérieur. Série de marnes et de grès avec niveaux particuliers.** L'Oligocène est représenté par une très épaisse formation continentale déposée au fur et à mesure de la subsidence du graben que constitue le fossé d'Alès ; par suite de la prépondérance du rejet de la faille des Cévennes, les terrains les plus anciens s'observent sur la bordure orientale du bassin. En dehors des distinctions lithologiques aucune coupure chronostratigraphique n'a pu être établie ; il semblerait cependant d'après les éléments faunistiques rencontrés qu'il y aurait absence à l'affleurement de dépôts du Stampien inférieur.

La série débute par une assise de grès jaunâtres à nombreux intervalles marneux et comporte à la base deux ou trois bancs discontinus de poudingues à galets calcaires. Dans la tranchée de l'ancien chemin de fer à Cativeil, il a été recueilli autrefois une mâchoire d'*Anthracotheium magnum*. La série se poursuit avec prédominance de marnes grises, jaunes ou le plus souvent saumonées, avec quelques passées sablo-gréseuses et de minces bancs irréguliers de conglomérats. Un banc peu épais (1 à 5 m) de calcaire lacustre dur, très blanc et sublithographique s'observe de façon presque continue entre le mas de Trespaux et le hameau de Cauvas. Au-dessus les dépôts

marno-gréseux réapparaissent avec intercalation d'un niveau particulier de poudingues à galets de quartz présent surtout en contrebas et à l'Est des affleurements d'îlots crétacés. Plus spécialement au Nord de l'Auzonnet, de Potelières à Saint-Étienne-de-Sermantin, on observe une séquence constituée principalement d'argiles et de marnes jaune-ocre ou rougeâtres avec de nombreuses intercalations de bancs grisâtres de microconglomérats vacuolaires, de calcaire graveleux ou oolithique. Vers l'Ouest, en particulier à Salindres, Saint-Victor-de-Malcap et Saint-Geniès, les niveaux de l'Oligocène sont formés d'une alternance de marnes, d'argiles jaunes ou rosées et de bancs de calcaires plus ou moins argileux, blanchâtres, grumeleux ou crayeux, contenant parfois des horizons ligniteux.

Les termes supérieurs de la formation lacustre se composent de marnes gréseuses, de grès jaunes et surtout de poudingues et brèches particulièrement développés entre Rousson et Saint-Ambroix. Ce conglomérat, appelé localement *amella* (amande), est constitué par des blocs de calcaire urgonien ou hauterivien souvent volumineux et peu roulés et provenant du démantèlement des falaises néocomiennes consécutives au fonctionnement de la faille des Cévennes ; le ciment est argilo-calcaire et la puissance de ce niveau peut atteindre une centaine de mètres, alors que l'épaisseur totale de la formation est de l'ordre de 400 à 600 mètres.

La fraction argileuse de l'ensemble des dépôts de l'Oligocène est marquée par la prédominance de la montmorillonite sur l'illite et la présence constante d'une faible quantité de kaolinite.

De nombreux gisements de Vertébrés ont été découverts en particulier à Sarèle où il a été recueilli : *Acerotherium minutum*, *Elomeryx borbonicus*, *Lophiomerix* sp., *Eomys* sp., *Issiodoromys quercyi*, *Heterocricetodon stehlini*, etc., faune qui placerait ce gisement dans la zone biochronologique de Courmon. D'autres fossiles ont été recueillis dans la tranchée de Cativeil (*Anthracotheium magnum*), à Saint-Étienne-de-Sermantin (*Acerotherium minutum*, *Anthracotheium magnum*), à Salindres (*Acerotherium minutum*) et à Saint-Alban (*Rhinocerotide*, Rongeur). En bordure de la route de Saint-Ambroix à Saint-Sauveur-de-Cruzières (feuille Bessèges) à 1 km au Nord de Saint-Geniès, se situe un gisement de Mammifères qui renferme *Protapirus priscus*, *Pseudotheridomys* et une flore de Charophytes étudiée par M. Feist-Castel et composée de *Tectochara meriani*, *Sphaerochara hirmeri*, *Rhabdochara praelangeri*, association qui correspond à un niveau élevé de l'Oligocène compris entre les zones de Saint-Vincent et de Saint-André.

### **Miocène**

L'importante transgression marine du Miocène dont les limites marquées par des lambeaux de dépôts se situent sur le territoire des feuilles voisines Pont-Saint-Esprit et Uzès ne semble pas avoir atteint le bassin d'Alès.

### **Pliocène**

Des remplissages argilo-sableux de cavités de l'Urgonien du mont Bouquet ont livré une faune de micro-Mammifères étudiée par J. Michaux et attribuée au Pliocène terminal : *Trilophomys pyrenaicus*, *Mimomys stehlini*, *Stephanomys* sp., *Beremendia fissidens*.

## **Quaternaire**

### **Formations fluviatiles**

#### **Alluvions anciennes**

Fv. **Alluvions « villafranchiennes » (hautes terrasses)**. Alluvions fluviatiles les plus anciennes dont il ne subsiste en bordure de la Cèze et du Gardon que des lambeaux de dépôts étagés entre 40 et 90 m au-dessus du niveau du cours actuel des rivières. Elles sont composées d'abondants galets siliceux blancs très arrondis de quartzites et de débris schisteux altérés et friables, emballés dans une matrice argilo-sableuse rougeâtre.

Ces dépôts, à matériel d'origine cévenole et dont les principaux affleurements se situent entre Rochemondet et Boisson attribués au Mindel par G. Paradis, sont en fait d'âge incertain ; leur épaisseur varie de 1 à 5 mètres.

**Fx. Alluvions probablement rissiennes.** Lambeaux d'alluvions étalées en terrasses discontinues et bien représentées dans la plaine d'Alès en rive gauche des vallées de la Cèze et de l'Auzonnet à 20—35 m au-dessus du niveau des cours actuels. La composition pétrographique est analogue aux alluvions « villafranchiennes » : quartz, quartzites, micaschistes et granites altérés ; la matrice argilo-sableuse est jaunâtre, parfois rubéfiée en surface. La puissance de ces dépôts est de 3 ou 4 mètres environ.

**Fy. Alluvions probablement wurmiennes (basses terrasses).** Particulièrement développées en bordure de la Cèze et de l'Auzonnet, elles forment des lambeaux de terrasses situées à 5—15 m au-dessus des cours actuels. La composition pétrographique est sensiblement identique à celle des alluvions récentes auxquelles elles se rattachent parfois par un simple ressaut morphologique qui marque le niveau maximum atteint par les plus fortes crues. Leur épaisseur est comprise entre 3 et 6 mètres.

### **Alluvions récentes**

**Fz. Alluvions holocènes. Galets et graviers, sables et limons.** Elles occupent le fond des vallées des principales rivières qui drainent la région, d'une part vers le Sud-Ouest : le Gardon d'Alès et ses affluents le Galeizon et l'Avène, et d'autre part vers le Nord-Est : la Cèze grossie de l'Auzonnet, de l'Alauzène et de la Claysse. La composition de ces alluvions est variable et diffère selon leur origine. Les cours d'eau en provenance des Cévennes (Gardon, Galeizon, Cèze, Auzonnet) ont déposé des sables, graviers et galets surmontés dans le lit majeur d'une couverture limoneuse ; les galets se composent de calcaire et surtout de quartz, de schistes et de grès. La puissance de ces dépôts est variable, de l'ordre de 4 à 10 m dans les vallées de la Cèze et du Gardon. Les alluvions de l'Avène, de l'Alauzène et de la Claysse sont essentiellement limoneuses ou formées de cailloux aplatis et d'éclats peu émoussés de calcaire crétacé ou tertiaire.

### **Formations superficielles non alluviales**

**C. Colluvions indifférenciées.** Formations récentes, généralement peu épaisses (0,50 à 1 m) constituées par des dépôts limoneux ou sables, plus ou moins graveleux, provenant de l'altération, de la décalcification autochtone ou du remaniement par ruissellement des affleurements marno-calcaires voisins.

**EGP. Éboulis périglaciaires** (2 à 6 m). Disposés au pied des falaises urgoniennes, principalement à la périphérie du mont Bouquet, il s'agit d'éboulis ordonnés consécutifs à des actions périglaciaires et composés de lits distincts, de fragments anguleux de 4 à 8 cm, de calcaire urgonien, emballés dans une matrice marneuse jaunâtre. Ces éboulis sont plus ou moins consolidés et leur matrice éventuellement rubéfiée. Localement appelé *sistre*, ce matériau est sporadiquement exploité pour l'empierrement du bas-côté des routes ou des chemins. Un âge rissien ou wurmien leur est attribué par G. Paradis selon l'état de consolidation et de rubéfaction.

**E Éboulis de gravité.** Amas de cailloux anguleux et de blocs monogéniques parfois cimentés et accumulés sur les terrains marneux situés au pied des escarpements calcaires ou dolomitiques.

**X. Dépôts anthropiques.** Les dépôts artificiels liés à l'activité de l'Homme sont importants dans cette région et sont la conséquence inévitable des activités minières et industrielles. L'exploitation des houillères a donné lieu à l'extraction de volumineux déblais parfois érigés en terrils de près de cent mètres de haut et qui ont localement modifié la topographie. Ces nombreux crassiers peuvent présenter un danger par les risques d'émanations de gaz carbonique ; constitués de grès et de schistes charbonneux,



ils sont cependant aisément colonisés par les végétations de pinèdes. Les résidus de lavage et les fines de charbon se retrouvent mêlés aux alluvions du Gardon et de l'Auzonnet.

Les mines métalliques fournissent également des déblais d'exploitation et à Carnoulès, dans la vallée de l'Amous il a été constitué un important dépôt de fines, résidus stériles de flottation.

Les usines de Salindres sont entourées d'aires de stockage de divers déchets industriels ; plus récemment il a été construit à Segoussac, dans la partie en amont d'un petit réseau hydrographique à substratum imperméable, un barrage en terre qui sert de retenue à un bassin de décantation et de stockage de rejets du traitement des bauxites pour la préparation de l'alumine.

## PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

### MÉTAMORPHISME ET STRATIGRAPHIE DES TERRAINS ANTÉ-CARBONIFÈRES

Dans le seul cadre du lever à 1/50 000 des formations cristallophylliennes de la feuille Alès où ces formations affleurent sur une faible superficie, ne représentant que très partiellement la vaste série métamorphique cévenole et de surcroît dans la zone disloquée de l'accident de Villefort, aucun élément n'a été dégagé, permettant de mieux préciser les principaux événements de l'histoire géologique régionale de cette série métamorphique complexe.

On ne peut que faire quelques remarques concernant le secteur étudié et renvoyer le lecteur aux travaux importants effectués par ailleurs dans les Cévennes et plus particulièrement aux notices des cartes avoisinantes : Saint-André-de-Valborgne à l'Ouest, Bessèges et Largentière au Nord où la série cristallophyllienne se poursuit et affleure largement.

#### Métamorphisme

Du point de vue zonéographique ces formations se situent à la limite épizone—parazonie avec des faciès à muscovite—chlorite et des faciès à deux micas ; la paragenèse la plus courante étant à : quartz, albite, muscovite, biotite, chlorite.

La biotite primaire est généralisée dans l'Ensemble I alors qu'elle est sporadique dans l'Ensemble II.

Ce métamorphisme général est antérieur au Stéphanien.

Le métamorphisme de contact, lié aux granites de la commune de Cendras, semble se poursuivre au N.NW dans l'Ensemble II où il pourrait justifier la présence locale de biotite à distribution anarchique.

#### Stratigraphie

Les premiers terrains non métamorphiques rencontrés et datés avec certitude sont d'âge stéphanien.

Aucune donnée ne permet de fixer l'âge des terrains cristallins pour lesquels A. Weisbrod (1965-1970-1974) à la suite de P. Lapadu-H argues (1952) propose l'hypothèse d'un âge cambro-ordovicien (schistes des Cévennes) et attribue un âge hercynien à leur métamorphisme.

Si l'on s'en réfère à la série lithologique cévenole établie par P. Brouder (1974 et thèse inédite), on peut établir les comparaisons suivantes :

- l'Ensemble I (Alès) correspond à l'Unité I (P. Brouder),
- l'Ensemble II correspondrait, au moins *pro-parte*, aux Unités II à V, avec :
  - l'Unité II représentée par les micaschistes à intercalation de quartzite, qui affleurent peu au Sud et à l'Est de la structure de Branoux et dans le secteur oriental (Rouvergue),

- l'Unité III représentée par les micaschistes (s.s.) qui affleurent largement sur la commune de Soustelle,
- l'Unité V représentée par les micaschistes qui affleurent au Sud des vallées de la Salindre et du Galeizon.

De même que si l'on considère la feuille à 1/50 000 Largentière, plus au Nord, on peut assimiler, du moins en partie, l'Ensemble I à la Série de Joyeuse et l'Ensemble II à certains termes de la Série cévenole.

Les roches intrusives se sont mises en place postérieurement. Le batholite de granite, de tendance granodioritique, a imprimé à la série cristallophyllienne un métamorphisme de contact discret. Puis se sont mis en place des amas et filons de microgranite dont la liaison avec le batholite n'est pas établie et enfin des injections tardives de roches lamprophyriques recoupent la série métamorphique suivant des directions parallèles aux grands accidents tectoniques.

### GÉOLOGIE STRUCTURALE

#### Tectonique anté-stéphaniennne

L'absence d'une stratigraphie fine établie dans les séries métamorphiques et la pluralité, évidente sur le terrain, des épisodes de déformation, n'ont pas permis de débrouiller, même localement, la structure complexe de cette région.

En particulier en ce qui concerne la structure de Branoux, où la position des gneiss de l'Ensemble I est pratiquement horizontale, aucune donnée n'a été recueillie, sur le terrain, permettant d'infirmier ou de confirmer l'interprétation en « tête plongeante » de pli couché (J. Pellet, 1960-1972).

Ceci pose le problème plus général du figuré des limites entre les Ensembles I et II à l'Ouest de Branoux et dans le Rouvergue (secteur oriental) où les limites doivent être considérées comme des limites de zones d'affleurement entre les deux ensembles sans préjuger de la nature du contact : normal ou anormal.

Les principaux éléments observés, donnés par ordre d'importance, sont les suivants :

- (01) - acquisition d'une foliation qui apparaît toujours nette et bien développée accompagnée de déformations.
  - (01a) - linéation d'étirement minérale de direction actuelle méridienne (N à N 10°E) lorsque la foliation est sub-horizontale. Cette linéation est particulièrement remarquable dans les faciès amygdalaires où localement les amygdales très étirées se présentent en « bâtons ».
  - (01b) - plissements synschisteux rares. Ce sont des plis de quartz d'exsudation et des rouleaux de direction variable, difficilement interprétables. Il est à noter qu'aucun pli synfolial n'a pu être sûrement observé dans les faciès amygdalaires de l'Ensemble I.
- (02) - plissements post-foliaux souvent bien développés, pluri-millimétriques à pluri-centimétriques, rarement de plus grande dimension, avec développement fréquent d'une schistosité S<sub>02</sub> dans les plans de laquelle on observe souvent des micas néoformés. Ces plis sont de type *strain-slip*. Les micas sont soit ployés, soit, le plus souvent, dessinant des plis à arcs polygonaux, soulignant que la cristallisation métamorphique de la phase 01 s'est poursuivie pendant la phase 02 et s'est terminée après celle-ci. Par ailleurs l'albite fossilise la foliation de la phase 01 et une génération de plis post-foliaux, probablement de la phase 02. Sa blastèse pourrait appartenir à la phase 02 par rapport à laquelle elle serait tardive.

La direction locale, actuelle, de ce plissement est N 40°E.
- (03) - on observe, en outre, localement, à l'affleurement, la superposition de plusieurs systèmes de plis post-foliaux d'ordre de grandeur très variable, centimétrique, métrique, décamétrique mais n'excluant pas d'éventuels plis de plus grandes

dimensions, souvent dissymétriques, de plan-axiaux redressés, dont la chronologie n'a pu être sûrement établie.

Les directions actuelles semblent dégager localement :

- (03a) - un système sub-méridien,
- (03b)- deux systèmes, l'un N 150°E, l'autre N 135°E, centimétrique à décimétrique du genre « plis à chevron »,
- (03c) - un système de plis souples pluri-décimétriques à pluri-métriques de direction sensiblement est—ouest.

Au paroxysme des phases hercyniennes majeures s'est produit la surrection du massif du Rouvergue, horst du socle d'axe sensiblement nord—sud, qui a déterminé à l'Ouest et à l'Est les dépressions de la Grand'Combe et celle plus vaste d'Alès, dans lesquelles se sont accumulés les sédiments stéphanien.

### **Tectonique hercynienne tardive**

Postérieure au Stéphanien et antérieure aux premiers dépôts du Trias, donc imputable à la phase saalienne, elle est responsable des bouleversements majeurs du Houiller. Celui-ci comporte plus de 5 000 m de sédiments datés du Stéphanien inférieur et moyen et conventionnellement répartis en sept zones stratigraphiques.

La succession normale et la continuité de ces terrains ont été respectivement modifiées et rompues par les mouvements hercyniens tardifs qui se sont traduits par quatre grands charriages, précédés, accompagnés ou suivis de dislocations cassantes à rejets directs ou inverses. Les chevauchements se sont exercés d'E.SE en W.NW, comme l'indiquent les rebroussements observés. Ils ont été accompagnés de déformations accessoires telles que plissements, décrochements intercutanés et laminages.

On distingue dans le Houiller :

- *des formations autochtones*, composées presque exclusivement des zones 5, 6 et 7 ; elles occupent toute la bordure occidentale du bassin, la quasi-totalité de la cuvette de la Grand'Combe, l'extrême Nord-Ouest de la cuvette d'Alès et le flanc est du Rouvergue sous forme d'un tégument collé au socle et qui se lamine en profondeur. Elles sont le siège de rebroussements parfois spectaculaires au contact des terrains charriés ;

- *des lambeaux de poussée*, peu étendus et arrachés aux assises houillères autochtones par les unités chevauchantes ; ils séparent ces dernières, les unes des autres ;

- *des unités charriées*, qui constituent la presque totalité du terrain houiller occupant la cuvette d'Alès. Ce sont dans l'ordre de mise en place :

- *l'unité A* (zones 4b, 3 et parfois 5), déterminée par le jeu de la faille de Redoussas, qui se développe surtout au Sud du bassin ;

- *l'unité B* (zones 2 et 3), déterminée par le jeu de la faille de l'Arbousset, qui s'étire en une nappe discontinue du Nord au Sud du bassin ;

- *l'unité C* (zones 3 et 4a), déterminée par la zone de la faille de Malpertus, qui se réduit à trois témoins isolés par l'érosion permienne à l'Est, au Sud et à l'Ouest du massif du Rouvergue ;

- *l'unité D* (zones 1, 2, 3 et 4a) déterminée par le jeu de la faille de Bessèges, la plus récente, qui constitue un ensemble homogène très puissant limité à la partie nord-est du bassin.

Avant que l'intense érosion permienne ne les ait en grande partie détruites, les nappes houillères charriées recouvraient probablement la totalité de la cuvette de la Grand'Combe, tandis que les assises autochtones s'étendaient plus largement vers l'Ouest, comme en témoigne l'Ilot résiduel d'Olympie.

Aux déformations chevauchantes se superposent des fracturations de direction approximativement méridienne qui affectent l'ensemble des terrains cristallins et du bassin du houiller ; le plus important de ces accidents étant la faille de Soustelle ou de la Croix des Vents, de direction N.NW, qui se poursuit au Sud jusqu'à Saint-Jean-

du-Pin et qui serait le prolongement de l'important décrochement de Villefort connu au Nord (extrémité orientale du granite de Lozère décrochée de 12 km vers le Nord). Elle fut active à différentes phases; mettant d'abord en contact anormal les Ensembles I et II des formations cristallophylliennes, elle rejouera jusqu'au Tertiaire, effondrant les formations sédimentaires de la bordure orientale.

### **Tectonique alpine**

L'histoire tectonique post-hercynienne est une succession de périodes de distension où apparaissent des failles normales, et de compression, génératrices de plis parfois chevauchants, de failles inverses et de lames extrusives.

Particulièrement à la fin du Crétacé inférieur se situe un épisode de distension dont il résulte un réseau de failles normales de direction N.NE—S.SW, particulièrement dense sur la bordure mésozoïque cévenole, mais également présent à l'Est du fossé d'Alès, en garrigue de Lussan.

Du Crétacé terminal au Paléocène, la phase de compression pyrénéo-provençale orientée sud—nord plisse les terrains crétacés situés sur la bordure orientale du fossé d'Alès, en une série d'anticlinaux (Mons—Vacquières, Lussan) et de synclinaux (Saint-Just, Brouzet-lès-Alès, Boisson) de direction W.NW—E.SE dissymétriques et légèrement déversés vers le Nord.

Sur la bordure cévenole, cette phase pyrénéenne produit surtout des accidents cassants orientés est—ouest, des failles inverses chevauchantes (au Sud-Est d'Alès on observe une « faille-pli » dont le pendage passe très rapidement de la verticale à l'horizontale) et des décrochements le long des failles préexistantes, déplaçant vers le Nord-Est le compartiment oriental.

Du Stampien à l'Oligocène supérieur se développe une nouvelle période de distension qui provoque en particulier la formation du sillon d'Alès, effondrement de subsidence dirigé NE—SW, limité à l'Est par la faille de Barjac et à l'Ouest par la faille des Cévennes dont le pendage moyen est de 45° orienté vers l'Est et dont le rejet apparent est de plusieurs milliers de mètres. La faille des Cévennes bordière du lac oligocène fut longtemps active ; elle déterminait des reliefs très importants qui devaient sans cesse être rajeunis, produisant au Nord, entre Rousson et Saint-Ambroix, une importante sédimentation bréchiqque, tandis qu'au Sud d'énormes pans de falaise se détachaient et glissaient au fond du lac sur une faible pente mameuse, se déplaçant ainsi vers l'Est de 3 à 4 km. Ces lambeaux glissés, olistolithes de très grande taille ou olistostromes, encore appelés klipptes sédimentaires, constituent les affleurements de terrains crétacés fracturés des collines de Saint-Privat-des-Vieux et de la vallée de l'Avène ; intercalés dans les sédiments oligocènes, sur lesquels ils reposent par contacts anormaux sub-horizontaux, ils affleurent actuellement découverts par l'érosion et présentent un plongement généralisé vers l'Ouest.

D'après M. Gottis, le principal mécanisme de déformation serait dû à des phénomènes de glissement des couvertures sédimentaires mésozoïques décollées de leur substratum au niveau du Trias plastique lors d'un soulèvement tertiaire des Cévennes. Sur ce socle hercynien pente de 20° vers le Sud-Est, il y aurait eu glissement de l'ensemble des terrains secondaires dans cette direction. La faille des Cévennes ne serait qu'une « cicatrice de glissement » et le fossé d'Alès une « niche d'arrachement » comblée par les sédiments oligocènes ; la surépaisseur des niveaux mameux, observée à l'Est du fossé d'Alès en garrigue de Lussan, s'expliquerait par le fluage, le plissement et le bourrage des roches plastiques « incompetentes ». Les affleurements au milieu de la série oligocène de calcaires urgoniens « mylonitisés » et des marmo-calcaires hauteriviens non broyés, actuellement considérés comme klipptes sédimentaires et qui antérieurement ont fait l'objet de nombreuses interprétations : lambeaux de nappe alpine, hauts-fonds enracinés pointant à travers la série oligocène, brèches sédimentaires d'origine torrentielle, écailles de Crétacé inférieur chevauchant par leur bord oriental les assises stampiennes, solifluxion d'éboulis quaternaires, etc. seraient des

« queues de glissement » qui auraient dépassé la faille des Cévennes et seraient venues s'échouer par inertie sur le fond du fossé oligocène au cours de comblement.

Une dernière phase de compression post-oligocène est à l'origine de fractures de direction générale est—ouest qui en particulier recourent et décalent la faille de Barjac.

## OCCUPATION DU SOL

### SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES

Sans se substituer aux études régionales spécialisées de pédologie, de botanique ou d'agronomie, il est intéressant de noter l'influence des diverses unités géologiques sur la formation des sols et le développement des séries de végétation naturelle, ainsi que l'utilisation par l'Homme de ces différents domaines.

Il y a une coïncidence presque parfaite entre les diverses divisions qu'elles soient géologique, géographique ou climatique, les différentes unités s'organisant en larges bandes orientées SW—NE.

Du Nord-Ouest au Sud-Est, le caractère méditerranéen s'affirme : décroissance de l'altitude, des isothermes et de la pluviométrie (1 500 à 800 mm/an) ; diverses unités géologiques, géographiques et botaniques se succèdent : Cévennes cristallines, bordure cévenole calcaire, plaine d'Alès marneuse, plateaux des garrigues marno-calcaires, recoupés perpendiculairement par des vallées alluviales caillouteuses.

#### **Cévennes cristallines**

Les formations géologiques siliceuses des Cévennes (granite, gneiss, micaschistes, Houiller et Trias inférieur) évoluent par lessivage des roches-mères vers des sols bruns acides et lithosols dominants.

Ce domaine étagé entre 700 et 300 m d'altitude correspond à la série acidophile du Chêne-vert ; il est caractérisé par l'importance du Châtaignier, la présence de taillis bas de Chêne-vert et la rareté ou l'absence du Chêne pubescent méditerranéen. Le Châtaignier est développé sur les sommets arrondis ou tabulaires et sur les pentes douces recouvertes de sols suffisamment profonds et frais ; en sous-bois ou dans les landes environnantes sont associés : *Erica cinera*, *E. arborea*, Callune, Sarothamne, Fougère-aigle, *Cistus salviaefolius*, *Adenocarpus commutatus*, *Teucrium scorodonia*, *Jasione montana*, *Aira caryophyllea*. Les taillis de Chêne-vert, localisés plus particulièrement sur les pentes raides, possèdent en sous-bois : le Houx, la Bruyère à balais, le Buis, le Ciste à feuilles de sauge, la Callune, la Fougère-aigle, etc. Le Pin maritime introduit depuis la fin du siècle dernier a pris une très large extension en particulier sur les terrains houillers où il constitue de vastes pinèdes, malheureusement trop souvent dévastées par des incendies.

À côté du Châtaignier, longtemps ressource essentielle de l'alimentation locale, les surfaces cultivables très réduites et de mode artisanal produisent fourrages et pommes de terre ; en altitude moyenne, sur les versants bien exposés, l'exploitation en terrasses de la vigne et de fruitiers est progressivement abandonnée. La presque totalité de cette zone est en fait constituée par des forêts non soumises au régime forestier.

#### **Bordure cévenole calcaire**

Les terrains triasiques, jurassiques et crétacés, principalement calcaires de la bordure cévenole évoluent vers des sols bruns calcaires et des rendzines rouges.

Ce domaine situé entre 500 et 200 m au-dessus du niveau de la mer correspond à la série mixte du Chêne-vert et du Chêne pubescent méditerranéen ; il se distingue par un peuplement mixte des deux chênes, avec prédominance du Chêne-vert sur les affleurements rocheux et du Chêne pubescent sur les sols plus légers (marnes, alluvions). Ils sont accompagnés par le Buis, le Térébinthe, l'Érable de Montpellier,

*Phillyrea media* et *angustifolia*, *Coronilla emerus*, *Clematis flammula*, ou remplacés par des formes de dégradation rencontrées en garrigues : Genévrier oxycèdre, Genêt scorpion, Lavande aspic, Staehéline, *Dorycnium suffruticosum*, Thym et plus rarement Romarin. Sur les sols calcaréo-siliceux du Lias apparaît l'Arbousier, la Bruyère à balais, le Ciste à feuille de sauge et sur les sommets le Châtaignier. Quelques zones ont été reboisées en Pin maritime et Pin d'Alep.

Une grande proportion de ce domaine est représentée par des zones incultes ou des forêts clairsemées. Les surfaces cultivables sont occupées essentiellement par la vigne, l'olivier, les pommiers, les pêchers et plus rarement les fourrages et les céréales.

L'ensemble cévenol est caractérisé par de faibles ressources, ce qui provoque l'exode progressif de sa population active.

### **Plaine d'Alès**

Le bassin d'effondrement situé à l'Est de la faille des Cévennes et rempli de sédiments oligocènes essentiellement marneux constitue, avec les marnes et les sables éocènes des Plans, une longue pénéplaine dont les cotes varient de 250 à 120 m et où se trouve concentré l'essentiel des cultures de la région.

Par pédogenèse ces marnes ont fourni des rendzines typiques sur lesquels sont exploités principalement la vigne et plus localement les fourrages artificiels, les arbres fruitiers, l'olivier et le tabac.

Les klippes sédimentaires de Saint-Privat-des-Vieux formées de matériel crétacé ont un sol et une végétation de même type que celui des garrigues.

### **Plateaux des Garrigues**

La bordure occidentale de la garrigue d'Uzès, étagée entre 200 et 600 m, est composée de calcaires compacts et de marnes du Crétacé inférieur disposés en vastes synclinaux et anticlinaux allongés NW—SE au relief inversé par érosion différentielle et se présente en vastes plateaux karstiques de calcaire urgonien surplombant des combes marneuses.

L'altération et le lessivage de ces terrains calcaires ont fourni des lithosols et rendzines rouges. C'est le domaine des séries méditerranéennes de Chêne-vert et pubescent fortement dégradées par l'action de l'Homme et de ses troupeaux et le plus souvent réduites à une formation végétale buissonnante.

Les formes dégradées observées sur sol rocheux calcaire : la brousse à Chêne-kermès (*Quercus coccifera*), Genévrier, Buis, *Daphne guidium*, *Rosta angustifolia*, *Euphorbia characias* et pelouses à *Brachypodium ramosum*, Iris et Thym ; sur sol marneux : garrigues à Oxycèdre, Genêt, Lavande, Romarin, Cistes, *Lithospermum fruticosum* et pelouses à Aphyllanthe avec *Linum salsoloides*.

Les zones marneuses sont les seules cultivées et occupées principalement par la vigne, l'olivier et les lavandaies.

### **Vallées alluviales**

Le long des cours d'eau des Cévennes (Gardon d'Alès, Galeizon, Cèze et Auzonnet), sur les alluvions fluviales, se développe une galerie forestière composée d'Aulne et de Frêne ou des fourrés de Saules (*Salix purpurea*, *S. alba*, *S. cinera*) accompagnés d'espèces grimpantes (Houblon, Douce-amère, Liseron).

Dans cette zone du bord de l'eau se sont développées les plantations de peupliers et d'arbres fruitiers (pommiers, pêchers) ainsi que de petits jardins maraîchers.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### HYDROGEOLOGIE

#### Eaux de surface

Les eaux de surface se répartissent en deux bassins versants dont la limite commune passe sensiblement par la diagonale NW—SE de la carte : au Nord se trouve le bassin de la Cèze, au Sud celui du Gardon d'Alès ; ils sont tous deux tributaires du bassin du Rhône.

Leurs principaux affluents sont :

- pour le Gardon d'Alès, le Galeizon en rive droite, l'Avène en rive gauche,
- pour la Cèze, l'Auzonnet en rive droite.

Ces cours d'eau ont un régime très irrégulier, conséquence d'une part du climat méditerranéen aux précipitations brutales et irrégulièrement réparties, principalement sur le versant oriental des Cévennes où il peut tomber plusieurs centaines de millimètres d'eau en 24 heures, d'autre part de l'imperméabilité relative des parties hautes de leurs bassins versants et des fortes pentes.

Le Gardon et la Cèze arrivent à écouler en crue plus de 1 000 m<sup>3</sup> /s alors que leur débit d'étiage est de l'ordre de quelques centaines de litres par seconde (le Galeizon, l'Avène et l'Auzonnet sont pratiquement taris lors des périodes de sécheresse qui peuvent s'étendre sur plusieurs mois). A de telles crues catastrophiques, dont les plus récentes ont eu lieu en 1958 et 1976, on s'efforce d'apporter un remède par l'édification de barrages d'écrêtement (Sainte-Cécile-d'Andorge).

Une autre caractéristique de ces rivières est la présence de *perles* d'origine karstique, qui peuvent entraîner en étiage la disparition de l'écoulement superficiel sur certains tronçons de leurs cours (Gardon, Avène, Auzonnet).

#### Eaux souterraines

**Généralités.** Schistes métamorphiques et roches cristallines offrent des ressources limitées mais parfois suffisantes pour justifier l'exécution de petits captages. De tels captages alimentent des particuliers et quelques hameaux dans la partie ouest et nord-ouest du territoire de la feuille. Les zones les plus favorables sont les zones très fracturées et les parties superficielles altérées de schistes et de granites. Les eaux dans ces formations sont très peu minéralisées : leur résistivité est souvent supérieure à 10 000 ohms.cm.

Les arkoses et les dolomies du Trias montrent des circulations importantes à l'origine de nombreuses venues d'eau constatées lors des exploitations minières.

Les calcaires et dolomies du Jurassique et du Crétacé peuvent recéler des ressources très importantes, peu exploitées jusqu'à présent. Les eaux sont fortement minéralisées, surtout dans les dolomies, mais elles demeurent potables.

Les formations tertiaires du bassin d'Alès semblent, d'après leur lithologie, constituer des aquifères médiocres et leurs ressources doivent être faibles.

Les alluvions récentes des rivières renferment des nappes d'eau de bonne qualité qui constituent, en dehors des sources issues des diverses autres formations, une bonne partie des eaux souterraines utilisées.

#### Trias

Bien que le Trias dans son ensemble soit considéré comme imperméable, les conglomérats arkosiques de base et les calcaires et dolomies du Muschelkalk peuvent donner lieu à des circulations d'eau importantes, notamment lorsque des accidents tectoniques les affectent.

Dans la région comprise entre les Mages et le Moulinet, les exploitations de charbon ont rencontré des venues d'eau notables au toit du Houiller. Actuellement les travaux

miniers abandonnés se trouvent noyés et certaines galeries anciennes sont devenues « actives » : il en est ainsi du puits Pisani (2-115) qui présente un débit naturel de 10 à 150 l/s suivant la saison et qui se déverse dans l'Auzonnet aux Esteyraings.

Dans la région de la Grand'Combe des sondages de reconnaissance ont rencontré des vides de plusieurs mètres dans le Trias moyen. Ce dernier est en outre le siège d'infiltrations d'eau superficielle dans le lit du Gardon et dans le ruisseau qui s'écoule au sud de Laval-Pradel. Ces infiltrations sont à l'origine des venues d'eau qui se manifestent aux mines des Oules et de Laval. Par ailleurs, des vidanges brutales de poches de dissolution dans la partie supérieure du Trias (marnes salifères) ont pu être constatées dans ce secteur.

Les eaux du Trias, sulfatées hypercarbonatées sodiques, sont en général impropres à la consommation. En ce qui concerne l'Auzonnet, le débit d'étiage est « soutenu » par les eaux issues de ces formations, mais la pollution chimique résultante rend l'eau de la rivière inutilisable jusqu'à sa confluence avec la Cèze.

### **Hettangien**

Il forme un réservoir très étendu, mais très compartimenté, entre le bassin oligocène d'Alès et le socle paléozoïque. Ce réservoir est alimenté en partie par des pertes de cours d'eau superficiels (ruisseau de Gravelongue, ruisseau du Rousset, Gardon, etc.) en partie par infiltration de la pluie, en partie par drainage des terrains karstiques du Jurassique moyen et supérieur sus-jacents. La plupart des émergences apparaissent à la faveur de failles : le groupe des sources de la Tour (6—101) et de Dauthunes (6-94) sont les plus importantes. Leur débit d'étiage moyen s'établirait autour de 300 à 400 l/s, pour atteindre, en crue, plusieurs mètres cube par seconde. Toutefois, en étiage sévère, le débit pourrait s'abaisser en dessous d'une centaine de litres par seconde. Les sources de la Tour sont captées par la ville d'Alès depuis plus d'un siècle ; des travaux récents effectués à leurs abords ont permis d'exploiter par forages le réservoir hettangien (le projet prévoit une exploitation future pouvant atteindre un débit total de 20 000 m<sup>3</sup>/jour).

Dans la vallée de l'Auzonnet, la source des Peyrouses (2-47) d'un débit de 30 l/s offre un bel exemple de dérivation souterraine (capture de l'écoulement d'un bassin voisin).

### **Jurassique moyen et supérieur**

Très karstifié, il présente d'importantes circulations temporaires. Étant le plus souvent en position perchée, il contribue efficacement à l'alimentation du réservoir hettangien sous-jacent.

Par contre, dans le secteur compris entre Saint-Martin-de-Valgagues et les Mages, ces calcaires s'ennoient sous le Crétacé inférieur imperméable et peuvent renfermer une nappe en charge. Cette nappe est certainement à l'origine des résurgences des Fons (6-60), 2 à 30 l/s, qui en représentent le débordement, et des importantes crues temporaires qui se manifestent à l'évent de Courlas (6-71), près de Saint-Julien-les-Rosiers.

L'hypothèse d'une alimentation de ces exutoires par les dolomies de l'Hettangien n'est toutefois pas à exclure.

### **Crétacé inférieur**

On signalera essentiellement le Barrémien supérieur à faciès urgonien. Les calcaires, très karstifiés, sont en position perchée sur le plateau de Méjannes et au mont Bouquet, mais s'ennoient à l'Ouest, sous les terrains tertiaires imperméables de la plaine des Plans où ils pourraient recéler des réserves importantes si leur extension en profondeur est importante.

Le calcaire urgonien est à l'origine de nombreuses émergences pérennes : la source d'Arlende (4-201), d'un débit variant de 80 à 500 l/s, est la plus importante et est utilisée pour une pisciculture. D'autres émergences temporaires sont à signaler : l'évent des Angostrines (8-18), au Sud du mont Bouquet et la résurgence des Fées (1-42) à



l'entrée des gorges de la Cèze. Cette dernière, bien que située sur le territoire de la feuille Pont-Saint-Esprit mérite d'être citée car elle constitue un exutoire important du système karstique du plateau de Méjannes-le-Clap.

Dans le Valanginien et l'Hauterivien supérieur, les niveaux calcaires sont susceptibles de fournir quelques mètres cube par heure dans des forages judicieusement placés (zones tectonisées, situation topographique favorable) et correctement exécutés.

### **Tertiaire**

Les calcaires en plaquettes du Ludien donnent lieu à des venues d'eau dans les mines d'asphaltes de Saint-Jean-de-Maruéjols. Mais ces venues sont très variables selon le secteur exploité. Constantes et peu importantes dans les secteurs éloignés de la bordure du bassin, elles sont très irrégulières et peuvent atteindre en période de pluie des volumes très élevés (de 25 à 1 800 m<sup>3</sup>/h) dans les secteurs voisins des karsts de la bordure du bassin.

Les eaux des sources des Fumades (8-14) sortent également des calcaires du Ludien. Ces sources, utilisées de tout temps à des fins thérapeutiques, sont actuellement exploitées par un établissement thermal. Le débit est de l'ordre de 15 m<sup>3</sup>/h, la température de 14 à 15°C indique une origine peu profonde. Ce sont des eaux sulfatées calciques et magnésiennes, caractérisées par de l'acide sulfhydrique à l'état libre. L'origine de ces sources serait liée à une lente remontée des eaux de la nappe en charge des calcaires urgoniens à travers les calcaires bitumineux du Ludien dont le lessivage conférerait à ces eaux leur chimisme particulier.

### **Alluvions quaternaires**

Les alluvions récentes du Gardon d'Alès et de la Cèze constituent de bons aquifères. Les nappes sont exploitées à des fins domestiques, agricoles et industrielles et constituent localement une très importante ressource en eau souterraine.

Dans les secteurs les plus favorables, la puissance maximale des alluvions est d'une dizaine de mètres avec une tranche noyée de 4 à 5 m ; l'extension latérale n'excède pas quelques centaines de mètres, tandis que la perméabilité du matériau s'améliore au voisinage du lit actuel.

Les transmissivités élevées ( $1.10^{-2}$  à  $1.10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s) permettent des débits spécifiques pouvant atteindre 200 m<sup>3</sup>/h/m pour des ouvrages judicieusement implantés et bien exécutés. Les coefficients d'emmagasinement, de 5 à 7 %, confirment le caractère libre de la nappe dans des alluvions peu limoneuses.

Les ouvrages fonctionnent en régime permanent lié à la réalimentation induite à partir des rivières. Ils sont situés pour cela à quelques dizaines de mètres du lit mineur et « vieillissent » assez rapidement à cause du colmatage du terrain au voisinage des rives sous l'effet des amenées de fines charbonneuses charriées par les rivières.

Les principales stations de pompage dans les alluvions sont celles de la Coste (6-102) au Nord d'Alès et de Saint-Victor-de-Malcap (3-90), en aval de Saint-Ambroix. Chaque station peut fournir 10 000 m<sup>3</sup>/j : l'eau de la Coste est utilisée par un important syndicat d'alimentation en eau potable, l'eau de Saint-Victor-de-Malcap est destinée en particulier à l'usine de Péchiney de Salindres. Les villes de Saint-Ambroix et de la Grand'Combe sont alimentées par des puits dans les alluvions de la Cèze et du Gardon ; les communes situées au Nord-Est de la feuille sont desservies par le puits de Potelières (4-287) d'une productivité supérieur à 100 m<sup>3</sup>/h.

## *RESSOURCES MINÉRALES, MINES ET CARRIÈRES*

L'inventaire des ressources minières de la région d'Alès est abondant, mais, reconnu depuis longtemps, un grand nombre de gisements furent l'objet d'exploitations épisodiques, compte tenu de l'évolution des techniques et des nécessités économiques. A l'heure actuelle, toutes les exploitations des gîtes métalliques sont abandonnées, celle des charbonnages ralentie et seule l'extraction des calcaires

bitumineux reste active.

Les carrières de matériaux utiles en construction ou en voirie concernent principalement des calcaires et accessoirement des sables et graviers fluviatiles.

Les substances minérales d'intérêt économique ont été ordonnées en quatre grandes catégories : minerais, minéraux, roches combustibles et roches diverses, selon leur nature et leur destination.

### Minerais

**Fer.** Du début du XIX<sup>ème</sup> siècle à 1930, l'alimentation en minerai de fer des hauts-fourneaux d'Alès provenait principalement des *minières* dont les formations ferrugineuses étaient composées essentiellement de limonite dérivant de l'oxydation des sulfures de fer situés au-dessus du niveau hydrostatique de la nappe phréatique. Les principaux gisements exploités furent les chapeaux de fer qui affectent la dolomie hettangienne (Valat Pellet, Cassagnette, mas Vacher, Panissière, la Bastide, les Peyrouses, les Ribots, Valat de Maraval, les Pastrous, Valat de Couze), ou le calcaire à entroques du Bajocien supérieur (la Minette). Le gisement particulier de Palmesalade exploitait les grès à nodules de sidérite et oxydes de fer du Stéphaniens.

**Plomb.** Le gisement de Camoulès, ou de Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille, suivant le nom de la concession, connu dès le XIV<sup>ème</sup> siècle et successivement exploité dans les périodes 1852-1860, 1907-1912, 1928-1931 (100 t/j de tout-venant traité) fut totalement épuisé en exploitation à ciel ouvert de 1953 à 1962 par la Société minière et métallurgique de *Peñarroya*. La minéralisation en imprégnation diffuse dans l'arkose de base du Trias est composée de galène souvent oxydée associée à de la pyrite et un peu de blende et constitue le ciment d'une gangue très siliceuse et très dure.

La valorisation du minerai a été réalisée par broyage (1 000 t/j) de la totalité du tout-venant titrant environ 3 % de Pb et traitement par flottation différentielle. La teneur des concentrés était d'environ 65 % Pb avec une récupération de l'ordre de 80 % métal en raison de l'importance des oxydes.

D'anciens travaux d'exploitation de galène scheidée ont eu lieu à Notre-Dame-de-Laval dans les niveaux arkosiques du Trias inférieur et dans les horizons barytiques liés à la dolomie du Muschelkalk.

Dans les gneiss et micaschistes des Cévennes, divers travaux de recherches ont été effectués sur des filons quartzo-barytiques minéralisés en galène (Rouvergue : filons du Moulin et du Valat de Fernet ; commune de Saint-Cécile-d'Andorge : filons des Cabasses) ; les résultats furent toujours médiocres.

**Zinc.** Les amas de Saint-Jean-du-Pin et de l'Espinette, minéralisés en blende et « calamine » ( $ZnCO_3$ ) associées à la pyrite, sont situés près de failles importantes et se présentent en imprégnations stratiformes diffuses affectant les niveaux voisins des roches carbonatées du Muschelkalk ; ils ont été l'objet d'importants travaux de recherches tant par galeries que par sondages.

Le gisement de Saint-Félix fut exploité de 1912 à 1930; il s'agissait d'amas pyriteux lenticulaires affectant la dolomie hettangienne et présentant une minéralisation zincifère importante (blende mielleuse jaune brunâtre) assortie de quelques mouches de galène. De même type et toujours liés à l'Hettangien ou à son contact avec le Sinémurien, on peut citer les gîtes de Lacoste, les Pastrous, le mas Dieu et les Ribots.

A la base des calcaires à entroques du Bajocien supérieur des calamines ont été exploitées à la Roque (2 000 tonnes à 30-35 % Zn et 1 200 tonnes à 20-25 % Zn entre 1882 et 1911) ; des travaux de recherches ont été effectués dans le même horizon sur les indices des Coudounels, de la Font-de-Roure, de Landas et de la Gardie.

Des amas calaminaires sans extension ont été signalés à la Croix-de-Fauvie, liés à des fractures de calcaire de l'Oxfordien supérieur (faciès rauracien).

**Antimoine.** Il existe de nombreux filons de quartz qui recourent les schistes et gneiss des Cévennes ; certains minéralisés en stibine et sulfo-antimoniures de plomb (semseyite) ont fait l'objet de travaux de recherches décevants (le Martinet, le Rouvergue, Cessous).

**Or.** L'or natif est présent dans les alluvions de la Cèze et du Gardon d'Alès ; plusieurs gîtes alluvionnaires ont été l'objet d'exploitation par les orpailleurs en particulier en amont de Saint-Ambroix et en aval d'Alès. Les teneurs sont de l'ordre de 0,2 gramme de métal par mètre cube de sable lavé. Les paillettes d'or proviennent du démantèlement de gîtes primaires situés dans les niveaux de base des conglomérats stéphaniens.

Le mispickel qui contient en inclusion des métaux divers est susceptible de devenir un minerai d'or suivant sa teneur en métal précieux. Il a été recherché dans plusieurs filons à gangue de quartz situés dans les micaschistes en particulier au Téron.

### Minéraux

**Pyrite.** Les pyrites ou sulfures de fer, utilisées pour la fabrication de l'acide sulfurique et les résidus de grillage comme minerai de fer, ont été produits à partir de 1860 en exploitant les racines des minières au-dessous du niveau hydrostatique (Valat Pellet, mas Vacher, Panissière, les Ribots, les Pastrous, la Minette). Dans le Valat Fontannes, les amas nord et sud du Soulier, liés à la dolomie hettangienne ont été exploités entre 1922 et 1957 et il y a été retiré environ 700 000 tonnes de pyrite à 36-38 % de S ; ce minerai alimentait l'atelier d'acide sulfurique de Péchiney à Salindres.

**Baryte.** A Notre-Dame-de-Laval, au mas Dieu et à Mercoirol, des imprégnations barytiques diffuses affectent certaines couches du Trias inférieur et moyen. Dans les arkoses de base du Trias, la baryte se présente en mouches sphérolitiques ou en filonnets de quelques centimètres conformes à la stratification. Dans la partie supérieure de l'horizon dolomitique du Muschelkalk apparaît une zone bréchique, de 0,5 à 1 m de puissance, dont le ciment constitue des veinules ou des lentilles barytiques. La baryte se présente en masse cristalline gris noirâtre veinée de filonnets blancs de sulfate plus largement cristallisé. Dans ces masses barytiques apparaissent parfois des mouches de sulfures métalliques : pyrite, marcassite, galène, stibine, semseyite, bourmonite, cuivre gris.

Aucun gisement n'est actuellement exploité, le produit étant généralement d'une pureté insuffisante et d'une teneur en silice trop élevée.

En dehors de ces gîtes stratiformes, il existe quelques filons ou fractures à remplissage barytique.

### Liste des gîtes métallifères

N° porté sur la carte	Dénomination du gîte	N° Banque des données du sous-sol
1	Sainte-Cécile-d'Andorge	1x4001
2	la Meyrarède	1x-4002
3	Auzonnet	2X-4001
4	le Pradel	2X-4002
5	l'Escalassous	2X-4003
6	mas Carbonel (Mercoirol)	2x4004
7	les Ribots (les Peyrouses, Saint-Florent)	2X-4005
8	mas Fanaubert	2X-4006
9	les Peyrouses	2x4007
10	Panissière	2x4008
11	Landas	2x4009
12	Lafont-du-Rouve, la Croix-de-Fauvie	2x4010
13	le Moulin	2x4011
14	Notre-Dame-de-Laval et mas Dieu 1	2x4012 et 4019
15	les Combettes	2x4013
16	le mas Dieu 2	2x4014
17	mas Vacher	2x4015
18	le Moulinet	2x4016
19	les Coudounels	2x4017
20	Palmesalade	2x4018
21	Pastrous	3x4001
22	Rivières	4x4001
23	le Martinet	5x4001
24	le Téron	5x4002
25	Carnoulès (Saint-Sébastien-d'Aigrefeuille)	5x4003
26	Saint-Félix	6x4001
27	Saint-Jean-du-Pin	6x4002
28	Valat Pellet	6x4003
29	le Soulié	6x4004
30	la Roque	6x4005
31	la Coste	6x4006
32	la Minette	004001

### Roches combustibles

**Houilles.** Le bassin houiller d'Alès d'âge stéphanien est exploité depuis le XIII<sup>ème</sup> siècle : il s'étend sur 200 km<sup>2</sup> sur le versant oriental des Cévennes. Les diverses sociétés exploitantes ont été nationalisées en 1946 et regroupées pour constituer, avec celle du bassin de Graissessac, les Houillères du bassin des Cévennes (HBC).

Les réserves du gisement d'Alès sont importantes et estimées à 500 millions de tonnes dont 1\*30 certaines. Les conditions d'extraction sont difficiles : structure tourmentée, infiltrations d'eau, fréquents dégagements instantanés de grisou. Par suite de la modernisation des installations après la nationalisation, il en a résulté un excellent rendement de fond qui se situe aux environs de 2 330 kg/jour par mineur.

On connaît environ 120 couches différentes de houille, de puissance comprise entre 0,30 m et 15 m, dont les teneurs en cendres et en matière volatile (MV) varient dans de notables proportions puisqu'il existe tous les intermédiaires entre l'antracite à 8 % de MV (Ricard) et les gras à courte flamme à 22 % de MV (montagne Sainte-Barbe). L'amaigrissement du charbon est généralement proportionnel à l'accroissement de la profondeur.

La houille extraite actuellement est constituée d'anhracite (68 %) et de charbon maigre (32 %) avec une production de grandes quantités de fines qui servent à la fabrication d'agglomérés, boulets ou briquettes avec du brai de pétrole en provenance des raffineries du littoral méditerranéen. La production est essentiellement utilisée dans les foyers domestiques (33%), les centrales thermiques (16%) et les petites industries.

Quelques chantiers à ciel ouvert sont épisodiquement mis en exploitation à Mercoirol pour fournir un faible tonnage de demi-gras, les exploitations souterraines de charbon quart de gras et demi-gras étant arrêtées depuis 1964.

Le déclin de la sidérurgie locale et la concurrence d'autres sources d'énergie ont été défavorables au bassin houiller. Du point de vue financier, l'exploitation se traduit à l'heure actuelle par une perte par tonne produite d'environ la moitié du prix de vente. Ainsi la politique énergétique nationale a conduit à la diminution progressive de l'activité des houillères des Cévennes dont l'arrêt définitif d'abord prévu en 1975 a été plusieurs fois reporté. La production est en régression constante depuis 1959 (2,7 millions de tonnes) et n'atteignait plus que 1,13 million de tonnes en 1972.

Fin 1975, trois sièges étaient encore en exploitation : le puits Destival (822 m), le puits Ricard (799 m) et les Oules (650 m) ; ils produisirent 580 000 tonnes pour un effectif global d'environ 3 000 personnes. La découverte de Mercoirol fournit en outre la même année 50 000 tonnes de demi-gras.

**Lignites.** Les lignites se rencontrent à différents niveaux dans les calcaires et marnes lacustres du Ludien et du Stampien. Ils sont généralement plus développés dans les horizons moyens du Ludien supérieur, formation qui a été exploitée à Avéjan, Auzon et Celas dans la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle et plus récemment à Servas.

Le combustible de Celas présente une structure et une compacité comparables à celle du jayet, il est noir, sec, friable après son exposition à l'air, contient peu de pyrite et brûle facilement avec une longue flamme et une odeur bitumineuse. Il renferme 35 % de carbone, 59 % de substances volatiles et 6 % de cendres ; il fut utilisé pour le chauffage des magnaneries et la cuisson de la pierre à chaux. Les travaux furent effectués de 1854 à 1918 sur un faisceau de trois couches de 0,80 à 2,50 m de puissance. A Servas une seule couche de 2 m de puissance environ fut exploitée entre 1916 et 1933; il fut extrait 130 000 tonnes de lignite à 32 % de C fixe, 33% de matières volatiles, 20 % de cendres et 15 % d'eau.

**Asphaltes ou calcaires bitumineux.** L'asphalte, qui est un mélange naturel de calcaire et de bitume lui-même composé de carbures d'hydrogène à l'état solide ou liquide, est employé pour la construction de chaussées ou pour faire des revêtements étanches.

Les imprégnations de bitume sont fréquentes dans les calcaires lacustres du Ludien supérieur qui affleurent sur la bordure orientale du bassin tertiaire d'Alès.

Des travaux de reconnaissance ou de petites exploitations furent réalisées dans les périmètres des concessions du Puech, des Fumades et de Cauvas ; la concession de Servas—Mons a fourni plus de 100 000 tonnes de produit entre 1862 et 1911 à des teneurs en bitume variant de 9 à 12%, en exploitant trois couches : brune, intermédiaire et noire, de puissances respectives 2,20, 0,8 et 2,0 mètres.

Les concessions de Saint-Jean-de-Maruéjols et de Fontcouverte—Avéjan sont exploitées depuis 1859 par la Société française d'asphaltes (SFA) et par la Société minière des asphaltes du Centre (SMAC). L'horizon des calcaires asphaltiques composé de plusieurs couches plus ou moins imprégnées sur 0,50 à 2 m d'épaisseur a une puissance globale pouvant atteindre une trentaine de mètres. L'ensemble du gisement est très fragmenté par de nombreux accidents de directions perpendiculaires qui gênent l'exploitation. Des venues d'eau importantes ainsi que des émanations de gaz (grisou, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S) sont à craindre. La production annuelle des deux établissements exploitants est estimée à 110 000 tonnes de calcaire imprégné à environ 8% de bitume. La SFA vend le produit brut, la SMAC traite le tout-venant en son usine de Saint-Ambroix et livre l'asphalte broyé ou en pain à teneur enrichie et définie.

Les sondages pétroliers Maruéjols 1 à 9 et Lussan 2 implantés dans le bassin tertiaire d'Alès ont rencontré plusieurs horizons asphaltiques de l'Éocène à des profondeurs variant de 450 à 600 mètres.

Dans la commune d'Allègre, sur la colline le Puech formée de calcaires hauteriviens, il existe des suintements de bitume connus dans le pays sous le nom de *poix d'Auzon*.

**Pétrole, huile.** De nombreux sondages pétroliers (Maruéjols 1 à 9, Lussan 2, Salindres 101 et 102) ont été effectués dans le bassin tertiaire d'Alès. Plusieurs indices d'huile lourde, mais à faibles débits, ont été mis en évidence dans les niveaux situés à la limite éocène—oligocène. Il s'agit d'une huile asphaltique très lourde avec 28 % de paraffine et 5 % d'asphalte, généralement riche en soufre (4 à 10 %). La mise en production et l'exploitation de ces puits sont considérées comme très difficiles.

**Gaz.** Sur la bordure orientale des garrigues, le sondage de Mons 1 a mis en évidence la présence de dolomie du Dogger envahie d'eau salée accompagnée d'un mélange gazeux composé de 4/5 de CO<sub>2</sub> et 1/5 de CH<sub>4</sub>. L'abondance de CO<sub>2</sub> constitue un élément défavorable à son exploitation. Au Nord-Est, à Lussan 1, quelques indices gazeux, sans aucun débit commercial, ont été décelés dans des niveaux marnés.

### Roches non combustibles

Les substances utiles aux travaux publics et à la construction qui sont actuellement exploitées comprennent essentiellement des calcaires et accessoirement des sables et graviers.

Gypse et phosphorites, matériaux de base utilisés dans les industries du bâtiment ou de fabrication d'engrais, furent autrefois produits dans la région.

**Calcaires.** Le calcaire lacustre à grain fin du Ludien de couleur gris clair uniforme est exploité dans de nombreuses carrières près de Mons (965 t/an) et Méjeannes-lès-Alès (1 935 t/an) ; il se présente en bancs de 0,10 à 0,50 m avec une densité de 2,608 et une résistance à l'écrasement de 1 726 kg/cm<sup>2</sup> ; il est utilisé en construction comme encadrements d'ouvertures et en parement, il est aussi employé en bordure de trottoirs et en dallages.

Le calcaire urgonien compact très pur, blanc et à grain fin, susceptible d'acquies un beau poli, est activement extrait de la carrière des Conques (2 150 t/an) dans la commune de Brouzet-lès-Alès ; il est utilisé en construction comme pierre de grand appareil ou en ornementation comme marbre statuaire ou de parement. Dans la commune de Rousson, ce même calcaire mais très fracturé fut utilisé comme empierrement et pierre à chaux ; il est actuellement extrait (125 000 t/an) pour servir d'enrochement au barrage de retenue de Ségoussac, construit pour stocker les rejets de l'usine de Salindres.

Les calcaires du Jurassique supérieur, gris et très résistants à l'écrasement sont exploités en particulier à Saint-Julien-les-Rosiers (60 000 t/an) et à Saint-Martin-de-Valgagues (4 500 t/an) par tirs de mines profonds et sont utilisés dans les travaux publics, après concassage, pour la construction et l'entretien des routes (pierres à macadam, gravillons pour couches de base et de roulement).

Le calcaire à entroques du Bajocien supérieur, de texture lamellaire et miroitante, à grain moyen et régulier, de couleur gris foncé et susceptible de poli, fut extrait de la carrière des Perrières près de Saint-Ambroix. Sa densité est de 2,67 et sa résistance à l'écrasement de 1 227 kg/cm<sup>2</sup>. On l'utilisait pour la construction.

Le calcaire gris et siliceux du Sinémurien est exploité en particulier à Latour, en bordure de la RN 107 bis, pour être utilisé en voirie comme couche de fondation et empierrement. Près de Meyrannes, le calcaire argileux du Sinémurien inférieur était autrefois employé pour la fabrication de la chaux.

**Grès.** Le grès houiller fut employé comme moellons pour la construction ; il donne une très belle pierre de taille remarquable par sa finesse et sa solidité ; les carrières de la

Grand'Combe, Champclauson, Palmesalade et la Destourbe sont actuellement abandonnées.

**Sables et graviers.** Il existe quelques exploitations intermittentes par dragage mobile des alluvions actuelles du Gardon d'Alès, de l'Auzonnet et de la Cèze. Ces alluvions constituées de sables, graviers et galets siliceux, plus ou moins limoneux sont utilisées à l'état brut pour la constitution de remblais ou, après lavage et criblage en construction comme agrégat pour béton et, en viabilité, comme couche de forme et enrobés.

Le *sistre* ou éboulis plus ou moins consolidé de fragments anguleux de 0,5 à 3 cm de calcaires emballés dans une matrice argileuse est occasionnellement exploité dans les dépôts situés à la base de la corniche de calcaire urgonien en vue de la réfection des chemins empierrés.

**Gypse et anhydrite.** Le gypse ou sulfate de chaux hydraté, qui sert à la fabrication du plâtre, est souvent présent dans les horizons du Keuper fréquemment associé à l'anhydrite ; des dépôts parfois anciennement exploités sont à signaler près d'Alès sur la colline de la Gardette, à la Terrisse et à Courbessac dans la commune des Salles-du-Gardon, et près de Molières dans la vallée de la Cèze.

Dans le fossé oligocène d'Alès ou sur sa bordure orientale, en particulier à Saint-Jean-de-Maruéjols, plusieurs sondages ont recoupé des horizons de ces évaporites situés à différents niveaux de l'Oligocène ou de l'Éocène supérieur.

**Phosphates de chaux.** Des phosphorites ou roches phosphatées continentales se rencontrent en concrétions dans les argiles de décalcification qui remplissent les karsts des calcaires urgoniens. De tels remplissages ont été exploités avant 1914 en quelques points de la bordure sud-est du mont Bouquet. Il s'agissait de phosphorites blanc jaunâtre ou noires qui titraient de 20 à 65 % de phosphate tricalcique.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES

La bonne qualité des affleurements, la grande densité du réseau carrossable et des chemins, la multiplicité des sujets d'intérêt dans les principaux domaines de la pétrographie, de la stratigraphie et de la tectonique font que nous laissons à chacun le soin et la satisfaction d'établir son propre itinéraire d'observations et de découvertes.

Cependant il peut être utile de citer à titre indicatif les publications suivantes :

- CORROY G. (1923) — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Gard, le Vaucluse et la Drôme. *Bull. Soc. géol. Fr.*  
Excursion du 11 septembre 1923: Saint-Germain—l'Hermitage—Bois-Commun—plaine d'Alès (p. 466-469).  
Excursion du 12 septembre 1923 : Rochebelle—Fontanes—Nord d'Alès—Saint-Martin-de-Valgalgues (p. 470-472).  
Excursion du 13 septembre 1923 : Molières—Gammal—Saint-Ambroix (p. 473-481).  
Excursion du 15 septembre 1923 : Brouzet—la serre du Bouquet—Seynes—klippes de la Liqueire (p. 484-487).
- PARADIS G. (1968)-Petite excursion à l'Est d'Alès. *Ann. Soc. Hort. Hist. nat Hérault*, vol. 108, fasc. 2, p. 101-108, 4 fig.  
Itinéraire : Aies—Brouzet—mont Bouquet—Seynes—Euzet—Monteils—Vézénobres—Alès (70 km).

ROUIRE J., ROUSSET C. (1973) - Guides géologiques régionaux : Causses, Cévennes, Aubrac. Masson éd.  
Itinéraire VIII : d'Alès à Mende, p. 109-110.

#### COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES

Lors de la parution de cette édition plus de 320 sondages étaient répertoriés par le Service géologique national au titre des articles 131 à 136 du Code minier. La localisation de l'implantation de la moitié seulement de ces sondages est indiquée sur la carte et seuls figurent dans la liste suivante ceux jugés dignes d'intérêt et dont les résultats n'étaient pas confidentiels. Pour leur présentation, ils sont d'abord groupés par régions naturelles : bordure cévenole, plaine d'Alès et garrigues, puis classés par ordre de numéro d'archivage du S.G.N.

Cet indice de classement comporte outre le numéro 912, indicatif de la feuille Alès, un premier chiffre de 1 à 8 qui correspond au huitième de feuille de l'I.G.N. à 1/50 000, dans lequel est localisé le sondage, suivi d'un nombre qui est le numéro d'ordre du pointage exact effectué sur le huitième.

L'exemplaire original des feuilles I.G.N. à 1/25 000 où sont portés ces sondages ainsi que la documentation correspondante sont consultables au siège du Service géologique régional Languedoc—Roussillon à Montpellier.

Les principaux maîtres d'œuvre des forages sont : les Houillères du bassin des Cévennes, la Société minière d'asphalte du Centre, la Société française d'asphalte, Peñarroya, la Vieille Montagne et en ce qui concerne la recherche pétrolière, la C.F.P. (Lussan 1), la S.N.P.L.M. (Maruéjols 1 à 9, Lussan 2) et la R.A.P. (Mons 1, Salindres 101, Salindres102).

Les valeurs indiquées dans les colonnes correspondent aux profondeurs exprimées en mètres du mur de la formation traversée par le sondage. L'absence d'une formation par érosion ou lacune stratigraphique est indiquée par un tiret (—), si cette lacune est d'origine tectonique par le signe = ; un tiret (----) indique une épaisseur compréhensive de plusieurs formations, la valeur suivie d'un astérisque (\*) donne la profondeur finale du sondage et non celle du mur de la dernière formation traversée.



SONDAGES DE LA BORDURE CÉVENOLE

Numéro archivage SGN	Désignation d'origine	Quaternaire	Néocomien marneux	Jurassique sup. calcaire	Callovien marneux	Dogger inf. calcaire-gréseux	Lias supérieur marneux	Sinémurien calcaire	Hettangien dolomitique	Trias	Stéphanien houiller	Roches métamorphiques	Granite	Remarques
1-2	Le Brugas	6,80	-	-	-	-	-	-	-	15*	-	-	-	Ponts et Chaussées
1-4	Gravelongue HBC 47	-	-	-	-	-	-	-	60	304	510	560*	-	Rhétien : 70, Keuper : 268, Trias : 280
1-5	La Forêt HBC 74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 381	1 390*	-	Z6/Z5 : 453
1-6	Les Pelouses HBC 72	-	-	-	-	-	-	-	-	138	632	665*	-	
1-7	Usine à zinc HBC 5	-	-	-	-	-	-	-	-	194	836	837*	-	
1-8	Pomarède HBC 6bis	-	-	-	-	-	-	-	-	136	640*	-	-	
1-9	Argentan HBC 58	-	-	-	-	-	-	-	53	84	385	410*	-	Faille : 53 à 56
1-10	La Fontaine HBC 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 491*	-	-	
1-11	Branoux HBC 7bis	6,25	-	-	-	-	-	-	-	87	326*	-	-	
1-13	La Frugère HBC 11	-	-	-	-	-	-	-	-	44	1 093*	-	-	
1-15	Barrage St. C. d'Andorge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50*	-	
1-22	La Grand'Combe	7	-	-	-	-	-	-	-	15*	-	-	-	Ponts et Chaussées
1-23	La Grand'Combe	5	-	-	-	-	-	-	-	15*	-	-	-	Ponts et Chaussées
1-24	L'Impostaire HBC 6	4	-	-	-	-	-	-	-	61	293*	-	-	
1-25	Laffoux HBC 7	-	-	-	-	-	-	-	-	197	488	516*	-	
1-28	Auzonnet HBC 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	769*	-	-	
1-30	La Felgie HBC 48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	661*	-	-	
1-31	La Dynamitière HBC 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	936*	-	-	Faille de charriage à 23
2-2	Panissière HBC 54	2,40	-	-	-	-	-	34	95	219	650*	-	-	Keuper : 145, tm : 213, Z3/Z2 : 384
2-3	Panissière HBC 56	-	-	-	-	16	=	103	191	311	960*	-	-	Z3/Z2 : 600, Z2/Z1 : 940
2-4	Panissière HBC 65	-	-	460	=	=	=	=	=	526	1 244*	-	-	Dogger et Lias absents par laminage
2-5	Panissière HBC 57	-	-	-	-	-	-	113	265	420	1 358	1 363*	-	Z3/Z2 : 529, Z2/Z1 : 800, Z1/Z2 : 1 170
2-6	Panissière HBC 64	-	-	298	=	=	=	=	463	509	1 106*	-	-	
2-7	Panissière HBC 60	7	-	-	-	-	-	-	103	264	1 294	1 312*	-	Z3/Z2 : 346, Z2/Z1 : 650, Z1/Z2 : 1 058
2-8	Peirau HBC 67	-	-	-	-	-	-	-	92	264	478	508*	-	Houiller : Z5
2-10	Rouvière HBC 68	-	-	-	-	-	-	13	210	325	406	453*	-	
2-12	Peirau HBC 61	-	-	-	-	-	-	-	41	276	663	669*	-	Rhétien : 56, Houiller : Z5
2-13	Mas Dieu S 3	-	-	-	-	-	-	-	10	46*	-	-	-	Muschelkalk à baryte
2-18	Mas Dieu S 8	-	-	-	-	-	-	-	-	15*	-	-	-	Muschelkalk à baryte
2-19	Panissière HBC 53	10,20	-	-	-	-	-	-	91	257	501	-	-	Z2/Z1 : 480
2-21	Rousson S 4	-	-	-	-	54	63*	-	-	-	-	-	-	Peñarroya
2-22	Rousson S 6	-	-	13	59	84*	-	-	-	-	-	-	-	Peñarroya
2-23	Rousson S 8	-	-	-	-	55	128	247	258*	-	-	-	-	Peñarroya
2-25	Rousson S 19	-	-	36	45	95	105	153	185	320	343*	-	-	Peñarroya
2-27	Rousson S 21	-	-	48	116	137*	-	-	-	-	-	-	-	Peñarroya
2-29	Rousson S 23	-	-	70	85	110*	-	-	-	-	-	-	-	
2-31	Rousson S 25	-	-	65	143	170*	-	-	-	-	-	-	-	Faille ? à 78
2-57	Moulinette HBC 2	-	-	-	-	-	-	-	-	72	355	361*	-	
2-58	Laval HBC 3	-	-	-	-	-	-	-	-	68	238	261*	-	Houiller : Z4 et Z5
2-59	Le Mazel HBC 4	-	-	-	-	-	-	-	-	151	544*	-	-	
2-60	Lascous HBC 8	-	-	-	-	-	-	-	-	208	807	813*	-	
2-62	Sanguinet HBC 34	-	-	-	-	-	-	-	91	361	1 527*	-	-	
2-63	Panissière HBC 38	-	-	-	-	-	-	25	79	205	1 268*	-	-	
2-64	Saint-Florent HBC 43	-	-	-	-	-	-	-	-	168	168*	-	-	Faille à 90
2-66	Saint-Florent HBC 51bis	-	-	-	-	-	-	-	29	206	252*	-	-	Faille à 159
2-84	Mas Dieu	-	-	-	-	-	-	-	40	181	183*	-	-	Vieille Montagne
2-103	Mas Dieu HBC 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	317	334*	-	
2-107	Cassagnes S 3	-	-	-	-	-	-	-	62	232*	-	-	-	
3-8	Les Magès HBC 29	-	-	-	-	295	=	-----	376	467	630	-	-	Faille Nougardé à 295
3-9	Vebron HBC 30	-	156	=	=	194	=	-----	410	439	1 080*	-	-	Oligocène 14, F. des Cévennes : 156, F. Nougardé 194
3-10	Montalet HBC 31	-	-	-	-	-	-	-	94	217	399*	-	-	
3-30	Saint-Ambroix	10	-	-	-	-	-	13*	-	-	-	-	-	
5-2	Montredon HBC 69	-	-	-	-	-	-	-	76	242	412	436*	-	
5-3	Saint-Jean-du-Pin	-	-	-	-	-	-	-	-	91*	-	-	-	Vieille Montagne
5-8	Saint-Paul-la-Coste	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	Ponts et Chaussées

SONDAGES DE LA BORDURE CÉVENOLE (suite)

Numéro archivage SGN	Désignation d'origine	Quaternaire	Néocomien marneux	Jurassique sup. calcaire	Callovien marneux	Dogger inf. calcaire-gréseux	Lias supérieur marneux	Sinemurien calcaire	Hettangien dolomitique	Trias	Stéphanien houiller	Roches métamorphiques	Granite	Remarques
5-46	Carnoullès	-	-	-	-	-	-	-	74	143	-	-	154*	Incliné 15° ; 120° SE
5-47	Combettes	-	-	-	-	-	-	-	136	179	-	-	181*	Incliné 10° ; 110° SE
5-48	Ferme Martin	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30*	-	Ponts et Chaussées
5-60	Damous	-	-	-	-	-	-	-	66	154	-	-	162*	Dolomie Muschelkalk 112-140
5-61	La Bastide	-	-	-	-	-	-	-	32	153	-	-	175*	Faïlle à 153
6-6	La Minette HBC 40	-	-	-	-	9	238	265	442	588	1014	1029*	-	Rhétien : 464, Keuper : 522
6-7	Chaudbois HBC 46	-	-	-	53	=	=	=	=	201	580	582*	-	Faïlle : 53
6-8	Lacoste HBC 39	4,40	-	-	-	-	-	-	106	353	641	650*	-	
6-9	Le Soulier HBC 55	9,40	-	-	-	-	-	30	94	115	481	492*	-	
6-10	Le Soulier HBC 59	-	-	-	-	-	-	50	113	289	613	627*	-	Rhétien : 115
6-11	Bedosses HBC 63	9,10	-	-	-	-	-	-	171	465	750	763*	-	Rhétien : 177, Houiller : 25
6-12	Le Lac HBC 62	-	-	-	-	-	-	-	183	426	664	682*	-	Trias sup. : 262, moyen : 417
6-13	Lavabreilles HBC 66	-	-	-	-	-	-	15	300	384	873	894*	-	
6-14	Les Plantiers HBC 20	19	-	-	-	-	-	-	60	276	534*	-	-	
6-15	Lavabreilles HBC 70	-	-	-	-	-	-	218	253	387	924	946*	-	
6-16	Les Escoussas HBC 71	14	-	-	-	-	-	-	167	383	445	488*	-	
6-17	Le Soulier S 43	-	-	-	-	-	-	-	41	45*	-	-	-	Péchiney
6-20	Le Soulier S 58	-	-	-	-	-	-	54	120	-	-	-	-	Hettangien minéral. Pyr. Ba
6-52	Le Soulier S 3	-	95	=	=	=	=	149*	-	-	-	-	-	Faïlle : zone broyée de 95 à 103
6-53	Le Soulier S 201	-	-	-	-	-	-	-	101	111*	-	-	-	
6-54	Le Soulier S 202	10,60	123	=	=	=	=	=	139	148	151*	-	-	Faïlle à 123 et 148
6-55	Le Soulier S 204	-	-	-	-	-	-	-	204*	-	-	-	-	Peu minéralisé
6-57	Le Soulier S 206	-	-	-	-	-	-	-	113*	-	-	-	-	Peu minéralisé
6-61	Malbosc HBC 17	12,80	=	=	=	=	=	=	29	344	626	659*	-	
6-62	Malbosc HBC 17bis	-	-	-	-	-	-	-	-	226	378*	-	-	
6-63	Druihes HBC 19	-	-	-	59	=	=	110	146	530	1069	1100*	-	Faïlle à 59
6-66	Mallet HBC 27	-	567	=	=	=	=	=	=	=	733	742*	-	Faïlle des Cévennes à 567
6-67	Les Meillasses HBC 28	-	95	202	430	633	-	-	750	839	890*	-	-	Faïlle à 95
6-69	Sauvagnac HBC 50	-	-	-	-	-	-	110	238	323*	-	-	-	
6-72	Rouvelong HBC 18	-	-	-	-	-	-	-	287	448	654	655*	-	
6-82	La Blaquièrre HBC 37	-	-	-	-	-	-	-	157	493	640	641*	-	
6-128	La Tour	8,80	-	-	-	-	-	60	85*	-	-	-	-	

SONDAGES DES GARRIGUES

N° archivage SGN	Désignation d'origine	Hauterivien	Valanginien	Berriasien	Tithonique Kimmeridgien	Oxfordien	Callovien	Dogger	Remarques
7-1	Mons 1	-	539	646	1000	1170	1523 1697 1960	1632 1821	Série normale de l'anticlinal Flanc nord inversé tectonisé de l'anti- clinal
8-4	Lussan 1	500	1474	1889	2239 2091	2380 2538	2706 3010	2796* 3299*	Série normale du synclinal de Navacelles Indices gazeux et traces d'huile.

SONDAGES DE LA PLAINE D'ALÈS

N° archivage SGN	Désignation d'origine	Quaternaire	Oligocène sup. Stampien	«Sannoisien»	Éocène Paléocène	Crétacé supérieur	Urgonien	Néocomien	Jurassique supérieur	Dogger	Lias calcaire	Trias	Stéphanien	Remarques
3-1	Ségoussac	.	45*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
3-29	La Cèze	6	15*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
4-205	SMAC S 26	.	.	320*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite
4-206	SMAC S 28	.	.	443*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume, F. de Barjac 340
4-207	SFA R 2	.	.	274*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume
4-208	SMAC S 31	.	.	127*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume
4-210	SMAC S 33	.	.	141*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume
4-212	SFA S 3	.	.	116*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume
4-216	SFA S 9	.	.	194*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume
4-218	SFA S 14	.	.	332*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume
4-225	SFA R 1	.	.	210*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume
4-227	SFA R 4	.	.	270*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Lignite et bitume
4-230	Lussan 2	.	615	1 261	1 355	1 425	=	=	=	=	1 628	1 732	1 993*	Indices d'huile et gaz
4-231	Maruejols 1	.	392	1 319	1 397	1 565*	.	.	.	.	.	.	.	Indices d'huile et gaz
4-232	Maruejols 2	.	487	931*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Indices d'huile et gaz
4-233	Maruejols 3	.	435	888*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Traces d'huile
4-234	Maruejols 4	.	560	1 245	1 542	1 788*	.	.	.	.	.	.	.	Indices d'huile et gaz
4-235	Maruejols 5	.	488	816*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Faille à 488
4-236	Maruejols 7	.	457	930*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
4-237	Maruejols 8	.	500	894*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Faille à 535
4-238	Maruejols 9	.	425	783*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Faille à 648
6-1	Alès	4,30	10*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Ponts et Chaussées
6-2	Grabieux	8	13*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Ponts et Chaussées
6-3	Alès	8	13*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6-4	Alès	4,30	9*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6-73	Saint-Étienne-d'Alensac	.	31*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6-123	Alès	9,50	25*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
7-2	Salindres 101	.	615	678	1 144	1 649*	.	.	.	.	.	.	.	Indices d'huile lourde
7-3	Salindres 102	.	267	626	659*	.	.	.	.	.	.	.	.	Indices d'huile lourde
8-13	Cals	.	.	.	7	.	80*	.	.	.	.	.	.	

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGALEDE H. (1945) — Mouvements d'âge Crétacé supérieur sur les bordures SE et NE du bassin d'Alès (Gard). *C.R. Acad. Sc.*, t. 220, p. 501-504.
- ARAMBOURG C. (1935) - Un gisement de Poissons taorciens aux environs d'Alès. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 17-18, Valz.
- ARTHAUD F., MATTAUER M., MATTE P. (1969) - La direction des plis couchés penniques de la phase majeure hercynienne est subméridienne dans les cévennes méridionales. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 269, (D), p. 556-559.
- AVIAS J., BISCALDI R. (1965) - Étude des circulations d'eau souterraine sous la bordure des Cévennes au Nord d'Alès (bassin Auzonnet—Avène). Rapport B.R.G.M., D.S.G.R.65A41.
- BERGER G. (1972) - Notice explicative de la carte géologique à 1/50 000 Anduze.
- BERNARD A. (1960) - Contribution à l'étude de la province métallifère sous-cévenole. *Sciences de la Terre*, t. VII, n°3-4, p. 123-403, 74 fig., 8 pl. h.-t.
- BERTRAND M. (1900) - Bassin houiller du Gard. *Ann. Mines*, Fr., 17, p. 505-618, 29 fig., 3 dpl. h.-t.
- BERTRAND P. (1920) — Succession normale des flores houillères dans le bassin houiller du Gard. *C.R. Acad. Sc.*, Fr., 170, p. 331-333.
- BOURGEOIS M., POUL X. (1973) - Captage d'eau et pompages au Nord d'Alès, la Tour, les Salles-du-Gardon (Gard). Rapport B.R.G.M. 73 SGN 406 LRO, 73 p., 20 ann.
- BOUROZ A. (1968) — Corrélations entre quelques bassins stéphanien du Massif Central par le moyen des niveaux cinéritiques. *C.R. Acad. Sc.*, Fr., 268 (D), p. 2219-2222, 1 fig.
- BOUROZ A., CAILLÈRE S., GRAS H. (1969) - Cinérites et gores du bassin stéphanien des Cévennes. Mode d'altération des matériels cinéritiques. *Soc. géol. Nord, Ann.*, Fr., 89, n°3, p. 227-239, 2 fig., 2 pl.
- BROUDER P. (1963) — Description d'une succession lithologique avec niveaux-repères dans les schistes cristallins des Cévennes près de Villefort (Lozère). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7ème sér.), t. V, p. 828-834.
- BROUDER P. (1964) — Niveaux repères dans la série métamorphique des Cévennes centrales (Massif Central français). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), VI, n°5, p. 699-703.
- BROUDER P. (1968) — De la présence de nappe-plis de style pennique dans une série métamorphique hercynienne : les Cévennes, Massif Central français. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 267, (D), p. 575-578.
- BROUDER P. (1973) — Un document sur la limite Cambrien—Antécambrien dans les Cévennes : les gneiss de Peyrolles. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 278, (D), p. 2617-2620.

- BROUSSE M. (1947) - Le Lias inférieur des Cévennes aux environs d'Alès (Gard). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5ème sér.), t. XXVII, p. 279-291.
- BRUDERLIN M. (1969) - Beiträge zur Kenntnis der Mikrofazies der Muschelkalk im Gebiet der Bas Languedoc mediterranen (Südfrankreich). *Ber. Naturf. Ges. Freiburg*, 59, S. 105-126, 11 Abb.
- BRUN P. de (1910) — Présence de cristaux de célestine dans les marnes du Barrémien de Bourdiguet. *Bull. Soc. Et. Sc. nat*, Nîmes, p. XXXII.
- BRUN P. de, VEDEL L. (1919) — Étude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). Première partie (Houiller, Trias, Infra-lias). *Bull. Soc. Et. Sc. nat.*, Nîmes, t. XXXVII, XXXVIII, XL, XLI, 120 p., 19 fig., III pl.
- BRUN P. de, VEDEL L. (1919-1926) - Étude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). Deuxième partie (Lias inférieur et moyen). *Bull. Soc. Et. Sc. nat.*, Nîmes, t. XLII-XLV, 134 p., 1 fig., IV pl.
- BRUN P. de (1929) - Note sur le Bathonien de Montchaud près de Saint-Brès (Gard). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n°5, p. 67-69.
- BRUN P. de (1931) — Étude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). Troisième partie (Lias supérieur). *Bull. Soc. Et. Sc. nat*, Nîmes, t. XLVI-XLVII, 84 p., V pl.
- BRUN P. de (1935) — Étude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). Quatrième partie (Bajocien—Bathonien). *Bull. Soc. sc. litt, Alès*, t. XLVII, 107 p., III pl.
- BRUN P. de, BROUSSE M. (1936) - Le Lias de Valz près Alès (Gard). *Trav. Lab. Géol. Lyon*, fasc. XXXII, 68 p., 9 fig., VI pl.
- BUCLEZ J. (1953) — Campagne de recherche par sondages entrepris en 1946 par le bassin des Cévennes. *Rev. Ind. min.*, t. 34, p. 761-773, 7 fig.
- CAPOLINI J. (1964) — Étude morpho-dynamique de la Cèze. Thèse 3ème cycle, fac. lettres, univ. Strasbourg.
- CAVELIER Cl. (1971) — Note sur le classement stratigraphique des dépôts paléogènes des bassins du Gard et du Nord de l'Hérault. Rapport B.R.G.M., 71 SGN 315 GEO, 55 p.
- CHENEVOY M. (1963) — Observations préliminaires sur les « gneiss amygdalaires » et « gneiss conglomératiques » des terrains cristallophylliens du Massif Central. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 10, p. 346-348.
- CHENEVOY M. (1968) — Les gneiss amygdalaires du Massif Central français. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, vol. X, fasc. 3, p. 177-195.
- CHEVALIER J. (1963) - Contribution à l'étude stratigraphique et micro-paléontologique du Crétacé inférieur du Languedoc et de la Provence occidentale. *Mém. B.R.G.M.*, n° 34, (Colloque Crétacé inférieur 1963), p. 695-707.

- CHOUKROUNE P. (1969)—Un exemple d'analyse microtectonique d'une série calcaire affectée de plis isopaques (« concentriques »). *Tectonophysics*, Amsterdam, 7 (1), p. 57 à 70.
- COLLOMB P. (1970) - Étude géologique du Rouvergue cristallin. Thèse, Paris.
- CORROY G. (1923) — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Gard, le Vaucluse et la Drôme. *Bull. Soc. géol. Fr.*, p. 466-487.
- COULET E. (1966) — La zone sous-cévenique en pays alésan : problèmes de structures. *Soc. languedocienne de Géogr.*, (2), t. 37, 3ème fasc., p. 435-478 (première partie), t. 37, 4ème fasc, p. 533 à 588 (deuxième partie).
- DEMANGEON P. (1959) - Contribution à l'étude de la sédimentation détritique dans le Bas Languedoc pendant l'ère tertiaire. *Naturalia Montpelienisia*, sér. géol., mém. n°5, 398 p.
- DEMANGEON P, GLACON G., MATTAUER M. (1962) - Nouvelles données sur la paléogéographie de l'Oligocène dans le Languedoc. *C.R. somm. Soc. géol. fr., fasc. 7*, p. 209-210.
- DENIZOT G. (1931) - Les affleurements crétaciques de la plaine d'Alès. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), t. I, p. 397-428, 5 fig., pl 20-21.
- DENIZOT G. (1937)—Affleurements crétaciques, brèche tectonique et brèche sédimentaire dans la plaine d'Alès. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), t. VII, p. 187-202, pl.13-14.
- DENIZOT G. (1947) -Sur les conditions de dépôt de l'Oligocène en France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (5), t. XVII, p. 22-23.
- DEPERET Ch. (1917) — Monographie de la faune de Mammifères du Ludien inférieur d'Euzet-les-Bains (Gard). *Ann. univ. Lyon*, 4e sér., fasc. 40, 226 p.
- DESTOMBES J.-P. (1951) - Le Trias au Nord d'Alès : le sondage de Lacoste. *C.R. Acad. Sc.t*. 232, p. 2336-2338.
- DESTOMBES J.-P. (1963) - Trias cévenol aux environs d'Alès. *Mém. B.R.G.M.*, n° 15, p. 187-193.
- DILUCA C. (1974) — Notice explicative carte hydrogéologique de la région des Garrigues. Feuille 1S à 1/200 000. C.E.R.H., univ. sc.tech. Languedoc, Montpellier, 45 p., 38 tabl., 15 pl
- DOMINICI R., PALOC H. (1968) - Enquête hydrogéologique pour l'alimentation en eau de la zone industrielle d'Alès. Rapport B.R.G.M., 68 SGL 164 LRO.
- DREYFUS M., MAINGUY M., MAUGUY V. (1947) - Présence de Muschelkalk fossilifère en bordure des Cévennes près de Lassalle (Gard). *C.R. Acad. Sc. t. 224*, p. 1292-1293.

- DUEE G., PAQUET J. (1960) - Observations sur le complexe faillé des Cévennes et autres accidents (Ardèche-Gard). Essai d'interprétation profonde du Sillon d'Alès. *Ann. Soc. géol. du Nord*, Lille, p. 169-175.
- DUMAS E. (1876) — Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard. Paris et Nîmes, 735 p., 48 fig., 9 pl.
- DUPLAN, GOTTIS M. (1951) - Étude géologique de la bordure orientale des Cévennes entre Alès et Saint-Ambroix. Rapport S.N.P.L.M., 48 p.
- DURANOAU A. (1956) — Le Massif du Liron et sa couverture septentrionale. Dipl. univ. de Clermont-Ferrand, inédit.
- ELMI S. (1967) — Le Lias supérieur et le Jurassique moyen de l'Ardèche. *Doc. Labo. Géol. Fac. Sc. Lyon*, n°19, 3 fasc., 845 p., 206 fig., 17 pl.
- ELMI S., FEYS R., SAMANA J.-C., WEISBROD A. (1974) - Notice explicative de la carte géologique à 1/50 000 Largentière.
- FABRE G. (1972) — Les Garrigues septentrionales du Gard. Thèse 3e cycle, Montpellier, 98 p., 5 cartes, 19 pl.
- FABRE G. (1972) — Le drainage du cours supérieur de l'Alauzène karstique dans les garrigues septentrionales du Gard. *Bull. Soc. Sc. nat.*, Nîmes, t. 52, p. 109-119.
- FABRE J. (1956) - Contribution à l'étude du bassin houiller d'Alais (feuille d'Alais à 1/80 000). *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 54, n°250, fasc. A, p. 113-122.
- FEIST-CASTEL M. (1971) - Sur les Charophytes fossiles du bassin tertiaire d'Alès (Gard). *Geobios*, vol. 4, fasc. 3, p. 157-172, 5 fig., pl. 10-12.
- FONTANNES F. (1884) — Note sur la faune et la classification du « Groupe d'Aix » dans le Gard. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. XXII, p. 330-336.
- FONTANNES F. (1884) — Description sommaire de la faune malacologique des formations saumâtres et d'eau douce du Groupe d'Aix dans le Bas-Languedoc, la Provence, le Dauphiné. Paris, 60 p., 7 pl.
- FONTANNES F. (1885) - Le Groupe d'Aix dans le Dauphiné, la Provence et le Bas-Languedoc. Première partie. Études stratigraphiques et paléontologiques. *Hist. Per. Tertiaire. Bassin du Rhône*. Géorg. Lyon et Sary, Paris, 200 p.
- FREYET P. (1971) — Les dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Éocène en Languedoc. *Bull. B.R.G.M.*, (2), 1, 4, 54 p., 46 fig.
- FRIEDEL G. (1923) - Observations sur la note de M. Arnold Heim intitulée : « La prétendue nappe de recouvrement du bassin d'Alais (Gard) et l'origine des brèches urgoniennes dites mylonitiques ». *Réunion extraordinaire de la Soc. géol. Fr.*, p. 488-494.

- FRIEDEL E., PRUVOST P. (1950) - Observations sur la structure du bassin houiller du Gard. Note inédite, Paris, Lille, 20 p., 4 fig., 1 carte.
- GARIMOND S., THALER L. (1963) - Sur deux nouveaux gisements à *Palaeotherium magnum* Cuvier et l'attribution de la faune de Célas (Gard) à la zone des Mammifères de Montmartre (Oligocène inférieur). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 2, p. 62.
- GERMA J. (1953) - Pointements crétaciques de la plaine d'Alès. *S.N.P.L.M.*, G. 47.
- GÈZE B. (1940) — Sur les phosphorites du Bas-Languedoc. *Bull. Soc. géol. Fr.*, X, p. 87-96.
- GÈZE B. (1949) — Étude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales. *Mém. Soc. géol. Fr.*, (nouv. sér.), n°62, 215 p., 103 fig., 16 pl. h.-t.
- GOGUEL J. (1936) - Le bord cévenol. *C.R. Acad. Sc, Paris, CCIII*, p. 1079.
- GOGUEL J. (1936) - Brèches urgoniennes d'Alès (Gard). *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5, t. VI, p. 219-235.
- GOGUEL J. (1938) — Quelques observations sur la faille des Cévennes. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XXXIX, n°197, p. 164-170.
- GOGUEL J. (1944) — Contribution à l'étude paléontologique du Crétacé inférieur dans le SE de la France. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 44, XLIV, n° 215.
- GOGUEL J., MAINGUY M., GOTTIS M., GERMA J. (1952) - Discussion au sujet de l'article « A megabrechia formed by sliding in Southern France de M.O.J. Koop ». *Am. Journ. of Sc*, Nov. 1953, vol. 25, p. 831-832.
- GOTTIS M. (1957) — Contribution à la connaissance géologique du Bas-Languedoc. Thèse Montpellier, Ed. Tex. Bordeaux, 344 p.
- GOTTIS M. (1962) — Architecture tertiaire en Bas-Languedoc. Livre mém. Paul FALLOT, *Mém. h. s. Serv. Carte géol. Fr.*, t. I, p. 383-395.
- GOTTIS M. (1968) — Observations géologiques sur une tranchée routière à travers une klippe du bassin d'Alès. *Act. Soc. linn. Bordeaux*, t. 105, (B), n°9, p. 1-2, 3 fig.
- GRAMBAST L. (1962) — Aperçu sur les Charophytes tertiaires du Languedoc et leur signification stratigraphique. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 10, p. 313-314.
- GRAND'EURY C. (1890) - Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard. Saint-Étienne, impr. Théolier, 1 vol., 354 p., 1 atlas avec 22 pi., 1 carte.
- GRAS H. (1968) — Filon intrusif recoupant le terrain houiller des Cévennes. *C.R. Acad. Sc, Fr.*, t. 267, (D), p. 1702-1704, 2 fig.
- GRAS H. (1969) — Quelques aspects des circulations d'eau dans le Trias de la Grand'Combe (Gard). *C.R. Acad. Sc, Fr.*, t. 269, (D), p. 1614-1617, 1 fig.



- GRAS H. (1969) — Nouvelles preuves de l'existence d'une tectonique tangentielle alpine indépendante des charriages hercyniens dans le bassin houiller des Cévennes. *C.R. Acad. Sc, Fr.*, 268, (D), n°19, p. 2319-2322, 2 fig.
- GRAS H. (1970) — Étude géologique détaillée du bassin houiller des Cévennes (Massif Central français). *Mém. ronéot. Houillères des Cévennes*, 305 p., 125 fig., 4tabl., 6 pl., 4ann.
- GRAS H. (1970) — Contribution à l'étude géologique du bassin houiller des Cévennes. *Bull. B.R.G.M.*, (2), 1, 4, p. 7-31, 13 fig.
- GRAS H. (1971) — Synthèse stratigraphique du terrain houiller des Cévennes (bordure sud-est du Massif Central français). *C.R. Acad. Sc*, t. 272, (D), p. 2416-2419, 1 fig.
- GRAS H. (1971) — Synthèse tectonique du bassin houiller des Cévennes (Massif Central français). *C.R. Acad. Sc.*, t. 272, (D), p. 3005-3008, 1 fig.
- GUIRAUD M. (1911) — Notes géologiques sur les environs de Carnoulès (Saint-Sébastien-d'Aigrefeuilles). *Bull. Soc. Et. Sc. nat*, Nîmes, p. 24-31.
- HARTENBERGER J.-L., SIGE B., SUDRE J., VIANEY-LIAUD M. (1970) - Nouveaux gisements de vertébrés dans le bassin tertiaire d'Alès (Gard). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), XII, n°5, p. 879-885.
- HEBERT Ed. (1859) — Note sur la limite inférieure du Lias et sur la composition du Trias dans les départements du Gard et de l'Hérault. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XVI, p. 905-918.
- HEIM A. (1923) — La prétendue nappe de recouvrement du bassin d'Alès (Gard) et l'origine des brèches urgoniennes dites mylonitiques. *Eclogae Geol. Helv.*, XVII, n°5.
- JACOB Ch. (1923) — Sur le rattachement des recouvrements tertiaires de la région d'Alais au système pyrénéo-provençal. *Réunion extraordinaire de la Soc. géol. Fr.*, p. 503-506.
- JEANJEAN A. (1882) — Études sur les terrains jurassiques des basses Cévennes. *Mém. Ac. Nîmes*, 7e sér., t. V, p. 287.
- JEANJEAN A. (1894) — Excursions géologiques aux environs d'Anduze. *Bull. Soc. Et. Sc. nat*, Nîmes, p. 99-113.
- KOOP O.J. (1952) — A Megabrechia formed by sliding in Southern France. *Am. Journ. of Sc*, vol. 250, nov. 1952, p. 822-828.
- LAMOUREUX (1874) — Notes sur un gisement d'*Avicula conforta* dans la vallée de Gagnières, près de Bessèges. *Bull. Et. Se. Hist nat*, Nîmes, p. 39-42.
- LAPADU-HARGUES P. (1952) - Sur la présence d'un quartzite métamorphique dans la série cristallophyllienne de la Cézarenque au Nord du département du Gard (Massif Central français). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n°11, p. 209-211.

- LAURENT L. (1899) - Flore des calcaires de Célas. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., t. X, p. 910.
- LAURENT L. (1910) - Étude phytologique sur le bassin de Célas. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., t. X, p. 910-913.
- LAVIGNE J. (1968) — Contribution à l'étude du Trias de la bordure cévenole. Région d'Alès (Gard). Rapport B.R.G.M., 68 SGL 29 LRO.
- LEMAIRE B. (1966) - Hydrogéologie de l'Auzonnet-Avène. Rapport B.R.G.M., D.S.G.R.66 A 5, 49 p.
- LIVET G. (1943) - Sur le terrain houiller du Gard. *Bull. Industr. miner. Fr.*, n°472, p. 117-156 ; n°473, p. 185-221 ; n°474, p. 255-282 ; n°475, p. 299-331 ; n°476, p. 359-393; n°477, p. 435-460, n°478, p. 489-516; n°479, p. 579-601.
- LOUIS J. (1949) — Tectonique des terrains de couverture du bassin houiller du Gard dans la vallée de l'Auzonnet. *Atlas Bull. Soc. géol. Fr.*, 5e sér., 1.19, p. 167-174.
- LOUIS J. (1954) — Tectonique des bassins houillers de la bordure orientale du Massif Central. Lyon, impr. A. Lemery et fils, 1 vol. texte, 173 p., 1 fig. ; 1 vol., atlas, 7 dpi., 2 cartes coul. dpl.
- MARION A.-F. (1899) - Flore des calcaires de Célas. *Ann. Mus. Hist. nat.*, Marseille, t. 1, fasc. 2, p. 5-37, 4 fig., 10 pl.
- MARSAUT J.-B. (1914) - Contribution à l'étude du bassin houiller du Gard. *Bull. Soc. Industr. minér. Fr.*, (5), p. 338-413.
- MARTIN C. (1963) — Contribution à l'étude stratigraphique et sédimentologique du Trias dans la région des Causses et des bordures cévenoles. D.E.S., Montpellier, inédit, 166 p., 37 pl., 4 cartes, 2 tabl.
- MATTEI J., ELMI S. (1967) — Le Domérien dans quelques régions du centre et du Sud-Est de la France (Bas Languedoc, Bordure cévenole au Nord d'Alès et Bas-Vivarais). Colloque du Jurassique, Luxembourg.
- MAUTORT J. de (1970) — Recherches d'eau dans la région alsésienne. Rapport de fin de travaux. Rapport B.R.G.M., 70 SGN 340 LRO, 20 p., 12 ann.
- MICHAUX J. (1965) — Découverte d'un remplissage karstique à Micromammifères d'âge Pliocène terminal à Seynes (Gard). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n°7, p. 218-220.
- MILLOT G. (1941) — Terminaison du bassin d'Alès et structure du bassin à lignite et schistes bitumineux de Vagnas. D.E.S. Paris, 29 p.
- MOULLADE M., THIEULOY J.-P. (1967) - Les zones d'Ammonites du Valanginien supérieur et de l'Hauterivien vocontiens. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 6, p. 228-230.

- MOURARD C. (1966) — Contribution à l'étude stratigraphique et sédimentologique du Rhétien dans la région des Causses et des bordures cévenoles. D.E.S., fac. sc. Montpellier.
- NICOU P. (1906) — Les calcaires asphaltiques du Gard. *Ann. Mines*, p. 513-568.
- PALOC H. (1971) — Les aquifères calcaires du bassin du Gard. Rapport B.R.G.M., 71 SGN 416 LRO, 1 carte.
- PAQUET J. (1960) — Observations sur la partie septentrionale de la faille des Cévennes (Ardèche). *Ann. Soc. géol. Nord*, LXXX, p. 81-85.
- PARADIS G. (1961) - Contribution à l'étude géologique de la région à l'Ouest d'Uzès (Gard). D.E.S., Montpellier, inédit.
- PARADIS G. (1968) — Deux observations géologiques dans le Gard. *Ann. Soc. Hort. Hist. nat. Hérault*, fasc. 1, p. 49-53, 3 fig.
- PARADIS G. (1968) - Observations sur le Quaternaire de la plaine du fossé d'Alès, Barjac et de ses bordures (Gard). *Ann. Soc. Hort. Hist. nat. Hérault*, fasc. 4, p. 233-239, 1 fig.
- PARADIS G. (1969) — Observations sur les affleurements du Crétacé supérieur des bordures du fossé d'Alès—Barjac. Inédit.
- PARRAN M. (1853) — Notice sur un gisement d'asphalte aux environs d'Alais. *Ann. Mines*, 5e sér., mém. t. IV, p. 334-345.
- PARRAN M. (1883) — Coupe des terrains tertiaires lacustres entre Rousson et Mons, arrondissement d'Alais (Gard). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), XII, p. 131-137.
- PAULHAC J.-P. (1945) - Contribution à l'étude du Trias des environs d'Alès. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5e sér., t. XV, p. 411-417.
- PAULIN H. (1877) — Citation d'un gisement d'*Avicula conforta* à Cassagne, à 12 km d'Alès. *Bull. Soc. Hist. nat.*, Nîmes, 5e année, p. 233.
- PELISSIER-COMBESCURE C. (1967) - La station hydrothermale des Fumades. Thèse, fac. médec, Montpellier.
- PELLET J. (1972) — Données lithologiques et structurales sur les terrains cristallins cévenols affectés par l'accident de Villefort. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n°282, t. LXI.
- POUL X. (1973) — Alimentation en eau de la commune de Saint-Ambroix. Étude hydrogéologique. Rapport B.R.G.M., 73 SGN 207 LRO, 29 p., 11 ann.
- PHILIP J. (1974) — Les formations calcaires à Rudistes du Crétacé supérieur provençal et rhodanien : stratigraphie et paléogéographie. *Bull. B.R.G.M.*, (2), 1, 3, p. 107-151, 22 fig., 2 tabl., 2 pl. photo.
- REY R. (1968) — L'Oligocène à partir des Mollusques continentaux. *Ann. Guèbard*, 44e année, p. 162-196, 1 tabl.

- RICOUR J. (1962) — Contribution à une révision du Trias français. *Mém. Serv. Carte géol. Fr.*
- ROGER G. (1969) — Étude géologique de la Cézarenque et du Sud-Est du mont Lozère. *Mém. B.R.G.M.*, n°66.
- ROMAN F. (1897) — Recherches stratigraphiques et paléontologiques dans le Bas-Languedoc. *Ann. univ. Lyon*, 366 p., 9 pi.
- ROMAN F. (1903) — Contribution à l'étude des bassins lacustres de l'Éocène et de l'Oligocène du Languedoc. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), III, p. 546-616.
- ROMAN F. (1910) — Faune saumâtre du Sannoisien du Gard. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e sér., t. X, p. 927-955.
- ROMAN F. (1910) — Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de France à Brouzet et à Saint-Just. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. X, pl. XX, fig. 1.
- ROMAN F. (1918) — Observations sur quelques fossiles du Toarcien et de l'Aalénien des environs de Saint-Ambroix, recueillis par M. Vedel. *Bull. Soc. Et Sc. nat*, Nîmes, t. XII, p. 121-125.
- ROMAN F., BRUN P. de (1909) — Note sur le Jurassique inférieur et moyen des environs de Saint-Ambroix (Gard). *Ann. Soc. linn. Lyon*, t. LVI, p. 1-43.
- ROUIRE J., ROUSSET C. (1973) - Causses, Cévennes, Aubrac. Guides géologiques régionaux. Masson, éd., 192 p., 92 fig., 6 pl. h.-t.
- ROUSSET J. (1965) — Contribution à l'étude stratigraphique et sédimentologique de la formation de Célas. D.E.S., fac. sc. Montpellier.
- SARRAN d'ALLARD L. de (1879) - Excursion de la Société d'étude des sciences naturelles de Nîmes dans les terrains jurassique et crétacé à la limite septentrionale du département du Gard. *Bull. Soc. Et. Sc. nat. Nîmes*, 7e année, n°4, 11 p., 1 pl.
- SARRAN d'ALLARD L. de (1884) - Recherches sur les dépôts fluvio-lacustres antérieurs et postérieurs aux assises marines de la craie supérieure du département du Gard. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. XII, p. 553-629.
- SARRAN d'ALLARD L. de (1890) - Géologie de la ligne ferrée d'Alais au Rhône. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (3), XVIII, p. 207-208.
- SAUVAGE H. (1882) — Sur une Athérine (*A. Vardonis*) des terrains tertiaires du Gard. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. XI, p. 491-492.
- SAUVE L C. (1975) — Syndicat d'adduction d'eau de l'Avène. Mise en production du champ de captage de Dauthunes (Gard). Compte rendu d'exécution des pompages d'essai. Rapport B.R.G.M., 75 SGN 358 LRO, 18 p., 4 ann.
- SEGURET M., PROUST F. (1965) - L'évolution tectonique post-hercynienne de la bordure mésozoïque des Cévennes méridionales entre Alès et Gange. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7e sér., t. VII, p. 85-92.

- SHUAIB S.M. (1952) — Étude géologique de la partie méridionale des Cévennes dans le Massif Central français. Thèse Clermont-Ferrand, traduc. de J. Pellet, 1956.
- SITTLER C., DEMANGEON P. (1963) - Les minéraux argileux indicateurs de faciès dans le Paléogène languedocien. *Bull. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine*, t. 16, fasc. 4, p. 213-226.
- SORNAY J. (1950) — Étude stratigraphique sur le Crétacé supérieur de la vallée du Rhône entre Valence et Avignon et des régions voisines. *Trav. Lab. Géol. univ. Grenoble*, p. 35-278.
- SORNAY J. (1952) — Remarques sur le Crétacé supérieur (Cénomaniens—Sénoniens) à l'Ouest d'Uzès (Gard). *C.R. Acad. Sc.*, t. 234, n°5, p. 545-546.
- TERMIER P., FRIEDEL G. (1919) - Les débris de nappe ou klippe de la plaine d'Alès. Lambeaux de calcaire urgonien mylonitique posés sur l'Oligocène. *C.R. Acad. Sc.*, vol. 168, p. 1034.
- TERMIER P. (1923) — Les mylonites de la vallée du Rhône et leur liaison avec les déplacements tangentiels d'Alès. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), XXIII, p. 515.
- TERMIER P. (1923) — Au sujet des conglomérats chattiens de la région d'Alès. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), XXIII, p. 501.
- THALER L. (1966) — Les Rongeurs fossiles du Bas-Languedoc dans leurs rapports avec l'histoire des faunes et la stratigraphie du Tertiaire d'Europe. *Mém. Mus. nat. Hist. nat.*, sér. C, Sc. de la Terre, t. XVII, 295 p.
- THÉOBALD N. (1964)-Les insectes fossiles de Célas (Gard). *C.R. Acad. Sc.*, p. 280-282.
- THÉOBALD N. (1937) — Les insectes fossiles des terrains oligocènes de France. *Mém. Soc. sc. Nancy*, 473 p.
- THIÉRY P. (1919) — Nouvelles observations sur le système d'accidents géologiques appelés « Faille des Cévennes ». *C.R. Acad. Sc.*, CLXVII, p. 902.
- THIÉRY P. (1919) — Quelques observations nouvelles sur les débris de la nappe (klippes) de la région d'Alès. *C.R. Acad. Sc.*, CLXVII, p. 583.
- THIÉRY P. (1919) — Sur les écaillés ou nappes de charriage de la région d'Alès. *C.R. Acad. Sc.*, CLXIX, p. 143.
- TURC R. (1960) — Le bassin houiller du Gard. I - Mise au point des connaissances géologiques actuelles. II — Levé cartographique au Nord d'Alès. D.E.S., fac. sc. Montpellier.
- VALETTE J.-N. (1968) — Données sur la géologie du bassin tertiaire d'Alès (Gard). *Bull. B.R.G.M.*, 2e sér., sect. I, n°3, p. 17-30.
- VALETTE J.-N. (1969) - Étude sédimentologique du bassin tertiaire d'Alès (Gard). *Bull. B.R.G.M.*, 2e sér., sect. IV, n° 1, p. 9-25.

VIANEY-LIAUD M. (1976) - Évolution des Rongeurs à l'Oligocène en Europe occidentale. Thèse, univ. sc. tech. du Languedoc, 113 p.

WEISBROD A. (1970) — Pétrologie du socle métamorphique des Cévennes médianes (Massif Central français). Thèse, Nancy, 4 vol.

WEISBROD A. (1970) - Étude structurale des Cévennes médianes (Massif Central français). II — Domaines des schistes des Cévennes et du bassin de l'Allier. *Sc. de la Terre*, t. XV, n°1, p. 5-44.

#### CARTES GÉOLOGIQUES ANTÉRIEURES ET CARTES THÉMATIQUES

##### Cartes géologiques à 1/80 000

Feuille Alès ;

1ère édition (1901), par G. FABRE et L. CAYEUX

2ème édition (1923), par P. THIÉRY

3ème édition (1967), par P. LAPADU-HARGUES, B. GÈZE, J. FABRE, J. GERMA et al.

##### Cartes géologiques voisines à 1/50 000

864 - *Largentière* (1974), par A. WEISBROD, J.-C. SAMAMA, S. ELMI, E. BERGER.

913 - *Pont-Saint-Esprit* (en préparation), coordination par J.-J. BOIS, L. DAMIANI et J. VOGT.

938 - *Anduze* (1972), par G.-M. BERGER et al.

939 - *Uzès* (1967), par L. DAMIANI et al.

##### Cartes des gîtes minéraux à 1/320 000

Feuille *Avignon* (1964), coordination par F. PERMINGEAT.

##### Carte hydrogéologique à 1/200 000

*Région des garrigues*. Feuille n° 1S de la carte hydrogéologique du Languedoc—Roussillon, par C. DI LUCA.

##### Carte de la végétation à 1/200 000 (publiée par le C.N.R.S.)

66 - *Avignon* (1973), par G. DUPLIAS et al.

#### DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Ces documents, ainsi que les rapports inédits cités en bibliographie, peuvent être consultés au Service géologique régional Languedoc—Roussillon, Mas Jausserand, La Pompignane, 34000 - Montpellier.

Les résultats de l'inventaire des sondages sont également consultables au B.R.G.M., 6-8, rue Chasseloup-Laubat, 75015 - Paris.

TABLEAU DES ÉQUIVALENCES DES NOTATIONS

1/80 000 Alès 1967	1/50 000 Alès 1978	1/50 000 Anduze 1972	1/50 000 Uzès 1967
A	E	E	E
Gl	EGP		
a <sup>2</sup>	C	C	
a <sup>1</sup>	Fz	Fz	Fz
	{ Fy	{ Fy	{ Fy
	{ Fx	{ Fx	{ Fx
p	Fv	Fv	Fv
			m <sub>1</sub> , m <sub>2</sub> , p <sub>2</sub>
m <sub>I-II</sub>	g1-3	g2-3	g2
m <sub>IIIa</sub>	{ 07b	{ g1b	{ g1c
	{ 07bG	{ g1a	{ g1b
e <sup>3</sup> , m <sub>IIIb</sub>	07a	07a2	07b
e <sup>2-1</sup>	06	07a1	07a
e <sub>I-II</sub>	05	06	06
e <sub>III-IV</sub>	01-4	05	05
		01-4	0-C
		C6	
c <sup>8</sup>	C5	C5	C5
c <sup>7</sup>	C4	C4	C4
c <sup>6</sup>	C3	C3	C3
c <sup>5</sup>	C2	C2	C2
			C1
			n6
		n5	n5
c <sup>U</sup>	n4bU	n4bU	n4bU
c <sub>III</sub>	{ n4aC	{ n4aU	{ n4aU
	{ n4aM	{ n4a	{ n4a
c <sub>IVa</sub>	n3b	n3b	n3b
c <sub>IVb<sup>2</sup></sub>	n3a	n3a	n3a
c <sub>IVb<sup>1</sup></sub>	n2	n2	
c <sub>V</sub>			
c <sub>VI</sub>	n1	n1	
j <sup>8-7</sup>	j9	j9	
j <sup>6-5</sup>	j8	j8	
j <sup>4</sup>	j7	j7	

1/80 000 Alès 1967	1/50 000 Alès 1978	1/50 000 Anduze 1972	1/50 000 Uzès 1967
j <sup>3</sup>	j6	j6	
j <sup>2</sup>	j5	j5	
j <sup>1</sup>	j3	j3	
j <sub>III</sub>	j1b-2a	j2	
j <sub>IV</sub> <sup>15</sup>	l8-j1a	l6-jl	
l <sup>4</sup>	l7	l5	
l <sup>3b</sup>	l6	l4b	
l <sup>3a</sup>	l5	l4a	
l <sup>2b</sup>	l4	l3	
l <sup>2a</sup>	l3	l2b	
l <sup>1b</sup>	l2	l2a	
l <sup>1a</sup>	l1	l1	
l <sub>I</sub>	t10		
t <sup>3-1</sup>	t7-9	t7-9	
t <sub>I-III</sub>	t3-6	t3-6	
t <sub>IV</sub>	t2	t2	
h <sup>2</sup>	h5b		
h <sup>1</sup>	h5a		
Q	Q		
v	v		
γ <sup>2</sup>	μγ		
γ <sub>I</sub> <sup>p</sup>	ργ <sup>4</sup>	ργ <sup>3</sup>	
γ <sub>I</sub>	γ <sup>2</sup>		
ξ	ξ		
ξδ	ξ <sub>σ</sub>		
q	χ		
ξγ	ξΓ		
ξ <sup>2</sup>	!ξ		
ξ <sup>2</sup> <sub>λ</sub>	!ξλ		
ξ <sup>2</sup> <sub>π</sub>	!ξ		



### **Terrains métamorphiques**

Indications orales de P. BROUDER, J. PELLET.

### **Terrains sédimentaires**

*Indications orales* de : S. ELMI, H. GRAS, A. LEFÈBVRE, R. TURC.

*Documents et renseignements inédits* des organismes suivants : Compagnie d'exploitations pétrolières, ESSO-REP, Houillères du bassin des Cévennes, Régie autonome des pétroles, Société minière des asphaltes du Centre, Société nationale des pétroles du Languedoc méditerranéen.

*Levers inédits* de : M. GOTTIS, H. GRAS, J.-C. LAHONDÈRE, G. PARADIS.

#### **Paléontologie :**

- Ammonites : R. BUSNARDO, S. ELMI (lab. géol. fac. sciences, Lyon).
- Échinides : S. HUMBERT (lab. géol. fac. sciences, Marseille).
- Rudistes : J. PHILIP (lab. géol. fac. sciences, Marseille).

*Palynologie* : J.-J. CHATEAUNEUF, D. FAUCONNIER (B.R.G.M. Orléans).

#### **Sédimentologie :**

- Minéralogie des argiles : C. JACOB (B.R.G.M., Orléans).
- Étude de microfaciès : D. GIOT (B.R.G.M., Orléans).

### **Ressources minérales, mines et carrières**

*Indications orales* de L. COUBES.

*Documents et renseignements inédits* du Service des Mines, arrondissement minéralogique d'Alès.

### **Sondages**

*Documentation* de la Banque des données du sous-sol (B.R.G.M., Service géologique régional Languedoc-Roussillon, Montpellier).

## AUTEURS DE LA NOTICE

J. ARÈNE, ingénieur géologue au B.R.G.M. : terrains métamorphiques, roches filoniennes *p.p.*, métamorphisme et stratigraphie des terrains anté-carbonifères, géologie structurale *p.p.*

G.-M. BERGER, ingénieur géologue au B.R.G.M. : introduction, terrains sédimentaires, roches filoniennes *p.p.*, géologie structurale *p.p.*, sols, végétation et cultures, ressources minérales mines et carrières, documentation complémentaire. Coordination.

H. GRAS, chef géologue aux Houillères des Cévennes : Carbonifère, géologie structurale *p.p.* (extraits et résumés de publications antérieures).

J.L. POIDEVIN, roches éruptives.

C. SAUVE L, ingénieur géologue au B.R.G.M. : hydrogéologie.