



## BESSÈGES

La carte géologique à 1/50 000  
**BESSÈGES** est recouverte par les coupures suivantes  
 de la carte géologique de la France à 1/80 000 :  
 au nord : LARGENTIÈRE (N° 197)  
 au sud : ALÈS (N° 209)

Le Bleyrard	Largentièrre	Aubenas
Génohac	BESSÈGES	Bourg- St-Andéol
St André- de-Valborgne	Aix	Pont-St-Esprit

# CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

## BESSÈGES

par

S. ELMI, P. BROUDER, G. BERGER, H. GRAS  
 R. BUSNARDO, P. BÉRARD, C. VAUTRELLE



BRGM

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
 ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE  
 BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
 SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
 Boite postale 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France

**NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE  
BESSÈGES A 1/50 000**

**par**

**S. ELMI, P. BROUDER, G. BERGER, H. GRAS**

**et**

**R. BUSNARDO, P. BÉRARD, C. VAUTRELLE**

**1989**

**Références bibliographiques.** Toute référence en bibliographie au présent document doit être faite de façon suivante :

— *pour la carte* : BERGER G., ELMI S., BROUDER P., GRAS H., ARÈNE J., BIGOT M., FRÈRE I., SPY-ANDERSON F.L., ALABOUVETTE B., BRIÈRE M., DEBRAND-PASSARD S., BOLTENHAGEN C., TERNET Y., MÉNILLET F. (1988) — Carte géologique France (1/50 000), feuille BESSEGES (888) — Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières. Notice explicative par ELMI S., BROUDER P., BERGER G., GRAS H., BUSNARDO R., BÉRARD P., VAUTRELLE C. (1989), 115 p.

— *pour la notice* : ELMI S., BROUDER P., BERGER G., GRAS H., BUSNARDO R., BÉRARD P., VAUTRELLE C. (1989) — Notice explicative, Carte géologique France (1/50 000), feuille BESSEGES (888) — Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières, 115 p. Carte géologique par BERGER G., ELMI S., BROUDER P., GRAS H., ARÈNE J., BIGOT M., FRÈRE I., SPY-ANDERSON F.L., ALABOUVETTE B., BRIÈRE M., DEBRAND-PASSARD S., BOLTENHAGEN C., TERNET Y., MÉNILLET F. (1988).

© BRGM, 1989. Tous droits de traduction et de reproduction réservés. Aucun extrait de ce document ne peut être reproduit, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit (machine électronique, mécanique, à photocopier, à enregistrer, ou tout autre) sans l'autorisation préalable de l'éditeur.

N° ISBN 2-7159-1888-7

# SOMMAIRE

	Pages
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<i>APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE</i>	5
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	7
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	7
<b>DESCRIPTION DES TERRAINS</b>	<b>11</b>
<i>TERRAINS MÉTAMORPHIQUES ET ROCHES ÉRUPTIVES</i>	11
<b>Terrains métamorphiques</b>	11
<b>Roches éruptives et roches filoniennes</b>	20
<b>Aperçu chronologique</b>	21
<i>TERRAINS SÉDIMENTAIRES</i>	24
<b>Primaire (Houiller)</b>	24
<b>Secondaire</b>	27
<b>Trias</b>	27
<b>Lias et Dogger</b>	33
<b>Malm</b>	64
<b>Crétacé</b>	69
<b>Tertiaire</b>	74
<b>Quaternaire</b>	75
<b>Formations fluviales</b>	75
<b>Formations superficielles</b>	76
<b>PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES</b>	<b>77</b>
<i>MÉTAMORPHISME DES TERRAINS ANTÉ-STÉPHANIENS</i>	77
<i>GÉOLOGIE STRUCTURALE</i>	78
<b>OCCUPATION DU SOL</b>	<b>87</b>
<i>SOLS, VÉGÉTATIONS ET CULTURES</i>	87
<b>RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATION</b>	<b>89</b>
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	89
<i>RESSOURCES MINÉRALES</i>	93
<b>DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE</b>	<b>102</b>
<i>DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i>	102
<i>COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES</i>	102
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	103
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	113
<i>TABLEAU DES ÉQUIVALENCES DES NOTATIONS</i>	114
<b>AUTEURS DE LA NOTICE</b>	<b>115</b>

## INTRODUCTION

### *APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE*

Le territoire représenté sur la feuille Bessèges est situé au Sud-Est du Massif central ; il est inclus dans les départements de l'Ardèche, du Gard et de la Lozère. La partie occidentale représente le Nord des Cévennes alors que la partie orientale appartient à la bordure vivaro-cévenole.

Son relief assez contrasté, s'étage entre 993 m et 100 m ; il est composé 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 la Baume et le Chassezac, affluents de l'Ardèche et au Sud par la Cèze grossie de ses affluents : la Ganière et le Luech. Les agglomérations principales sont Bessèges, Gagnières, Saint-Paul-le-Jeune et Les Vans.

Ce domaine appartient à plusieurs régions naturelles disposées en larges bandes orientées SW-NE, décalées par l'importante faille transversale du Mont-Lozère (ou faille d'Orcières), et qui correspondent à diverses unités géographiques et géologiques : Cévennes cristallines ou métamorphiques, collines schisto-gréseuses du Houiller ou du Trias, plateaux calcaires du Jurassique, plaine marneuse de Jalès, arête calcaire de la Serre du Crétacé et, enfin, plaine marneuse du fossé oligocène d'Alès.

A l'Ouest, se trouvent les Cévennes cristallines ou schisteuses qui sont représentées par l'extrémité méridionale du granite de la Borne au Nord-Ouest, et surtout par les formations métamorphiques des « schistes des Cévennes » qui comprennent divers horizons de gneiss, de micaschistes et de quartzites, répartis en cinq unités lithologiques majeures. Les séries originelles des terrains métamorphiques de degré faible ou très faible, et les roches éruptives intrusives, sont anté-stéphanien. A cette zone, sont également rattachés les premiers terrains non métamorphiques datés avec certitude : les séries carbonifères conglomératiques ou schisto-gréseuses d'âge stéphanien, qui reposent en discordance sur le socle cristallin. Des chevauchements dûs 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 Âge dans les bassins houillers d'Alès et de Bessèges. Elle est actuellement abandonnée à l'intérieur du périmètre de la feuille.

La bordure cévenole et le plateau des Gras constituent la couverture sédimentaire du Secondaire qui s'étage du Trias au Crétacé inférieur et dont la base repose en discordance sur les terrains primaires érodés.

Le Trias comprend une formation détritique de base avec conglomérats et grès arkosiques, une formation argilo-carbonatée médiane avec argilites et dolomies, témoins d'une première transgression marine suivie d'un confinement puis d'une régression marquée par des dépôts gréseux fluviaux.

Dès le Rhétien, commence un long épisode marin.

Le Lias n'est complet que dans la vallée de la Cèze où il débute par des dolomies hettangiennes surmontées par des calcaires gris-bleu à accidents siliceux du Sinémurien—Carixien, puis d'une série calcaréo-gréseuse ; le Domérien et le Toarcien ne présentent un faciès marneux que dans le secteur des Bussières. Le Dogger se termine par une puissante série calcaréo-marneuse.

Le Jurassique supérieur (Malm) débute par un niveau bleu de marnes et de calcaires argileux, surmonté par une puissante série de calcaires bien lités, grumeleux gris-noir, roux, gris clair à patine blanchâtre, ruiniformes, puis blancs et massifs.

Le Crétacé commence par le Berriasien dont le stratotype se trouve sur le territoire de la feuille au Nord du village de Berrias ; il s'agit de calcaires en bancs bien lités à intercalations marneuses, suivis par les marnes valanginiennes et les alternances marno-calcaires de l'Hauterivien couronnées par les calcaires blancs massifs urgoniens.

L'importante faille des Cévennes de direction NE-SW borde le fossé d'effondrement d'Alès rempli de sédiments lacustres tertiaires. Ces dépôts très puissants sont composés de calcaires argileux éocènes et surtout de marnes et conglomérats oligocènes.

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

Les diverses unités géologiques, associées aux zones climatiques dont le caractère méditerranéen s'affirme d'Ouest en Est, sont les principaux facteurs de la formation des sols et du développement de la végétation naturelle et de la culture. Les Cévennes cristallines sont essentiellement recouvertes de forêts domaniales. Les pinèdes couvrent les terrains houillers et les collines triasiques gréseuses. Les terrains jurassiques sont souvent incultes ou occupés par la vigne ou les arbres fruitiers. Dans la plaine crétacée de Jalès—Berrias et dans la dépression oligocène d'Alès se trouve concentrée la culture, essentiellement viticole.

En dehors des eaux de surface, les principaux réservoirs aquifères se trouvent dans les calcaires, les grès et les alluvions. Dans les calcaires du Jurassique supérieur, les phénomènes karstiques sont extrêmement développés : grottes, avens, rivières souterraines, résurgences, etc.

Plusieurs gisements de substances métalliques (plomb, zinc, fer, antimoine, or) furent l'objet d'exploitations épisodiques. A l'heure actuelle, toutes ces exploitations, comme celles des charbonnages, sont abandonnées ; seule subsiste l'extraction des calcaires bitumineux de Saint-Jean-de-Maruejols dans le fossé d'Alès.

Les principales activités industrielles de la région sont concentrées à Bes-sèges.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

La présente notice se veut une synthèse tenant compte de travaux de cartographie effectués depuis 25 ans sur la feuille Bessèges. Elle regroupe des données éparées de nombreuses thèses et publications afin d'en rendre les résultats plus facilement abordables. En outre, un certain nombre de données ont été révisées et actualisées dans les domaines de la paléontologie, de la pétrographie et de la sédimentologie. Ainsi, Y. Alméras, Y. Cassel, R. Combémoré, G. Le Hégarat et L. Rulleau nous ont-ils aidé pour la détermination des brachiopodes, des ammonoïdes, des bélemnites et des calponelles. Les indications techniques (gisements fossilifères, détails de modelé karstiques, mesures de pendage) ont été simplifiées afin de ne pas surcharger le trait.

## HISTOIRE GÉOLOGIQUE

### Paléozoïque

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

● **Les terrains métamorphiques** sont représentés par des gneiss et des micaschistes à intercalations de quartzites. Ces roches cristallophylliennes résultent d'un métamorphisme général, d'intensité épizonale à sub-mésazonale, antérieur au Stéphanien. Métamorphisme et plissement sont probablement à rapporter aux phases asturienne ou (et ?) sudète. On reconnaît une discordance (à la base de la formation = horizon de l'Apié) qui est peut-être due à un léger mouvement calédonien. Le gneiss de Bonnevaux dérivé d'un granite dont l'âge est discuté (protérozoïque supérieur ou cambrien).

● **Ces formations 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 ( $285 \pm 15$  Ma), ont développé parfois un métamorphisme de contact discret. Elles sont affectées par le grand décrochement de Villefort, dont le rejet atteint 12 km.

● **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 de Bessèges et de La Vernarède, et plus au Sud par ceux de La Grand'Combe et d'Alès. Les sédiments carbonifères transgressifs sur le socle métamorphique sont généralement autochtones en bordure du massif de Malbosc. Plus à l'Est, la quasi-totalité des terrains est charriée ; des chevauchements en écailles, 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 aucun dépôt de cet âge n'a été reconnu dans cette partie des Cévennes.

### **Histoire géologique post-hercynienne**

● **La reprise de la sédimentation** pendant le Trias succède à l'érosion post-hercynienne qui provoqua une pénépléation très poussée de la région. Les faibles reliefs résiduels furent rapidement ensevelis par la sédimentation triasique.

La répartition irrégulière des Grès de base à faciès « buntsandstein » correspond au nivellement du relief résiduel par des dépôts grossiers, peu transportés pendant le Trias inférieur. Au début du Trias moyen, les épanchages gréseux se généralisèrent ; pelliculaires à l'Ouest, sur les contreforts des zones résistantes du Massif central, ils s'épaississent très progressivement vers le Sud-Est. La transgression triasique intervint tardivement (essentiellement au début du Carnien) : ce sont d'abord des dépôts margino-littoraux (argiles évaporitiques) qui laissent place à des dépôts carbonatés plus franchement marins avant que le régime régressif s'annonce.

● **La régression du Carnien-Norien** amena l'installation d'un régime fluviatile de plaine littorale entre les reliefs septentrionaux de la Cézarenque (sublatitudinaux) et ceux de l'axe cévenol (subméridien) qui s'étendait depuis le Mas de l'Ayre jusqu'au col de l'Escrinet. Des cours d'eau parcouraient une région au relief vigoureux rajeuni par le jeu distensif des failles. Ils parvenaient au Sud-Est dans une étroite bande littorale où se développaient des méandres au tracé changeant. Le passage à la cuvette évaporitique intervenait aussi bien au SW (vallée de la Cèze) qu'au SE (sondage de Saint-André-de-Cruzières). Les matériaux grossiers, entraînés par des rivières à régime intermittent d'ouest, étaient amenés jusqu'à une dépression isolée, périodiquement en liaison avec une mer plus ouverte. Au cours des périodes les plus sèches se déposaient de minces niveaux de gypse et de sel, dont la fréquence et la puissance augmentaient vers le Sud-Est. La mise hors d'eau s'accompagnait de la formation de fentes métriques de dessiccation.

● **Avec le Rhétien**, un important changement paléogéographique intervient en conséquence d'un bouleversement dynamique : la tectonique extensive provoqua l'individualisation de blocs basculés qui évoluèrent ensuite au cours du Lias et du Dogger. Ils étaient contrôlés par des failles à jeu contraire comme la paléofaille des Eynesses (schéma structural). Dans les compartiments ainsi délimités, les dépôts s'épaississaient vers l'Ouest et non pas en direction du Sud-Est, selon le gradient général vers le bassin. Une transgression, encore timide, accompagna ce changement dynamique. Une vasière peu profonde longeait la bordure du Massif central ; des levées de sable quartzes et des alignements d'accumulation oolithique la séparaient du large. Le continent émergé se trouvait encore très proche comme en témoignent les chenaux d'érosion, remplis par du matériel remanié à partir de la Formation bariolée d'Ucel (Les Assions). L'influence marine est, quant à elle, bien indiquée par la faune (avicules, trigonies). Un horizon à spores, connu tout au long de la bordure (Taugourdeau-Lantz et Lachkar, 1985), semble indiquer qu'un changement des conditions climatiques aurait



précédé le début de l'Hettangien (bref épisode d'aridité). Cette modification pourrait avoir arrêté la mobilisation du matériel terrigène, dont les apports semblent liés à une dénudation générale qui intervint à la fin du Trias. Le développement de la sédimentation carbonatée aurait été ainsi facilité.

● **La transgression liasique** atteint son maximum cartographique dès le début de l'Hettangien : une plate-forme interne protégée s'étendait jusqu'au Mas de l'Ayre, dessinant une gouttière au pied de l'accident d'Orcières. La généralisation des calcaires oolithiques puis l'accumulation d'une lumachelle à mytilidés, accompagnèrent un approfondissement régulier. L'ouverture sur la mer franche intervint pendant l'Hettangien inférieur, avec un important abaissement du fond, dépassant une centaine de mètres : les ammonites firent leur apparition dans la région. Ensuite, un étirement de type « rifting » continua d'affecter ce secteur des Cévennes. Il en résulta une structuration tectonique en blocs basculés, responsable d'une grande instabilité des conditions sédimentaires. Les axes de la Cézarenque et des Vans—Les Assions dessinaient alors un promontoire limité à l'Est par le tracé de l'actuelle faille de Païolive qui marquait la véritable limite entre la marge vivaro-cévenole et le bassin subalpino-languedocien.

● **A partir de l'Hettangien moyen**, des conditions hémipélagiques se développèrent sur la vallée de la Cèze. Au Nord du promontoire de la Cézarenque, en revanche, une baisse du taux de sédimentation et la diminution différentielle de la profondeur, conséquences de la tectonique, étaient combinées à l'action des courants pour provoquer des lacunes de durée considérable. Le secteur fut souvent proche de l'émersion (Sinémurien—Aalénien). Les rares dépôts résiduels présentent un caractère littoral. Sur la plate-forme et les hauts-fonds, des discontinuités importantes sont connues (limite Domérien/Toarcien, Aalénien).

Au pied oriental de la Cézarenque (marquée, entre autres, par les failles de Païolive et des Terrasses ; schéma structural), la subsidence subit, au contraire, une forte accélération. Un véritable talus continental se différençia et devint très marqué pendant le Toarcien—Bajocien, comme le montre la comparaison entre les sondages (bassin) et les affleurements. Vers l'Est, les faciès hémipélagiques se généralisèrent à partir de l'Hettangien.

**On peut ainsi résumer l'évolution complexe de la marge vivaro-cévenole, au début du Mésozoïque :**

- fracturation initiale : distension et décrochements pendant le Trias ;
- du Rhétien jusqu'au Callovien basal (zone à *Macrocephalus*) : tectonique de blocs basculés (phase de « rifting ») faisant apparaître des ombilics subsidents séparés par des charnières plus ou moins larges ;
- apparition puis exagération d'une pente à valeur de talus continental (Sinémurien—Toarcien) ;
- dernières phases de « rifting » pendant le Bathonien supérieur et le début du Callovien, provoquant la réactivation des ombilics.

Pendant le reste du Callovien inférieur et au cours du Callovien moyen, les conditions hémipélagiques se généralisèrent sur toute la région y compris sur les bordures de la Cézarenque. Corrélativement, les différenciations locales s'atténuèrent notablement. Le rôle de la tectonique locale, prépon-

dérant jusqu'alors, diminua et, même, s'effaça. Il en résulta une première phase d'homogénéisation. Une diminution de profondeur semble intervenir à la fin du Callovien moyen. Il en résulta une lacune sur la bordure alors que les « Terres noires » et les couches de faciès voisins s'accumulaient dans le bassin. Cette différence indique qu'il y eut alors rejeu du talus, probablement sous l'effet de la tectonique, mais avec un effet amplifié par les variations eustatiques (Callovien moyen—Oxfordien moyen).

Ensuite, la bordure vivaro-cévenole fut inscrite dans un domaine hémipélagique monotone et relativement homogène qui formait une vaste rampe externe descendant plus ou moins régulièrement vers l'Est. Des variations eustatiques suffirent à expliquer les ravinements et les glissements connus dans le Kimméridgien (Ferry et Atrops, 1987). Des rejeux tectoniques conformes intervinrent encore pendant le Tithonique inférieur. Une diminution de profondeur semble se produire à la fin du Jurassique.

● **Au début du Crétacé**, le jeu différentiel de la subsidence redevint prépondérant. Des brèches synsédimentaires, des slumps et des turbidites hémipélagiques se mirent en place dès le Berriasien en liaison avec une reprise de l'instabilité géodynamique.

● **Pendant le Berriasien inférieur**, la sédimentation carbonatée micritique fut essentiellement alimentée par le plancton dans un environnement pélagique relativement profond (Le Hégarat, 1973 ; Cotillon et Busnardo, 1984). Une régression (ou une diminution de la profondeur) intervint au cours du Berriasien moyen. Un nouvel approfondissement est constaté pendant le Berriasien supérieur. Il fut accompagné par une intensification des arrivées de matériel terrigène fin qui marquent le véritable début du cycle crétacé. L'actuelle bande des affleurements ardéchois se situait alors à l'intérieur du bassin du Sud-Est. Cette zone subit ensuite un remblaiement qui se déroula depuis le Valanginien jusqu'à l'Aptien inférieur. La subsidence, encore très active, était compensée par des taux d'accumulation plus élevés que dans le centre du bassin vocontien (160 m par million d'années pendant l'Hauterivien ; Cotillon et Busnardo, 1984). Les matériaux sédimentés étaient des produits terrigènes fins (silts et argiles) et des bioclastes dont la fréquence et la taille augmentèrent au cours du temps.

● **Le début de l'Hauterivien** fut marqué par un approfondissement eustatique, souligné par un niveau glauconieux. Puis le comblement s'accrut. La faune indique une nette diminution de la profondeur (*Exogyra*, *Toxaster*) alors que les arrivées terrigènes diminuèrent à la fin de l'étage. C'est dans de telles conditions que la plate-forme urgonienne put rapidement s'installer. Sur la feuille Bessèges, seuls les faciès de progradation (sables bioclastiques de la Montagne de la Serre) sont bien développés. Les faciès récifaux à rudistes se développèrent ensuite mais ils sont surtout exposés plus au Sud (feuille Alès) et à l'Est. On les connaît sur les sommets de la Serre et dans les blocs coincés le long de la faille d'Alès.

● **Les dépôts du Crétacé supérieur** affleurent peu. D'après l'étude des secteurs voisins (Cotillon et Busnardo, 1984), la sédimentation urgonienne fut interrompue par un approfondissement eustatique qui intervint pendant le Bédoulien supérieur et qui fut suivi par l'accumulation de marnes grésos-

glauconieuses à ammonites, oursins et lamellibranches. Les dépôts aptiens et albiens sont rares et incomplets. Pendant le Cénomaniens (faciès pauletien du Gard), les conditions restèrent celles d'une mer peu profonde (sables, lignites, calcaires).

● **Les tendances à l'émersion** apparurent au cours du Turonien et s'accrochèrent au Santonien. La mer franche se manifesta une dernière fois par les calcaires à rudistes et les grès bioclastiques de Bessas (Coniacien). Dès le Campanien, des épandages fluviaux et des altérites rubéfiées attestent l'installation du régime continental (Signolles, 1980 ; Signolles et Valleron, 1979). Cette histoire post-urgonienne fut probablement compliquée par les premiers mouvements compressifs.

● **La phase provençale** va durer jusqu'au Bartonien supérieur (Fredet, 1987). Il en résulte le développement de plis orientés de N 90° E à N 110° E (anticlinal des Avelas ; synclinal de Saint-André-de-Cruzières). Ces plissements furent suivis par des décrochements senestres qui jouèrent, depuis le Bartonien terminal jusqu'au Ludien moyen, le long des accidents cévenols N 20°-30° E (failles d'Alès et de Barjac et, probablement, failles de la Ganière et de Païolive). Cette dynamique provoqua l'installation du fossé d'Alès, siège d'une sédimentation lacustre et lagunaire. Du Ludien supérieur à l'Oligocène supérieur, le talus cévenol s'effondra dans un contexte général d'extension N 120° E. D'énormes accumulations (500 à 700 m) de dépôts lagunaires puis fluvio-lacustres se mirent alors en place dans le fossé d'Alès. A Saint-Ambroix, des conglomérats se déposèrent à la coalescence de plusieurs cônes de déjection, alimentés par le démantèlement des couches du Crétacé inférieur ; ils témoignent du jeu vertical de la faille d'Alès.

Ensuite, la région subit une compression NW-SE qui est l'écho local des dernières phases alpines. Il en résulta des chevauchements le long des failles satellites de l'accident d'Alès (écaillés de la Montagne d'Uzège).

La transgression post-tectonique miocène, dont les limites se situent sur les feuilles voisines, Bourg-Saint-Andéol et Pont-Saint-Esprit, ne semble pas avoir atteint le fossé d'Alès.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### *TERRAINS MÉTAMORPHIQUES ET ROCHES ÉRUPTIVES*

#### **Terrains métamorphiques**

Encadrées par les empilements sédimentaires des Causses à l'Ouest et au Sud, par la bordure sous-cévenole à l'Est, et par l'ossature gneissique et granitique du Tanargue au Nord qui appartient déjà au Haut-Vivarais, les Cévennes sont une région précisément délimitée, formée de terrains cristallophylliens de degré de métamorphisme faible ou très faible et traversés de quelques plutons granitiques. A l'Est s'y incorporent les formations houillères des bassins d'Alès-La Grand'Combe et de Bessèges, non touchées par le métamorphisme, mais plissées lors des ultimes phases hercyniennes et recouvertes en discordance, comme le substratum métamorphique, par le Secondaire.

La partie occidentale de la feuille Bessèges couvre un segment très représentatif de la lithologie et de la structure de la série métamorphique cévenole. Celle-ci est constituée de micaschistes, de quartzites variés et de gneiss, répartis en cinq unités lithologiques majeures (numérotées de 1 à 5) dont la succession, de polarité établie, construit une colonne lithostratigraphique (Brouder, 1963, 1964, 1977).

### <sup>1</sup>ζ. Unité 1 de la série cévenole. Gneiss de Bonnevaux

Une part considérable des terrains métamorphiques de la feuille forme le sous-sol de la Cézarenque, pays drainé et buriné par la haute Cèze et ses affluents. Là, entre la faille du Mas de l'Ayre—Banne (faille d'Orcières) et le Houiller de La Vernarède, une bande majeure subméridienne de gneiss, large de 3 à 5 km, constitue une ossature habillée de part et d'autre de formations moins massives de micaschistes et de roches quartziques feuilletées. Ces gneiss, les *gneiss de Bonnevaux*, présentent deux types ordonnés en lanières superposées et emboîtées. L'un est ocellé et de structure homogène ; l'autre est plus ou moins encombré de corps ovoïdes ou boudinés à morphologie trompeuse de petits galets : ce sont les gneiss amygdalaires.

<sup>1</sup><sub>am</sub>ζ. **Gneiss amygdalaires.** Dans une matrice feuilletée riche en biotite, ponctuée souvent d'ocelles millimétriques d'albite, sont distribués des corps blanchâtres finement polycristallins et des dragées de quartz soulignées d'une légère teinte bleue.

● *Les ocelles d'albite, de texture aplitique,* sont en moyenne de la grosseur d'une noix mais leur dimension et leur forme peuvent varier considérablement (réduits parfois à de discrets fuseaux de quelques millimètres, grossis ailleurs en ovoïdes souvent bosselés et étirés atteignant 10 cm de grand axe). Exceptionnellement globulaires, ils se présentent le plus souvent en amandes ou en amygdales, parfois aussi en fuseaux, en galettes. Certains enfin ont une forme polyédrique proche de celle d'un cristal automorphe de feldspath. Ils offrent très souvent des fractures d'éirement complétant les étranglements qui façonnent le type amygdalaire.

L'albite en cristaux xénomorphes, rarement maclés (et c'est alors une macle simple), en est le plus souvent le constituant principal. Elle est accompagnée de microcline et de quartz. Le quartz est en petits cristaux ancrés dans les individus d'albite ou en gouttes enfermées dans ceux-ci ; il remplit encore des espaces lobés coupant parfois l'amygdale. Le microcline se reconnaît dans des cristaux infra-millimétriques, aux contours imprécis, à macle quadrillée plus ou moins nette.

On décrypte facilement cette organisation : les cristaux d'albite tardifs se développent par substitution sur un fond minéral préexistant de microcline et de quartz. On sait par Chenevoy (1968) que les réseaux cristallins d'albite, dans chaque amygdale, ont une orientation réglée qui se manifeste en plaque mince par une extinction simultanée ou voisine sur toute la surface de la section, mais parfois aussi divise celle-ci en 2 ou 3 secteurs séparés par des lignes franches. A ceci correspond, sur la cassure de l'amygdale, un miroitement, sous une certaine incidence, de l'ensemble ou compartimenté en 2 ou 3 secteurs. Ces observations suggèrent que les amygdales, dans leur état

actuel, sont le résultat de l'albitisation de phénocristaux de feldspath potassique dont le réseau cristallin a contrôlé la substitution et imposé l'orientation générale des cristaux d'albite qui perpétue, à l'occasion, l'image de la macle de Carlsbad du cristal initial (Chenevoy, 1963, 1968).

Dans des sites très localisés, le feldspath potassique a échappé à l'albitisation : au Nord de Malbosc (Ardèche) par exemple, le tissu de gneiss est encombré de phénocristaux de microcline, certains maclés Carlsbad, subautomorphes, intacts ou légèrement disloqués, parfois modelés en amygdales. En conséquence, le raisonnement de Chevenoy appliqué aux amygdales, et ses conclusions doivent être définitivement retenus ; il faut rejeter l'assimilation de ces amygdales à d'anciens galets apliques (Shuaib, 1952 ; Pellet, 1960 ; Roger, 1962 ; Brouder, 1963) et, par voie de conséquence, reconsidérer l'origine sédimentaire du matériel des gneiss.

- *Les amandes de quartz*, aplaties dans le plan de foliation, offrent des sections en ellipse de quelques millimètres de grand axe. Elles sont faites de quelques cristaux fracturés, engrenés, à extinction onduleuse. Riches en inclusions fluides, ces cristaux sont surtout remarquables par les aiguilles qu'ils hébergent (très probablement de rutil), très ténues ( $1\mu$  environ de longueur), innombrables et imbriquées en feutre. Elles sont vraisemblablement responsables de la teinte bleutée des amandes.

- *La matrice* : amygdales et amandes sont prises dans un réseau de cloisons courtes où s'associent biotite et muscovite se soutenant et se relayant par anastomoses et façonnant ainsi des fuseaux, des lames, des lentilles plates groupant quartz, microcline, oligoclase. Le microcline en cristaux aux formes tourmentées, l'oligoclase à fréquente macle répétée, altérée, chargée de séricite, sont des minéraux anciens, relictuels. L'albite limpide est tardive comme celle des amygdales.

Très localement la roche perd sa population d'amygdales ; les amandes de quartz, en densité accrue, baignent alors dans une fine mésostase cloisonnée de lits de phyllites (biotite et muscovite) discontinus. La part de l'albite est importante en cristaux au plus millimétriques, limpides mais dans lesquels des plages poussiéreuses saupoudrées de séricite, très fine, gardent la trace d'un plagioclase initial remplacé (très probablement de l'oligoclase). Le microcline a disparu.

<sup>1</sup><sub>oc</sub>ζ. **Gneiss à ocelles d'albite.** Ce sont des roches à foliation plane pénétrative, riches en biotite, singularisées surtout par la présence d'ocelles millimétriques ou bimillimétriques d'albite qui, très nombreuses, saturant parfois la tranche et moutonnent les surfaces phyllitiques de foliation. Fréquemment, des rubans grêles, discontinus, à quartz dominant, intrafoliés, soulignent un litage irrégulier. Le tissu phylliteux est fait par un réseau de membranes de phyllites (biotite et muscovite) séparant des cellules lenticulaires remplies de cristaux anguleux de 100 à 150  $\mu$  de quartz accompagnés d'oligoclase séricitisé, d'albite limpide et parfois de microcline quadrillé aux contours flous. Là se développent préférentiellement les ocelles, groupant souvent 2 ou 3 cristaux d'albite ; ils sont spongieux, à flots de quartz, parfois coupés d'une macle simple. Dans ces cellules, seule l'albite est néoformée, les minéraux associés sont relictuels.

La base du corps régional des gneiss de Bonnevaux est toujours occupée par des gneiss homogènes et sous une forme litée particulière à proximité de la surface de chevauchement sur les « schistes tigrés » sous-jacents : un fond granulaire blanchâtre quartzo-feldspathique, non orienté, est coupé en lames irrégulières, épaisses de quelques millimètres, par des couches sombres, plus fines et discontinues de phyllites, empreintes d'une foliation conforme au litage. Dans les lits clairs, les cristaux de quartz, anguleux, désordonnés et en général disjoints, sont soudés par des ocelles d'albite ; dans ceux-ci, ils sont soit partiellement engagés, soit emprisonnés. L'ensemble est saupoudré de lamelles de biotite et de muscovite, dispersées, non orientées. Dans les lits sombres, une armature de plaquettes de muscovite et de biotite à l'orientation planaire bien réglée, isole des faisceaux des mêmes phyllites en individus plus grêles, groupés suivant des orientations différentes.

L'apatite, le zircon, la tourmaline, le grenat sont les minéraux accessoires communs aux deux types des gneiss de Bonnevaux.

*Origine des gneiss de Bonnevaux.* La démarcation entre les deux types de gneiss n'est pas toujours nette : parfois des amygdales apparaissent clairsemées sur un fond de gneiss homogène ; couramment aussi se présentent des aspects plus franchement hybrides : des lentilles effilées, imprécises, blanchâtres, distribuées dans une matrice homogène, viennent probablement de mégacristaux potassiques détruits par mylonitisation avant le remplacement par l'albite. On tient là le lien génétique entre gneiss amygdalaires et gneiss homogènes.

Les contraintes orientées impliquées dans le métamorphisme ont différencié, dans un corps quartzo-feldspathique anté-gneissique, des zones de cisaillement répétées dans lesquelles la granulation poussée a complètement déformé l'organisation initiale. Elles alternent avec des zones où la structure de départ est moins endommagée, parfois seulement disloquée par un réseau de surfaces irrégulières, anastomosées, et où les mégacristaux de feldspath potassique et de quartz globulaire ont gardé, pour la plupart, leur intégrité. Le métamorphisme remanie plus profondément, en gneiss homogène, les zones mylonitisées physiquement mieux préparées.

On remontera à l'identité initiale du gneiss par le type amygdalaire : ici, des vestiges d'organisation grenue et la minéralogie relictuelle sont assurément hérités d'un matériel construit globalement sur le modèle de ces épaisses structurales, héritage suffisant pour reconnaître la roche initiale : un *granite* de type alcalin.

Le chimisme s'accorde au diagnostic pétrographique (tableau 1, analyses 1, 2, 3).

**q<sup>1</sup>. Premier horizon régional de quartzite blanc (type Peyremale).** On désigne ainsi quelques bancs de quartzite dont l'épaisseur totale est habituellement comprise entre 1 et 2 mètres mais qui s'épanouit dans la vallée du Luech, en amont de Peyremale, où il atteint 5 à 10 mètres. Le niveau, à peu près continu, s'évanouit cependant sur 2 km environ, à l'Ouest de Malbosc.

Il borde à l'Est les gneiss amygdalaires sur lesquels il repose directement par un contact normal sans trace de friction. Le plan de foliation est celui des gneiss et de ses formations supérieures. Il est accordé au plan de stratification.

La roche est faite presque exclusivement de quartz en cristaux jointifs et engrénés, aux formes légèrement étalées désignant le plan de foliation. Elle est irrégulièrement cloisonnée par des surfaces pelliculaires de muscovite accompagnée d'un peu de biotite, séparant de petits bancs de quelques cm à quelques dm d'épaisseur. Un granoclassement a été observé par Lapaduhargues (1967) dans l'un de ces bancs, indiquant une polarité en position normale.

### <sup>2</sup>χξ. **Unité 2 de la série cévenole. Quartzites micacés, quartzoschistes et micaschistes (muscovite, biotite, chlorite)**

● **Le faisceau de Brahic** s'appuie à l'Est, par l'intermédiaire du quartzite de Peyremale, sur l'écharpe majeure des gneiss de Bonnevaux. Incliné de 30 à 50° E à ESE et déployé N-S selon une bande large de 1 km environ, il disparaît à l'Est sous les formations carbonifères qui le recouvrent en discordance.

Les constituants principaux, des micaschistes, souvent riches en quartz, ont un débit en plaques cohérentes de un à quelques centimètres d'épaisseur. Ils hébergent de multiples bancs décimétriques de quartzites micacés. L'albite, en ocelles monocristallins, saupoudre fréquemment de points clairsemés le tissu phylliteux, ou envahit parfois des horizons bien tranchés.

Biotite, muscovite, chlorite, quartz font la paragenèse essentielle. Le grenat, souvent altéré en chlorite, est fréquent en cristaux atteignant parfois plusieurs millimètres.

● **Le faisceau de l'Est de Malons** affleurant à l'Ouest de l'ossature du gneiss de Bonnevaux, noyau anticlinal, constitue le retour en flanc inverse de l'ensemble de Brahic (voir paragraphe structural). Il est recouvert à l'Est dans sa partie haute par le gneiss de Bonnevaux décollé. Il expose en revanche ses parties terminales, masquées en flanc opposé par le Carbonifère discordant. La stratification initiale est profondément inscrite dans les successions d'horizons, où prédominent tantôt les micaschistes, tantôt les quartzites micacés.

Muscovite, biotite, chlorite, quartz sont encore les minéraux essentiels accompagnés de grenat, de tourmaline, d'apatite. La biotite se raréfie progressivement à distance des gneiss 1. Ici encore l'albite en ocelles occupe plus ou moins et sélectivement certains horizons.

*Les « micaschistes tigrés »* : sous le gneiss de Bonnevaux, le faisceau de l'Est de Malons, ici à micaschistes dominants, a subi des remaniements structuraux et minéralogiques profonds : la roche a été lacérée, coupée en lanières par des surfaces de friction guidées par la foliation. Dans les matériaux bouleversés, désarticulés, quelques vestiges cohérents de l'édifice ancien offrent des lambeaux conservés de foliation, copeaux plissotés et basculés.

A partir des surfaces de glissement-friction a germé une nouvelle paragenèse orientée de muscovite + chlorite relativement riche en ilménite avec du grenat dispersé, développant un laciné de lames anastomosées. Une nouvelle foliation adopte ainsi la position initiale de la précédente et s'intègre au plan structural environnant.

Des ségrégations synfoliales de quartz, abondantes, s'épanouissent parfois en lentilles claires, étirées, revêtant les affleurements d'une peau de tigre typique. Plus dispersées sont des concentrations lenticulaires de chlorite néoformée, accompagnée de muscovite accessoire et de grenat en grains automorphes. La biotite a été détruite, remplacée dans les vestiges structuraux hérités par de la chlorite. Dans la somme de ces transformations, on diagnostique une rétro-morphose.

A cette réorganisation profonde s'ajoute encore, irrégulièrement répartie, une déformation en plis déversés d'amplitude centimétrique à pluridécimétrique touchant la néofoliation.

Les micaschistes tigrés furent présentés jadis comme une unité particulière de la colonne lithostratigraphique (Brouder, 1963). Il n'en est rien. Ils résultent de remaniements tectoniques et métamorphiques de couches appartenant au faisceau quartzo-phylitique de l'Est de Malons. Leur association étroite à la surface de chevauchement des gneiss de Bonnevaux sur cette formation indique clairement un lien de causalité : ils définissent l'altération marginale produite par la montée différentielle des gneiss, noyau isoantoclinal régional, décollés de leur enveloppe en flanc inverse, mouvement prolongeant le plissement synmétamorphique.

**δ. Gneiss à clinzoïsite de la Plaisse et amphibolite de trémolite-actinote du Chassezac.** Situés tous deux dans le faisceau de l'Est de Malons, le niveau de la Plaisse rencontré dans la vallée de la Ganière au-dessus du hameau de la Plaisse, et celui de la vallée du Chassezac, sous le Serre, appartiennent peut-être au même horizon, sinon très probablement à un même groupe lithostratigraphiquement étroit de roches « cafémiques ».

● Le premier, **le gneiss à clinzoïsite de la Plaisse**, est représenté par une roche compacte, de teinte verdâtre, au grain assez fin, voisin du mm, de structure homogène mais à foliation clairement marquée par les phyllites associées à des grains gris clair de feldspath. Ce niveau peu épais, 2 à 3 m, est inséré dans les micaschistes tigrés à faible distance des gneiss du groupe 1, chevauchants. Ses constituants principaux sont la biotite, la chlorite, le quartz, l'albite remplaçant un plagioclase encombré de séricite, la clinzoïsite. Dans le prolongement du niveau nord-est, sur l'échine du Serre de Barre, de la trémolite-actinote se joint encore à ces minéraux.

● Le second, **l'amphibolite du Chassezac**, désigne un banc grêle de 0,50 m d'épaisseur, doublé peut-être par pli, d'une roche verte très cohérente où l'on reconnaît, dans une texture confuse, de fines baguettes d'amphibole. Celle-ci, de la trémolite-actinote, forme 50 % de la roche. La paragenèse est complétée par de l'oligoclase-andésine (An<sub>30</sub>), de la clinzoïsite, de l'épidote, un peu de quartz, de la biotite dispersée, du sphène, de l'apatite, parfois encore de la calcite et de la chlorite (mais probablement secondaires).



Le niveau est porté par des micaschistes à biotite ; la zone de rétro-morphose, très proche, ne l'atteint pas. A distance, des coupes homologues révèlent un léger biseau sous le chevauchement des gneiss de l'unité 1, imperceptible à l'affleurement.

Dans la formation de Brahic, à faible distance des gneiss de Bonnevaux, l'amphibolite du Tourrel (en amont de l'Elzière, au Nord de Peyremale, dans la vallée de la Cèze), pétrographiquement identique à l'amphibolite du Chassezac, en est probablement la réplique en flanc opposé de l'anticlinal de la Cézarenque (voir tectonique).

$q^3$ . **Troisième horizon régional de quartzite blanc (type Hiverne)**. Niveau d'une épaisseur moyenne de 2 à 3 m mais qui peut parfois atteindre 10 m. Distribué en lentilles, étalées chacune sur quelques dizaines ou centaines de mètres, il marque souvent seul en Cézarenque la limite indécise des formations de l'Est de Malons et de Pontails, par de petits abrupts dénudés incisant les landes de grandes bruyères d'une suite de petites barres blanches. Il est constitué de bancs élémentaires décimétriques à métriques, séparés par des lits pelliculaires de phyllites (muscovite et biotite).

Les lentilles s'évanouissent latéralement par montée rapide du taux des constituants phylliteux transformant la roche en quartzomicaschiste homogène. Celui-ci est souvent chargé en ocelles d'albite. Des bancs témoins amincis prolongent parfois le niveau dans son équivalent latéral micacé.

Les grains de quartz constituants, xénomorphes, atteignent au plus quelques centaines de microns. Ils sont étalés dans un plan privilégié, le plan de foliation, conforme au plan de stratification. En minéraux accessoires sont représentés la muscovite, la biotite, la chlorite (secondaire), la pyrite, le zircon, l'apatite. En cristaux non-maclés, l'albite tardive se distribue sélectivement dans des lits répétés, millimétriques ou plurimillimétriques.

Un granoclassement touchant de petites dragées de quartz, au col de l'Ance, souligne l'inversion de polarité du niveau ce qui, en l'absence de répétitions tectoniques locales, peut être étendu à la succession lithologique environnante.

### $q^4$ . **Unité 3 de la série cévenole. Micaschistes de Pontails**

Passé le quartzite d'Hiverne, sur quelques dizaines de mètres s'étend une zone de transition, zone mixte où se développent progressivement les micaschistes, mais encombrée encore de niveaux de quartzoschistes et de quartzites micacés accompagnés de quelques bancs à forte concentration d'ocelles d'albite (gneiss à microstructure homogène). Dans cette zone la biotite disparaît rapidement. Vers le sommet, à proximité des micaschistes francs, des lentilles de **quartzites blancs**, s'étalent chacune sur quelques dizaines de mètres ; elles ont été groupées en un niveau unique,  $q^4$ , bien que leur équivalence latérale ne puisse être observée directement.

Puis viennent les micaschistes francs sans différenciation, non troublés par le découpage de stratification : roches satinées, ordinairement gris-vert,

à feuilletage affirmé, sceau d'une foliation très pénétrative, et se débitant en plaques irrégulières légèrement ondulées. La stratification est accidentellement indiquée par des bancs isolés de quartzite micacé. On vérifie ici la conformité des plans de stratification et de foliation.

Les constituants essentiels sont la muscovite, puis la chlorite et le quartz. Les phyllites s'ordonnent en rubans de 1 à 2 mm d'épaisseur, séparés par de minces flaques de quartz parfois réduites à des lentilles dont l'étalement est limité à quelques dizaines ou centaines de microns.

Certains feuilletés phylliteux échappent à la foliation générale et leur organisation est réglée par une foliation autonome microplissée, cisailée et emprisonnée par la foliation principale. Ils sont les débris épars d'un ordre folié éphémère marquant un stade précoce du métamorphisme (voir plus loin).

L'ensemble est coupé par des lames obliques de muscovite accompagnée parfois d'un peu de biotite. Les minéraux accessoires sont le grenat, la tourmaline, l'ilménite, l'apatite. L'albite enfin, en petits ocelles monocristallins, parsème souvent la roche. Des lames fusiformes blanches, intrafoliées de quartz, atteignant parfois quelques décimètres, rompent la monotonie du tissu phylliteux.

Au NNW, au-delà des horizons à matériel volcanique ( $B^1$  et  $B^2$ ) les micaschistes enrichis d'un fin pigment de graphite s'assombrissent progressivement. Ils affleurent encore, franchement gris-noir, au Sud-Ouest de la feuille, entre Chamborigaud et Pont-de-Rastel, décalés d'une douzaine de km par le jeu senestre coulissant de la faille subméridienne de Villefort.

$\zeta_{B^1}$ . **Gneiss à mispickel de la Masseborie.** Au bord occidental de la feuille, à l'Ouest de Ponteils, apparaît un horizon massif granoblastique, clair, riche en feldspath, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, remarquable surtout par des cristaux de mispickel en bâtonnets automorphes de quelques millimètres, dispersés dans la roche sans ordre apparent (« gneiss leptynitique à mispickel » ; Brouder, 1963). Sous cet aspect particulier, il n'existe apparemment que sur la pente méridionale de la colline de Montcogniol. Quelques affleurements, en strates, de gneiss clair, peuvent lui être attribués au Nord-Est de Ponteils bien que le mispickel ici ne singularise pas la roche.

La roche est cloisonnée en lentilles amygdalaires synfoliales par de fins feuilletés discontinus, phyllitiques, faits essentiellement de muscovite accompagnée d'un peu de chlorite et de biotite altérée. Les lentilles associent quartz et plagioclase et, en accessoires, le zircon, l'apatite, le rutile, la tourmaline. Le quartz est partagé en plages irrégulièrement ovoïdes de cristaux xénomorphes (de quelques centaines de  $\mu$  parfois) et en écharpes groupant des cristaux plus petits et suggérant des couloirs d'écrasement. Le plagioclase est de l'albite en cristaux limpides subautomorphes, tardifs, fossilisant des inclusions orientées, et en cristaux xénomorphes de déstabilisation d'un plagioclase antérieur et tachés d'inclusions groupées, granuleuses (séricite et clinozoïsite ?). La répartition des cristaux de mispickel semble commandée par le fractionnement poussé de la roche.

Par sa nature et sa position ce niveau s'assimile au niveau B<sup>1</sup>, élément inférieur du « Triple associé » de la colonne lithostratigraphique régionale (Brouder, 1964) et bien que le métamorphisme ait effacé toute trace de son organisation pétrographique initiale, on doit cependant au moins soupçonner que du matériel volcanique de type acide participe à sa construction (tableau 1, analyse chimique 4).

$\zeta_B^2$ . **Gneiss à clinzoïsite du Feljas.** Il se place, en série normale, 50 mètres environ au-dessus du précédent. Très constant dans le domaine cévenol, il garde sur le territoire de la feuille Bessèges une épaisseur comprise entre 20 et 30 mètres.

La roche est compacte, très cohérente, distribuée en bancs décimétriques, coupée par des plans obliques, discontinus ; elle est de teinte assez sombre mêlant le bleu, le vert sous des reflets violets, puisée dans des lits pelliculaires discontinus de chlorite et de biotite, plantés d'une multitude d'ocelles ovoïdes millimétriques d'albite qui à la fois les solidarisent et s'y enchassent par déformation des feuillettes enveloppantes. C'est un gneiss à structure homogène et foliation affirmée. Parfois un rubanement apparaît.

L'organisation de la roche repose sur deux constituants : les phyllites et l'albite. Les phyllites (chlorite et biotite) se distribuent en lits pelliculaires discontinus, se groupant en faisceaux subparallèles à anastomoses, ébauches de feuillettes jamais réalisés. Ces surfaces ondulent légèrement, déformées par les porphyroblastes d'albite. L'albite est en porphyroblastes de 1 à 2 mm, hypidiomorphes, en amibes ou en ocelles. Ils ont une anatomie d'éponge emprisonnant des guirlandes de phyllites en lignées fossilisant les lits externes, des cellules de quartz, de clinzoïsite ainsi que de tous les minéraux accessoires répartis hors l'albite. Dans la substance limpide des porphyroblastes, se détachent encore des plages salies de fines particules de séricite, de calcite, de rutile, résidus non assimilés d'un plagioclase initial.

Les espaces extérieurs, non annexés par les porphyroblastes tardifs, sont remplis de quartz, de clinzoïsite, avec accessoirement grenat, apatite, zircon, calcite, sphène, rutile, minéraux opaques. La trémolite-actinote est irrégulièrement présente mais parfois abondante. Les surfaces phyllitiques accueillent souvent un peu de muscovite.

Dans le prolongement du niveau, vers Saint-Roman-de-Tousque (feuille Saint-André-de-Valborgne), l'albite, en lattes, a préservé un habitus initial et témoigne de l'origine probablement volcanique du matériel. Son chimisme (tableau 1, analyses 5 et 6) le rapporte à une émission andésitique ou dacitique (Brouder, 1980 ; Rochette, 1984).

#### <sup>5</sup> $\chi_\xi$ . **Unité 5 de la série cévenole. Quartzites micacés, quartzoschistes, quartzomicaschistes (formation des Balmelles)**

Formation à stratification bien exprimée où se succèdent des quartzites micacés, des quartzoschistes, des quartzomicaschistes, des micaschistes distribués en bancs et en niveaux d'épaisseurs variées (de 1 cm à 1 ou 2 m). Le quartz, la muscovite, la chlorite en sont toujours les constituants princi-

paux auxquels s'ajoute parfois l'albite. Les minéraux accessoires les plus fréquents sont l'apatite, le zircon, la tourmaline.

Les quartzites, en bancs compacts gris, sont riches en phyllites, lamelles incorporées à l'assemblage granulaire de quartz ou groupées en tapis pelliculaires conformes à la stratification et jouant le rôle d'interbancs. Dans les quartzoschistes, la multiplication de ces tapis, assure un débit en feuillets millimétriques. Ils sont épaissis dans les quartzomiaschistes où alternent des couches parfois plurimillimétriques de phyllites et des couches de quartz.

ζA. **Gneiss de l'Apié.** Strictement interstratifié en lame continue, épaisse d'une centaine de mètres entre les micaschistes monotones de Pontails et les micaschistes et quartzites des Balmelles, il souligne là une discontinuité lithologique brutale remarquable.

Appelée initialement « quartzite feldspathique à biotite » (Brouder, 1963), la roche est un gneiss à grain fin où alternent en lits réguliers d'épaisseur au plus millimétrique, réglés sur la foliation, des couches de teinte ivoire, de texture granuleuse mais aux constituants indistincts à l'œil nu, et des couches sombres violacées, réunissant biotite essentiellement, muscovite et chlorite. L'abondance de la biotite est un caractère remarqué, ce minéral étant exceptionnel dans les formations limitrophes. Des grains de quartz monocristallins, de 1 à 2 mm, accidentent de place en place les feuillets leucocrates. Parfois le litage s'estompe, dissimulé par des cristaux d'albite de développement tardif, translucides, hypidiomorphes ou en ocelles de 2 à 3 mm de grand axe.

Dans tous les cas, à l'examen microscopique, le litage perd de sa rigueur, les couches de phyllites, irrégulières en épaisseur et en continuité s'anastomosent en un réseau cloisonnant en espaces lenticulaires aplatis des groupements granoblastiques de quartz, albite, clinozoïsite, épidote. Les accessoires sont l'apatite, la tourmaline, le zircon, quelques opaques, parfois du grenat.

A l'entrée du village d'Elze, des caractères importants de la roche initiale ont été épargnés par le métamorphisme : des phénocristaux de microcline disloqués, parfois coupés par un lit phyllitique, parsèment un gneiss clair sommairement lité. Ils sont accompagnés de grains millimétriques, de plagioclase à macle répétée et d'ovoïdes de quartz disséminés, eux aussi millimétriques. Ces éléments sont distribués sur un fond de petits cristaux de quartz granulaire et de plagioclase sodique à macle polysynthétique, coupé de fins feuillets discontinus de muscovite et de chlorite. Leur origine volcanique ne laisse aucun doute et rattache plus précisément la roche au domaine des rhyolites calco-alkalines. Le chimisme (tableau 1, analyses 7 et 8) confirme le diagnostic mais souligne, dans une étude étendue aux prolongements régionaux du niveau, un apport certain de matériel détritique terrigène (Rochette, 1984).

### **Roches éruptives et roches filoniennes**

γ<sup>3M</sup>. **Granite monzonitique de la Borne.** Dans l'angle NW de la feuille apparaît l'extrémité méridionale du granite de la Borne, soit moins de 3 km<sup>2</sup> d'un

massif qui s'étend sur 100 km<sup>2</sup> essentiellement sur la feuille limitrophe Largentière au Nord.

Ce massif, intrusif dans les formations métamorphiques cévenoles, a été détaché, par le jeu de la faille de Villefort, du granite du Pont-de-Montvert, unité porphyroïde appartenant au massif du Lozère, plus méridional de 12 km. Il a été dégagé et raboté jusqu'à pénéplanation avant la fin du Primaire. La pénéplaine fossilisée par le détritique grossier du Trias est nette plus au Nord, au centre du massif ; elle n'est jalonnée ici que sur l'encaissant métamorphique par des lambeaux d'arkose et de grès, nus au Nord des Balmelles, en semelle à la base des petits causses du Mas de l'Ayre.

Le granite est de type porphyroïde, leucocrate, à grain assez grossier, riche en mégacristaux de feldspath potassique, perthitiques et généralement maclés Carlsbad. Ces mégacristaux baignent dans une mésostase grenue de cristaux d'andésine (An<sub>30-35</sub>) subautomorphes, de feldspath potassique xénomorphes, de biotite, de quartz interstitiel. Une amphibole, l'actinote, occupe environ 1 % du volume. Les accessoires sont l'apatite, le zircon, l'épidote, l'allanite, des opaques. Tous ces minéraux, essentiels ou accessoires, existent encore en inclusions dans les mégacristaux de feldspath.

Tout à fait en bordure du massif, les mégacristaux diminuent en nombre et en taille, le grain est plus fin, le quartz globuleux.

La composition modale est toujours celle d'un granite monzonitique. Le chimisme varie peu dans l'ensemble du massif (une seule analyse sur la feuille Bessèges ; tableau 1, analyse 9).

Le granite est parcouru de filons, essentiellement subméridiens, de *leucogranite* et *d'aplite*. Le leucogranite réunit quartz, feldspath potassique, oligoclase, muscovite, un peu de biotite et de tourmaline. L'aplite, abondante, est souvent rose, faite de quartz, d'albite, de feldspath potassique. La tourmaline est souvent abondante en petits prismes de 2 à 3 mm, dispersée dans la roche, mais tapisse parfois des plans où les cristaux sont disposés en rosettes (luxullianite).

Des filons de *microgranite*, enfin, peuvent s'échapper du massif.

v. **Lamprophyres.** Ils se localisent dans les roches cristallophylliennes et préférentiellement dans les micaschistes de Pontails, <sup>3ξ</sup>, mais sont toujours absents dans les aires des gneiss de Bonnevaux (Pellet, 1960). Ils forment des filons sécants et des sills, souvent une disposition relayant l'autre. Ce sont des roches extrêmement cohérentes, sombres à l'état frais, devenant jaune brunâtre et terreuses par altération. A la biotite très abondante sont associés, en structure intersertale, de l'oligoclase-andésine, parfois du feldspath potassique, souvent du quartz et de l'actinote. L'apatite est accessoire, la calcite et la chlorite secondaires.

### Aperçu chronologique

La série métamorphique cévenole est traversée par les granites circonscrits du Lozère—Borne et ceux de l'Aigoual—Liron—Saint-Guiral, le premier

groupe daté  $285 \pm 15$  Ma et  $281 \pm 11$  Ma (Viallette et Sabourdy, 1977), le second daté  $285 \pm 15$  également (Hamet et Mattauer, 1977; Viallette et Sabourdy, 1977), donc de la fin du Westphalien. Ces résultats n'apportent aucune précision sur l'âge du métamorphisme et du plissement des formations encaissantes, antérieurs peu ou prou, la même limite supérieure étant indiquée par la présence, déjà connue, du Stéphanien à la base du Carbonifère discordant du bassin d'Alès. Cependant, ces événements sont très probablement hercyniens et à rapporter aux phases asturienne ou (et ?) sudète.

Les formations d'origine sédimentaire prises par le métamorphisme cévenol (groupes 2 à 5) sont, chacune, d'une grande étendue : l'unité de base (unité 2) se prolonge jusque dans les Cévennes méridionales (feuilles Nant et Le Vigan) où elle couvre directement les ensembles carbonatés acadiens et georgiens d'Alzon—Le Vigan.

Prise dans l'orogénèse hercynienne, et cambrienne à la base, la suite sédimentaire cévenole est d'âge primaire.

L'unité 4 manque sur la feuille Bessèges ; elle se localise dans le flanc normal du synclinal sous-jacent (feuilles Génolhac et Saint-André). La formation 5 est discordante à l'échelle régionale. Elle porte toujours à sa base l'horizon de l'Apié ( $\zeta A$ ) qui doit lui être rattaché.

La discordance est la conséquence d'un mouvement probablement d'âge calédonien.

La répétition symétrique des formations stratifiées encadrant le gneiss de Bonnevaux, et leur polarité, soulignent la situation de ce dernier en cœur anticlinal. A ne considérer que la géométrie de l'ensemble, le gneiss semble constituer l'élément inférieur de l'édifice lithostratifié. Il dérive d'un granite dont l'origine s'accommode de deux explications possibles :

- substratum antécambrien de la série primaire ;
- laccolithe emprisonné dans celle-ci et dont la base n'est pas connue.

A l'échelle régionale, le gneiss de Bonnevaux est l'homologue du gneiss de Peyroles situé au Sud des Cévennes centrales (feuille Saint-André-de-Valborgne). Ils appartiennent tous deux au même corps de gneiss continu. Celui de Peyroles a été décrit comme un orthogneiss œillé dérivé d'un granite antécambrien (Brouder, 1973). La radiochronologie, cependant, lui a attribué un âge de  $465 \pm 12$  Ma (Sabourdy et Viallette, 1975) suggérant la mise en place d'un magma dans le système certainement cambrien de la série primaire.

Cependant, en partant du gneiss de Bonnevaux, on retient encore que :

- le contact du gneiss avec son enveloppe en flanc normal (contact non tectonique) suit régulièrement une surface stratigraphique bien définie, la base du quartzite de Peyremale ( $q^1$ ) ;
- aucune digitation ne s'échappe du corps de gneiss, au contour bien lisse, dans son environnement lithologique ;
- les couches limitrophes ne portent aucun signe de métamorphisme de contact.

En conséquence, les données radiochronologiques doivent être considérées avec prudence. Il est improbable que l'âge absolu mesuré dans les orthogneiss cévenols soit celui de la cristallisation du granite initial. Indiquons à cette occasion que la dispersion des âges pouvant être obtenus dans un massif donné par des mesures répétées et menées indépendamment, souligne la précarité de chacun : ainsi pour le granite du Mendic (Montagne Noire, proche des Cévennes) ont été successivement proposés des âges de  $469 \pm 21$  Ma (Roques et Vachette, 1970),  $499 \pm 20$  Ma (Hamet et Allègre, 1973),  $608 \pm 3$  Ma (Lévêque et Lancelot, 1986).

**Tableau 1 - Analyses chimiques dans les roches cristallophylliennes et cristallines anté-stéphaniennes.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO <sub>2</sub>	66,66	68,10	67,16	73,49	52,64	57,35	67,44	77,21	69,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,10	15,50	15,65	15,98	16,88	16,50	16,22	13,15	15,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,40	1,81	1,10	1,85	1,15	0,85	0,74	0,90	0,52
FeO	3,95	2,59	3,38		7,47	4,95	3,30		1,96
MgO	1,67	1,46	1,67	0,40	5,25	4,35	1,71	0,10	1,85
CaO	0,81	0,80	0,95	0,56	3,60	3,00	1,74	traces	1,60
Na <sub>2</sub> O	2,82	2,28	2,76	4,57	3,32	2,85	2,98	3,78	2,90
K <sub>2</sub> O	3,56	3,77	3,85	0,67	1,28	0,90	2,58	2,92	5,60
TiO <sub>2</sub>	0,86	0,65	0,65	0,42	0,97	0,80	0,54	0,15	0,40
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,24	0,24	0,25				0,16	Traces	
Perte feu	2,10	1,81	2,01	2,34	6,25	8,22	2,21	1,31	0,91
Total	99,57	99,70	99,53	100,28	98,81	99,97	99,62	99,52	100,64

1, 2, 3 - Gneiss amygdalaires.

4 - Gneiss à mispickel,  $\zeta_B^1$ .

5, 6 - Gneiss à clinzoïsite du Feljas,  $\zeta_B^2$ .

7 - Gneiss de l'Apié,  $\zeta_A$ .

8 - Gneiss de l'Apié (*in* Rochette, 1984, anal. 18).

9 - Gneiss de la Borne (*in* Mialhe, 1980, anal. 1G).

## TERRAINS SÉDIMENTAIRES

### Primaire (Houiller)

Les terrains sédimentaires non métamorphisés les plus anciens de la région sont ceux du bassin stéphanien de la bordure orientale des Cévennes schisteuses. Leurs affleurements se répartissent en deux grandes cuvettes, la cuvette de Bessèges au Nord et la cuvette de La Grand'Combe (feuille Alès) au Sud-Ouest dont il n'apparaît seulement sur cette feuille que la terminaison de La Vernarède et l'îlot de Vern.

Les sédiments du Stéphanien moyen reposent directement en contact normal sur le socle dans la partie occidentale des deux cuvettes. Dans la partie orientale, par suite de la tectonique hercynienne complexe, les assises du Stéphanien inférieur reposent en superposition anormale sur les séries du Stéphanien moyen, puis sont masqués par les terrains mésozoïques discordants.

La partie connue du terrain houiller des Cévennes comporte, en rétablissant la succession normale des dépôts, plus de 5 000 m de sédiments divisés en sept « zones » lithostratigraphiques à valeur de formation (fig. 1).

**Stéphanien inférieur** (charrié sur le Stéphanien moyen). **Grès, psammites, schistes, charbon**

h<sub>5a</sub><sup>1</sup>. **Zone 1. Stérile de Gagnières.** Dans la cuvette de Bessèges, ce puissant ensemble stérile (1 000 m), toujours amputé de sa base par des phénomènes tectoniques, se divise en deux niveaux :

h<sub>5a</sub><sup>1</sup>P. **Conglomérat de Ronc-de-Pioulrière** (ou des Oulettes) qui est formé par une alternance de grès et de poudingues dont l'élément principal est le quartz en galets pluricentimétriques (2 à 15 cm) et les micaschistes rares et de petite taille ; la matrice gréseuse est de teinte claire et contient une grande proportion de quartz, de feldspaths et de muscovite ; les grès sont moyens ou fins, de teinte marron ou noire, souvent très micacés (300 m).

h<sub>5a</sub><sup>1</sup>. **Zone 1. Grès et siltites à Esthéries**, qui sont eux-mêmes divisés en plusieurs séquences :

- assise inférieure à Esthéries (100 m) : siltites noires et grès sombres qui contiennent en abondance le crustacé caractéristique *Estheria cebennensis* ;
- série schisto-gréseuse à débris de végétaux hachés (400 m) : alternance de siltites et de grès qui deviennent grossiers au sommet ;
- assise supérieure à Esthéries (130 m) : siltites feuilletées contenant en abondance *E. cebennensis* et de rares débris de poissons et d'insectes ;
- série gréseuse (130 m) : grès fins qui contiennent à la base quelques niveaux à Esthéries et des fragments de végétaux de grande taille (*Mixoneura*, *Calamites*, *Annularia*) ;
- assise psammitique (160 m) : sédiments très fins avec alternance de lits clairs et sombres et intercalations de minces bancs de grès.



h<sub>5a</sub><sup>2</sup>. **Zone 2. Faisceau des anthracites de Molières.** Cette zone affleure soit en succession stratigraphique normale au-dessus des siltites à Esthéries dans la région de Gagnières, soit contenue dans une écaïlle tectonique intermédiaire, allongée Nord-Sud dans le Bois des Bartres.

Le mur de la première couche de charbon constitue la base de cette zone qui contient une dizaine de 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 petit crustacé à carènes saillantes : *Leaia baentschi*. Les stériles sont constitués de grès moyens à rares passées grossières et de grès fins noirs à débris de végétaux. Le sommet de la zone est marqué par une couche de cinérite, ou dépôt de cendres volcaniques. La puissance moyenne est de 300 m.

h<sub>5a</sub><sup>3</sup>. **Zone 3. Faisceau des demi-gras de Molières—Saint-Jean.** Cette zone, plus développée sur la feuille Alès, n'affleure ici qu'au Sud de la Cèze dans une étroite écaïlle tectonique. Elle contient une trentaine de couches minces (0,3 à 1 m) de charbon quart-gras qui devient progressivement demi-gras vers le sommet. Abondance de *Pecopteris lamurensis*, présence de *P. polymorpha*, *Cordaites lingulatus* et *Dorycordaites* dans la moitié inférieure de la formation ; abondance de *P. polymorpha*, présence de *P. lamurensis*, *Alethopteris zeileri* et *Odontopteris reichi* au-dessus ; nombreux *Leaia baentschi* localisés dans quelques minces niveaux schisteux ; l'espèce disparaît dans la zone 3, dont le sommet est marqué par un niveau de cinérite. Puissance moyenne : 1 000 mètres.

h<sub>5a</sub><sup>4</sup>. **Zone 4. Formation houillère moyenne.** Affleurant à l'Ouest de Bessèges, cet ensemble est composé de schistes peu micacés, de psammites, de grès souvent graveleux et feldspathiques à faciès clair et contenant un ensemble productif d'une vingtaine de couches de charbons quart-gras, maigres ou anthraciteux, dont les puissances varient de 0,7 à 5 m. La flore est constituée de *Pecopteris lamurensis*, *P. polymorpha*, de nombreux *Odontopteris* et de quelques *Alethopteris zeileri* et *Cordaites lingulatus* dont l'extinction marque le sommet de cette formation. La puissance moyenne de cette zone est d'environ 350 m.

### **Stéphanien moyen. Conglomérats, grès, psammites, schistes, charbon**

h<sub>5b</sub><sup>5</sup>. **Zone 5. Système Feljas—Ricard.** Les terrains de cette zone reposent directement sur le socle et ce système est composé de deux ensembles stériles séparés par un faisceau productif :

- formation conglomératique de base (25 à 200 m) : conglomérats grossiers à éléments de quartz, micaschistes gneiss et parfois rhyolites dans le Nord du bassin ;
- les faisceaux de Ricard et du Feljas (80 à 200 m) : cinq couches de charbons maigres ou anthraciteux dont deux atteignent 5 m de puissance ; les stériles sont des grès très micacés ;
- l'épais stérile de Feljas—Ricard (900 m) ou « gratte à micaschistes » : alternance de grès micacés, de conglomérats à éléments de quartz, de gneiss et de

micaschistes ; le faciès satiné caractéristique est dû à l'abondance de la muscovite.

En dehors des zones conglomératiques la flore se distingue par l'abondance de *Pecopteris cyathea*, *Cordaites lingulatus* et *Alethopteris zeileri* et la présence épisodique de *Dicranophyllum gallicum*. Le sommet de la zone est marqué par un niveau de cinérite.

h5b<sup>6</sup>. **Zone 6. Système Lumières-Grand'Baume.** Dans le bassin de Bes-sèges, affleure au-dessus des « grattes » le faisceau rebroussé des couches à anthracites de Garde-Giral qui correspond à l'horizon de Grand'Baume (feuille Alès) ; un peu plus au Sud et à l'Ouest se situent le gisement de Sallefermouze et le petit synclinal productif qui constitue le faisceau des Pilhes équivalent de Grand'Baume. Les stériles sont des grès très micacés et des conglomérats. Dans le bassin de La Grand'Combe, les gisements de La Ver-

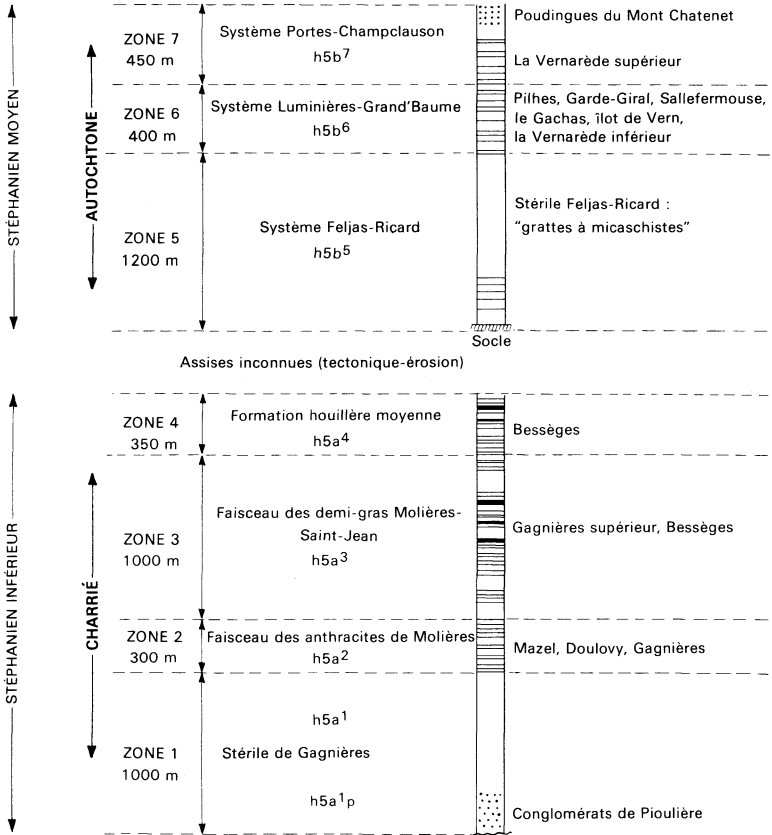


Fig. 1 - Echelle stratigraphique du Stéphanien des Cévennes et position des gisements de houille (feuille Bessèges)

narède inférieur et de l'îlot de Vern appartiennent à cette zone. La flore est caractérisée par l'abondance d'*Alethopteris zeilleri*, *A. bohémica*, *Pecopteris lepidorachis* et *Cordaites lingulatus*, ainsi que par l'apparition de *Lebachia piniformis*. Puissance moyenne : 400 m.

h5b<sup>7</sup>. **Zone 7. Système Portes—Champclauson.** Dans le bassin de La Grand'Combe, le système est composé de deux faisceaux productifs surmontés d'un ensemble stérile érodé :

– le faisceau de Champclauson (200 m) contenait 4 couches de charbon demi-gras pouvant atteindre 4 m de puissance ; les stériles sont formés de schistes satinés ou de siltites à minces intercalations de grès fins ;

– le faisceau de Portes (250 m) contient 7 couches minces de charbon de mauvaise qualité ; les stériles sont des grès micacés et des conglomérats.

Ces deux faisceaux constituent le gisement de La Vernarède-supérieur et présentent une flore caractérisée par l'abondance de *Pecopteris cyathea* et *P. lepidorachis*, la présence rare d'*Odontopteris reichi* et l'apparition de *Taeniopteris jejunata* ;

– les poudingues du Mont Chatenet (50 m) : conglomérats à éléments arrondis de quartz, gneiss et micaschistes.

## Secondaire

### Trias

Dans la région des Vans, au Nord-Est du promontoire (ou horst) de la Cézarenque, les dépôts triasiques reposent directement sur la série métamorphique cévenole par une surface de contact assez irrégulière. Il en est de même dans la partie en amont, la plus occidentale, de la vallée de la Cèze (Aujac, Bordezac). Par contre à partir de Bessèges et vers l'Est, le Trias repose sur divers termes du Houiller.

ti. « **Grès inférieurs** » (Elmi, 1967 ; notice 3<sup>e</sup> éd. Alès, 1/80 000) ou « **Formation détritique de base** » (Samana, 1969). **Trias inférieur ? et moyen.** Poudingues, arkoses, grès. Cette formation, irrégulière, comporte deux membres (*Grès de base* et *Grès du Roubeau*, Finelle, 1981 ; Courel, 1984) qui sont mieux définis plus au Nord-Est dans la région de Largentière.

● Les **Grès de base** (ou **Grès de Largentière**) sont épais à Gravières (45 m) mais, ailleurs, ils sont souvent difficiles à séparer des niveaux superposés. Ils n'ont donc pas été cartographiés séparément. Ils comprennent des conglomérats à galets de quartz et des grès feldspathiques grossiers en bancs massifs à litage souvent oblique et à matrice silteuse abondante. On les a parfois comparés aux faciès « buntsandstein ». A Gravières, ils contiennent de gros fragments anguleux de micaschistes et de séricitoschistes (40 cm) en particulier à leur base. Il se peut que les Grès de base débutent, au moins localement, dès le Trias inférieur.

● Le faciès **Grès du Roubeau** comporte des grès peu cohérents, des argilites gréseuses vertes et des argilites noires alternant avec des grès à pseudomorphoses et des grès carbonatés. Ils sont rapportés à l'Aniso-Ladinien ou au Ladinien (Finelle, 1981).

Les éléments grossiers de la Formation détritique de base sont peu altérés et ils dérivent du démantèlement des schistes cristallins et des granites de l'arrière-pays. Dans la région des Vans, ils n'ont subi qu'un transport court et bref, en milieu torrentiel ou fluvial proximal (système en tresse).

Dans le secteur à sédimentation réduite (Mas de l'Ayre, la Rousse, Mourèdes), la Formation détritique de base est réduite à un seul ensemble conglomératique ou très grossier (18 m à la Rousse ; 8 m à Mourèdes) qui pourrait être hétérochrone. Les galets de schistes et de quartzites sont le plus souvent d'origine très proche et n'ont pas subi de transport notable.

*tm.* « **Formation argilo-carbonatée médiane** » (Trias moyen dans les anciennes attributions ; actuellement rapportée au **Carnien** pour l'essentiel). Marnes noires, calcaires dolomitiques (17 m à Seyras, 25 m à Gravières-les-Salettes). Trois termes peuvent être définis dans les secteurs où l'épaisseur est importante.

● **Argilites grises inférieures** (ou **Argilites des Brousses**) : grès fins ocres et plaquettes silteuses noires ; passées de grès arkosiques (feldspaths potassiques, muscovite, blende, rubis) : ciment siliceux, calcitique ou dolomitique ; rides de courant, empreintes de pas de vertébrés (à Seyras) ; pseudomorphoses de trémies de halite.

● **Barre carbonatée médiane** (ou **Carbonates du Mas Dieu** : 0 à 17 m d'épaisseur) : dolomie gréseuse brune, grisâtre ou rosée, localement riche en barytine (Seyras), en bancs réguliers (0,10 - 0,20 m) séparés par de minces joints d'argile noire. La dolomitisation secondaire se développe aux dépens de micrites qui contiennent localement des oolithes.

Dans le pays des Vans, la barre carbonatée peut être remplacée par un niveau de grès à nodules siliceux en « choux-fleurs » (3 m à Seyras ; Spy-Anderson, 1980). Ces nodules proviendraient du remplacement d'amas anhydritiques par du quartz (inclusions résiduelles) ; cette transformation serait due au lessivage du sédiment par des eaux vadoses, riches en silice et pauvres en sulfates. A Largentière, Doubinger et Adloff (1977) ont pu rapporter la Barre carbonatée médiane au Carnien grâce à la palynologie.

● **Argilites grises carbonatées** (ou **Argilites des Gardiolles**). Elles sont bien développées près de Largentière et d'Aubenas et au Sud de la Cèze. Elles semblent manquer dans le pays des Vans.

Les conditions de dépôt de la formation médiane témoignent de la transgression triasique sur les contreforts orientaux de l'actuel Massif central qui, au cours du Trias, constituaient un obstacle à l'extension des influences marines. D'abord marginales, les conditions marines deviennent franches au cours de l'accumulation de la Barre carbonatée médiane pour laisser place ensuite à une tendance au confinement.

*ts.* « **Formation bariolée d'Ucel** » et « **Grès supérieurs** » (Keuper-Trias supérieur ; Carnien-Norien ?). **Argiles versicolores, dolomies, grès arkosiques** (épaisseur maximum à l'affleurement : 200 m). *tsD.* **Encroûtements dolomitiques, faciès d'altération.** Il s'agit d'une succession de grès

arkosiques très grossiers, d'argilites sableuses, de siltites vertes et rouges et de dolomies jaunes ou beiges qui se présentent soit en bancs massifs, soit en nodules isolés ou alignés. La partie supérieure comprend des horizons dolomités secondairement (tsD) qui ont été cartographiés séparément bien qu'il s'agisse de faciès probablement hétérochrones, (ils donnent cependant d'excellents repères). Les barres gréseuses terminales (Grès supérieurs) ont aussi été différenciées.

● **Secteur nord-ouest** (Saint-Genest-de-Beauzon, Les Assions, Les Vans, Gravières, le Folcheran). Les dépôts sont essentiellement continentaux (Spy-Anderson, 1980, 1981 ; Elmi *et al.*, 1987). Les niveaux argileux sont souvent bariolés (gris, vert, lie-de-vin). Les grès forment des remplissages grossiers, affectés par des rides sigmoïdes et se présentant en lentilles chenalées. Les directions de courant indiquent des directions d'apport à partir du Nord et de l'Ouest, c'est-à-dire depuis les zones résistantes et pérennes (massifs du Lozère et de la Borne, promontoire de la Cézarenque). Les horizons argilo-sableux se présentent en couches tendres, hétérogènes, à stratification irrégulière ou absente. Ils correspondent soit à un mélange d'argiles et de sables (dépôt boueux de régime torrentiel), soit à la superposition irrégulière de lits discontinus sableux et argileux (régime torrentiel occasionnel). La couleur est vive, lie-de-vin et verte, en taches aux limites nettes donnant un aspect marmorisé à l'ensemble. Au Pont-de-Chambonas, ces horizons argilo-sableux passent à des dispositifs chenalés et à des faciès silteux d'abandon. A la Salette et à l'embranchement des Assions (sur le CD 904 A), ils sont affectés par de spectaculaires fentes de dessiccation, organisées en réseaux à maille métrique. D'une profondeur atteignant 1 m et larges de 0,10 à 0,20 m, elles sont remplies par des grès feldspathiques grossiers qui se raccordent aux bancs superposés.

Les caractères sédimentologiques permettent de reconnaître des environnements qui vont des cônes de déjection avec dominance des grès à matrice argileuse jusqu'à des plaines fluviales où se développent des dispositifs en tresse puis méandrisés.

Les assises fluviales ont subi des dolomitisations et des marmorisations liées à la dessiccation et à la pédogenèse provoquée par la fluctuation des nappes phréatiques. Les figures sédimentaires résultantes sont particulièrement spectaculaires à Saint-Genest-de-Beauzon (Terraube, Champetier-Haut, la Salette). Ils disparaissent vers l'amont de la topographie de l'époque (la Rousse, le Mas de l'Ayre). Les horizons dolomitiques (tsD) résultent du remplacement direct d'un matériel initial terrigène (quartz, silicates) par la dolomite, sans passage par un stade calcitique. Il apparaît ainsi des dolocrètes, particularités du Trias ardéchois qui se forment selon les mêmes processus que ceux connus pour les calcrètes, les caliches, les silcrètes et les cornstones (Spy-Anderson, 1980, 1981).

Les grès supérieurs se présentent en dalles massives couronnant les collines triasiques (Saint-Genest-de-Beauzon, Payzac).

Les variations latérales affectent faciès et épaisseurs ; elles sont importantes et brutales et permettent de retracer la paléotopographie dont les principaux caractères sont :

- diminution de la pente d'Ouest (torrents, piémont) en Est (plaine alluviale à réseau anastomosé) ;
- diminution de la pente au cours du temps, résultant d'un remblaiement progressif de la plaine d'épandage et du nivellement des reliefs bordiers.

Des mouvements tectoniques contrôlent, en partie, ces variations (Colongo *et al.*, 1979 ; Spy-Anderson, 1980 ; Elmi, 1984, 1988). Ils sont en évidence le long de la faille d'Orcières lorsqu'elle est interceptée par des accidents de direction cévenole. Les augmentations d'épaisseur sont brutales au pied des escarpements (de 2,50 m à 70 m de part et d'autre de la faille des Eynesses ; de 70 à 140 m de part et d'autre de la faille de Folcheran).

● **Secteur sud** (entre Gagnières et Molières-sur-Cèze, à la limite des feuilles Bessèges et Alès ; cf. de Brun et Vedel, 1909-1919 ; Bernard, 1959 ; Berger, 1978 ; Spy-Anderson, 1980 ; Elmi et Avocat, 1987). La Formation bariolée d'Ucel se présente comme une suite de séquences élémentaires dont l'organisation verticale est la suivante : dolomies en bancs continus, homogènes et souvent terminés par des surfaces portant des traces de dessiccation (« mud cracks », à Boniol par exemple) ; argiles et argilites bariolées ; gypse. Vers le haut apparaissent des grès et des conglomérats en niveaux irréguliers à base érosive. Cet environnement se place en bordure d'une lagune (sebkha) périodiquement comblée ; il fait transition au « bassin » salifère connu dans le Gard (Samama, 1969 ; Berger, 1978 ; Recroix, 1981). Avocat (inédit) a trouvé, vers le sommet de la formation, une lentille de dolomie à foraminifères appartenant au genre *Glomospira* (détermination L. Zaninetti) qui indiqueraient une tendance à l'ouverture sur le milieu marin franc.

● **Entre Bordezac et Aujac** (haute vallée de la Cèze, au pied méridional du promontoire de la Cézarenque), la Formation bariolée d'Ucel présente les mêmes caractéristiques que dans la région des Vans : sédimentation continentale fluviale avec horizons dolomitiques irréguliers liés à des diagénèses pédogénétique ou phréatique.

*Le sondage de Saint-André-de-Cruzières a traversé 70 m de marnes gypseuses correspondant au faciès du bassin salifère.*

t. **Trias indifférencié.** Entre la Causse blotti de la Rousse et le col du Mas de l'Ayre, les terrains triasiques n'ont pas été cartographiquement subdivisés en raison de leur faible épaisseur. Les grands ensembles reconnus au Sud et à l'Est sont cependant encore discernables.

● **A la Rousse** (Spy-Anderson, 1980).

– *Grès inférieurs* (18 m) reposant sur le socle par l'intermédiaire d'une zone intensément rubéfiée. Ce sont des grès moyens à grossiers, arkosiques et à ciment siliceux (au sommet). Ils contiennent des dragées de quartzites remaniés sur place à partir des micaschistes et quartzites à biotite de Malons ( $^2\chi\xi$ ). Les grès présentent une stratification lenticulaire d'ordre métrique et remplissent des chenaux.

– *Formation carbonatée médiane* (7,60 m) qui comprend :

- *Argilites inférieures des Gardiolles* : grès à ciment ferrugineux et phylliteux, rides de courant et d'oscillation, trémies de sel gemme ;

- *Dolomies du Mas Dieu* : représentées par un seul banc (0,50 m) de dolomie saccharoïde à grains de quartz.
- *Formation bariolée d'Ucel* (2,50 m) : grès grossiers arkosiques à feldspaths roses, ravinant les dolomies sous-jacentes.

● **Au Mas de l'Ayre**, le Trias est encore plus réduit (15 m) et seul un mince liseré d'Argilites inférieures des Gardiolles permet de placer la limite entre Grès inférieurs et Formation bariolée d'Ucel.

t9. « **Rhétien. Grès, silts, calcaires en plaquettes, calcaires à dragées de quartz (formation de la Croix Blanche)**. Elle a été définie près de La Chapelle-sous-Aubenas (feuille Aubenas) (= « grès et silts de la Croix Blanche » de la Synthèse géologique du Sud-Est de la France 1984, p. 85). (cf. Elmi *et al.*, 1984, 1986 ; Elmi, 1989). La formation se caractérise par l'apparition de grès fins et laminés, de dolosparites à grains de quartz et d'argilites noires passant à des silts. A l'affleurement, ces roches sont très altérées et se présentent sous forme de grès carbonatés roux, décalcifiés et friables. Le détail de la succession et, surtout, l'épaisseur varient notablement sur la feuille Bessèges.

● **Le long de la faille d'Orcières** entre le Causse blotti de la Rouse au Nord-Ouest et le secteur de Chambonas—Les Assions au Sud-Est, la présence ou l'absence de la formation paraissent liées au compartimentage par des failles cévenoles SW-NE (failles des Eynesses, du Folcheran, de Païolive). Elle a été groupée avec les niveaux de base du Lias (t9-l1) en raison de son irrégularité.

Au Mas de l'Ayre et sur le Causse de la Rouse, la formation manque probablement. Elle se développe au pied sud-est de la faille cévenole des Eynesses (Colongo *et al.*, 1979 ; Spy-Anderson, 1980) sous forme de dolomies finement laminées et de grès à ciment calcaire, alternativement fins et grossiers, visibles sur une épaisseur de 4 m. Le passage à l'Hettangien est mal repéré au sein d'un ensemble de calcaires laminés à grains de quartz et de calcaires oolithiques (2,50 m). Le Complexe carbonaté de base (Hettangien) se développe ensuite avec des calcaires oolithiques en bancs parfois affectés par des rides et des laminations.

Formation de la Croix Blanche et Complexe carbonaté de base disparaissent vers le Sud-Est et manquent sous la pointe du Causse du Mognard. Ils réapparaissent brutalement sur la lèvre sud-est abaissée de la faille du Folcheran (cote 404) où l'on peut rapporter à la Formation de la Croix Blanche environ 2 m de calcaires laminés, en bancs ondulés et affectés par des fentes de dessiccation profondes de 0,50 m et remplies par des grès. Les laminations peuvent être soit obliques, soit horizontales. Au-dessus, le Complexe carbonaté de base (l1) est visible sur 8 m sous forme d'oodolomicrites et de biosparites dolomitisées. En lames minces, les oolithes se présentent en agrégats encroûtés par des foraminifères. La dolomite est parfois accompagnée par la sidérose.

A Paillères (commune de Gravières), de part et d'autre de la RN 101, l'ensemble rhéto-hettangien est plus complet. La Formation de la Croix Blanche (9 m) se présente sous forme de silts et de marnes silteuses avec des

bancs carbonatés (dolomicrites et intradolomicrites), compacts et laminés à la base, plus délités : ils peuvent contenir des grains de quartz et passer à des grès calcaires. Figures fenestrées (« bird eyes ») et fentes de dessiccation sont fréquentes et la roche peut devenir une brèche de dessiccation. Les niveaux délités en plaquettes contiennent quelques *Rhaetavicula* (= *Pteria*) *contorta* (cf. Fabre, 1894). La limite supérieure a été placée au-dessus des derniers silts argileux noirs. Le Complexe carbonaté de base (6,50 à 7 m) comprend des calcaires micritiques et laminés, souvent quartzeux, contenant des bioclastes oolithisés. Le dernier banc est une biomicrite à grains de quartz, pellets, intraclastes, oncholites et bivalves. Malgré la mauvaise conservation des fossiles, il semble que l'on puisse y reconnaître l'équivalent de la « lumachelle à Mytilidés » qui termine habituellement le Complexe carbonaté de base plus au Nord (feuilles Aubenas et Privas).

Au-dessus, un ensemble calcaréo-marneux peut être comparé au terme inférieur des « Calcaires noduleux cendrés » (13,50 m). La partie principale (9 à 10 m) comprend des bancs décimétriques de micrite argileuse noire, séparés par des délits de marnes gris sombre. Au-dessus viennent des calcaires oolithiques compacts en bancs massifs à joints stylolithiques. Le nucléus de la plupart des oolithes sont des fragments de bivalves. Le banc terminal est une biosparite à grains de quartz. Sa surface supérieure, rubéfiée et taraudée, peut être interprétée comme l'équivalent de la discontinuité qui, plus au Nord, sépare les deux membres des Calcaires noduleux cendrés (S2 et S3). Cette succession est assez semblable à celle que l'on connaît le long de la vallée de la Cèze aussi bien sur la feuille Alès (Molières-sur-Cèze) que sur Bessèges.

Dans les affleurements voisins (Folcheran, ruisseaux de Malarce et du Bourdaric à Naves), les bancs micritiques du terme inférieur des Calcaires noduleux cendrés supportent directement les calcaires ferrugineux, oolithiques et bréchiques de l'Aalénien.

Aux Assions, près de Massot en bordure du CD 904 (= RN 104), la Formation de la Croix Blanche est composée d'environ 10 m de plaquettes gréseuses, de marnes silteuses noires et de dolomies jaune ocre, finement laminées. Des rides et des terriers sont conservés à la semelle de certains bancs gréseux. Des avicules, des fragments de végétaux et des vertèbres de reptiles peuvent être trouvés dans les marnes silteuses. Des ravinements métriques perturbent cette succession, donnant des chenaux dont le comblement est réalisé par des grès arkosiques dont le faciès rappelle celui de la Formation bariolée d'Ucel. Les dolomies montrent des structures madrées (« flaser bedding ») et des brèches de dessiccation.

La Formation de la Croix Blanche affleure aussi au pied de la colline de Sainte-Appolonie (le Bosc aux Assions), dans le bourg des Vans et sur le rebord du plateau qui domine le Chassezac à hauteur du Pont-de-Chambonas (l'épaisseur est de 3 m à Passeron et à la Grande Muraille). *Rhaetavicula* (= *Pteria*) *contorta* est connue par des exemplaires rares et mal conservés (Fabre, 1894 ; Roman et de Brun, 1924).



● **Dans le secteur de Saint-Paul-le-Jeune et de Banne ainsi que dans la vallée de la Cèze**, la Formation de la Croix Blanche a été le plus souvent individualisée.

En amont de Bessèges (le Collet, Serre de l'Elzède), on peut lui rapporter des grès grossiers alternant avec des grès fins et passant à des bancs de dolomies laminées et de dolomies gréseuses (3 m). Ils n'ont pas été séparés du Complexe carbonaté de base en ce point.

En aval de Bessèges, les couches s'épaississent et atteignent plus de 30 m à Boniol (vallée de la Ganière). Les faciès indiquent des intrications d'influences continentales, lagunaires et marines. Le passage du Trias au Jurassique semble très progressif. La succession est la suivante :

- alternance de dolomies, de grès dolomitiques et de marnes vertes ou rouges ; les dolomies peuvent être soit gréseuses et affectées par des fentes de dessiccation et des mud-cracks, soit laminées et oolithiques ; elles contiennent alors des foraminifères (*Glomospira*) ; ces influences marines restent cependant limitées puisqu'on observe des encroûtements dolomitiques ;
- bancs de grès grossiers, arkosiques, à ciment dolomitique, séparés par un ensemble de dolomies laminées, de marnes noires et de dolomies silteuses en minces plaquettes ; le sommet est affecté par un encroûtement dolomitique avec tubulures vertes ;
- marnes noires silteuses, dolomies finement gréseuses et dolomies pouvant être oolithiques et contenir des foraminifères (*Glomospira*) et des débris coquilliers. De Brun et Vedel (1909-1919) ont cité *Rhaetavicula contorta*.

Le paysage évoqué par l'imbrication des faciès, correspond à un domaine de transition instable entre continent et mer franche : faciès de zone interne protégée et de zone intertidale, étagées avec une barrière sableuse et une barrière oolithique.

Les éléments de datation sont encore assez rares mais s'accordent à indiquer un âge « rhétien ». *Rhaetavicula contorta* est assez fréquente. Dans la vallée de la Cèze, on a retrouvé un niveau silteux repère à *Rhaetipollis germanicus*, *Classopollis* sp. et *Ovalipollis pseudoalatus* qui a été défini à Crusol (Taugourdeau-Lantz et Lachkar, 1984).

## **Lias et Dogger**

La feuille Bessèges correspond à une zone de transition entre la bordure du Massif central et le bassin subalpin (ou bassin du Sud-Est). Cette position est illustrée par les nombreuses et rapides variations qui affectent les terrains du Jurassique inférieur et moyen. Faciès et épaisseurs diffèrent dans des grands compartiments définis par les principaux alignements structuraux : failles vellaves WNW-ESE d'Orcières—Mas de l'Ayre et de Bordezac ; failles cévenoles SSW-NNE de Planzolles, de Païolive, de la Ganière et de la région de Courry—Saint-Brès (failles des Terrasses et des Buisnières). La description stratigraphique sera exposée en fonction de ce découpage (Fabre, 1894 ; de Brun, 1926, 1932, 1935 ; Roman et de Brun, 1910, 1924 ; Elmi, 1967, 1988 ; Colongo, 1980).

*Au Nord-Ouest : la retombée septentrionale du horst de la Cézarenque* : c'est le **pays des Vans** qui forme un triangle compris entre les failles d'Orcières (N 100° à N 140° E) et de Païolive (N 20° E). Les affleurements sont assez limités. On reconnaît ainsi des lambeaux, témoins conservés contre la faille de Païolive dont ils forment la lèvre nord-ouest surélevée (la Ribeyre, la Rouvière). Au pied des escarpements qui dominent la vallée du Chassezac, les affleurements sont continus entre Chassagnes, Naves et Paillère (commune de Gravières) ; en rive gauche, les terrains du Jurassique inférieur (très réduits) et du Jurassique moyen forment le soubassement et les pentes de la butte-témoin de Sainte-Appolonie (Les Assions). Au Nord-Ouest de Naves, quelques lambeaux jurassiques sont conservés le long de la lèvre nord-est, abaissée, de la faille d'Orcières. Ils forment ce que Fabre (1894) a appelé les « petits causses » ou « causses blottis » qui se succèdent du SE au NW : lambeau du Bosc, Causses de Mognard (ou Moignard), de la Rousse et du Mas de l'Ayre. Dans tout le pays des Vans, le Lias est mince et discontinu ; le Jurassique moyen est incomplet ; il y a lacune quasi générale du Bathonien supérieur et du Callovien basal (zones à *Retrocostatum*, à *Discus* et à *Macrocephalus*).

*Dans la partie centrale : la retombée orientale du horst de la Cézarenque (pays de Saint-Paul-le-Jeune, Banne et Courry)*. Les affleurements se distribuent en trois secteurs :

- au Nord-Ouest : secteur de Pigère, dans le cœur de la structure de la Bannelle ;
- entre Banne et Saint-Paul-le-Jeune : dans le cœur du pli des Avelas et dans la mosaïque tectonique comprise entre les failles de la Ganière (N 20° E), de Banne (N 20° E), les accidents (N 110° E) de la retombée septentrionale de l'anticlinal ;
- à Courry, le long du vallat de Fontlongue (entre Pierremorte et les Terrasses) et dans les collines du Serre de Silhol, des Valences, des Subes et de Montredon, dans le compartiment chevauchant vers le Sud de la faille de Castillon (N 110° E), prolongement oriental du grand accident de Bordezac.

La série stratigraphique de cette région est plus complète que celle du pays des Vans, mais les irrégularités sédimentaires persistent dans le Lias supérieur et au début du Dogger (Aalénien à Bathonien). Il y a encore lacune (ou extrême réduction) de l'ensemble Bathonien supérieur – Callovien basal (j2c-3a).

*Dans la partie méridionale : la retombée méridionale du horst de la Cézarenque (vallée de la Cèze et région de Saint-Brès-les Buisnières)*. Deux régions se différencient par leurs séries stratigraphiques et par leur histoire géologique.

De Bessèges à Foussignargues et Montagnac : affleurements de la vallée de la Cèze, dans le compartiment effondré au pied de la faille de Bordezac (N 110° E) et de ses satellites. Seuls les terrains du Lias inférieur et moyen ont été respectés par l'érosion, à l'exception du secteur compris entre La Ferrière et Montagnac où les lacunes affectant le Toarcien–Bathonien diminuent d'importance ; il y a encore lacune ou très grande réduction du Bathonien supérieur et du Callovien basal.

La région de Saint-Brès—Saint-Ambroix ne s'étend que sur une faible superficie de la feuille Bessèges (les Terrasses, les Buissères) ; elle est séparée des autres secteurs par la faille des Terrasses (N 20° E) au pied de laquelle on note l'apparition brutale des faciès marneux du Lias (Domérien, Toarcien) et le développement du Callovien basal.

Enfin, au NW de Bessèges, seuls les niveaux de base (l1, Complexe carbonaté de base) sont localement préservés au pied de la faille de Bordezac (Serre d'Elzède).

Les variations sont illustrées sur la figure 2.

### **Pays des Vans**

t9-l1. **Rhétien. Hettangien basal indifférencié.** Le « Complexe carbonaté de base » n'a pas été séparé de la formation carbonatée du Rhétien.

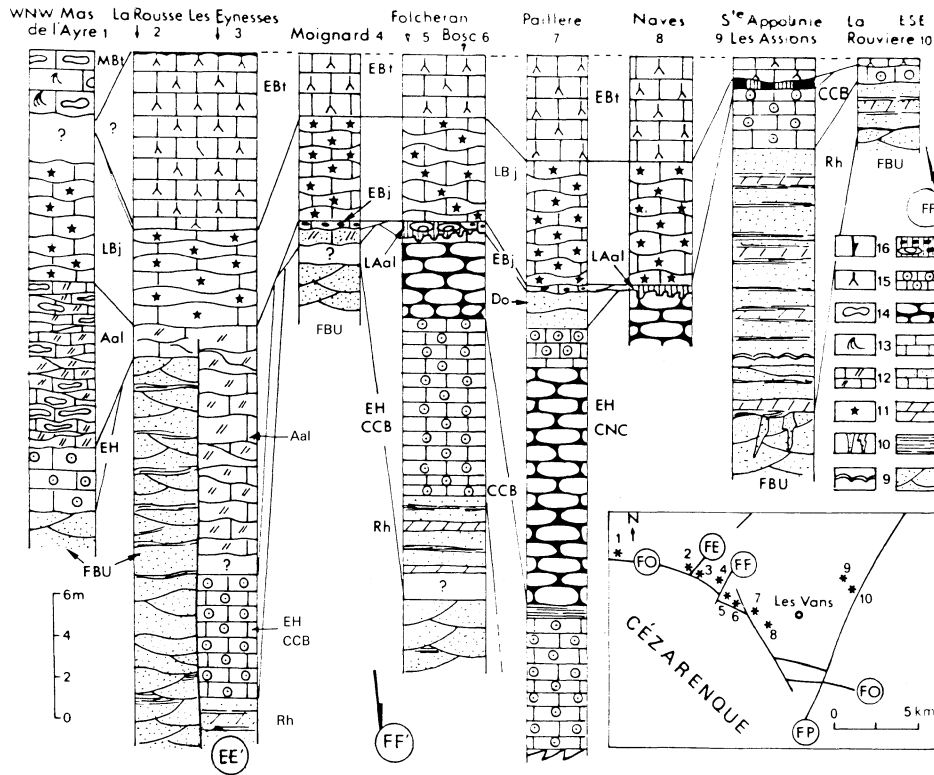
Aucun niveau représentant l'*Hettangien supérieur*, le *Sinemurien* et le *Pliensbachien inférieur* n'a pu être mis en évidence. Il s'agit d'une lacune générale bien que l'existence très localisée de témoins lenticulaires ne soit pas à exclure.

l6. **Calcaires gréseux (Domérien ?).** Quelques rares lambeaux peuvent être rapportés au Domérien par comparaison avec les faciès des secteurs voisins. Au Mognard, il s'agit d'un banc de biomicrite (packstone) contenant 20% de matériel détritique (grains de quartz et d'orthose, fragments de micaschistes et de dolomies), hétérogène et hétérométrique (taille dépassant 2 cm), souvent remanié à partir du Trias ou du Complexe carbonaté de base. Les bioclastes dérivent de bivalves à test épais, de bryozoaires, d'entroques très fragmentés et de radioles d'échinides. Les macrofossiles sont rares : *Chlamys textorius* et rostrés de bélemnites. Ce banc a aussi été reconnu dans les anciennes carrières situées en bordure de la RN 101 près de Paillère.

### **Série calcaréo-gréseuse (fig. 2)**

l7-8 et l8-j1a. « **Brèches ferrugineuses du Folcheran** », « **Calcaires à entroques et à silex du Mas de l'Aure** », « **Niveau à *Coenocidarid roysi*** », **niveaux lenticulaires, détritiques et ferrugineux.** Le long de la faille d'Orcières, le Toarcien, l'Aalénien et le Bajocien sont représentés par des lambeaux discontinus, de faciès varié. Ils jalonnent une sorte de gouttière subsidente, développée au pied du promontoire (horst) de la Cézarenque et par laquelle des communications ont pu temporairement exister entre la bordure vivaro-cévenole et le domaine caussenard. Le faciès, exposé dans les principaux affleurements seront décrits du NW vers le SE, puis dans la région des Vans et dans celle des Assions.

● **Au Mas de l'Ayre.** Le Complexe carbonaté de base (Hettangien) supporte directement des calcaires bioclastiques, gris-brun à taches et traînées rouges. Ce sont les Calcaires à entroques et à silex du Mas de l'Ayre (8 m) à stra-



**Fig. 2**  
**Coupes le long de la bordure nord**  
**de la faille d'Orcières et à travers les failles**  
**d'Eynesses (FE, FE'), Folcheran (FF, FF')**  
**et Païolive (FP). Le sommet des coupes est tracé**  
**sous l'apparition des marnes : Callovien inférieur**  
**à l'Est du Bosc, Callovien supérieur à l'Ouest**

**Légende des abréviations stratigraphiques :**

FBU : Carnien-Norien ? (Formation tachetée d'Ucel); Rh : Rhétien (Formation de la Croix Blanche); EH : Hettangien inférieur (CCB = complexe carbonaté de base, CNC = membre inférieur de la Formation des "Calcaires noduleux cendrés"); Do : Domérien, (L); Aal : Aalénien (inférieur); EBj : Bajocien inférieur; Lbj : Bajocien supérieur; Ebt : Bathonien inférieur; MBt : Bathonien moyen

**Légende des faciès :**

1 : Grès; 2 : Argiles et grès fins; 3 : Dolomies; 4 : Calcaires gréseux; 5 : Calcaires; 6 : Calcaires noduleux; 7 : Calcaires oolithiques; 8 : Bancs ferrugineux et bréchiques (souvent oolithiques ou oncholithiques); 9 : Stromatolithes; 10 : Grands mud-cracks remplis par les grès; 11 : Lumachelles à *Isocrinus*; 12 : Calcaires bioclastiques; 13 : *Zoophycos*; 14 : Silex; 15 : Spicules d'éponge; 16 et lettres cerclées : Failles synclinales.

tification irrégulière. Le microfaciès est une biosparite-biomicrosparite à grains de quartz et à glauconie. Les bioclastes sont des entroques finement broyés, des débris de bivalves et des foraminifères. La dolomitisation (ankérite) est irrégulière. Cette assise a livré de rares ammonites citées par Fabre (1894) sous le nom de « *Harpoceras murchisonae* ». Il s'agit probablement de *Ludwigia* aaléniennes. Roman et de Brun (1924) estiment que ces calcaires peuvent débiter dans le Toarcien (*Hammatoceras* spécifiquement indéterminable). La faune associée comprend, d'après Fabre : « *Terebratula perovalis* Sow., *T. kleinii* Lk, *Pecten personatus*, *Cidaris courtaudina*, *Bel. blainvillei*, *Ostrea proboscidea* Sow., *Chlamys dewalquei* Opp. ».

● **A la Rousse**, à l'Ouest du Causse, on trouve, entre les calcaires du Bajocien supérieur et ceux de l'Hettangien basal, quelques bancs lenticulaires de calcaires à entroques qui disparaissent vers l'éperon dessiné par le plateau. Il s'agit des calcaires à gros radioles de cidaridés du niveau à *Coenocidaris roysi*, habituellement daté de l'Aalénien inférieur et, localement, du début de l'Aalénien moyen (sous-zones à *Comptum* et à *Opalinoïdes*). Ils atteignent 10 m d'épaisseur dans le compartiment abaissé de la faille des Eynes-ses qu'ils semblent cicatriser. Le microfaciès est une biomicrite (wakestone) contenant 10 % de matériel quartzeux. Les bioclastes sont représentés par des entroques, des bivalves et des gastéropodes. On note la présence de foraminifères encroûtants.

● **Au Sud-Est de la Rousse et jusqu'aux Vans**, les terrains du Toarcien, de l'Aalénien et du Bajocien inférieur sont discontinus, souvent ferrugineux et bréchiques ; ils constituent les Brèches du Folcheran.

● **Au Mognard**, un calcaire à grains de quartz et d'orthose, à fragments de micaschistes et de quartzites contient de nombreux fossiles, brisés et entourés d'un liseré de teinte rouille. La surface supérieure est riche en oncolithes ferrugineux dont le diamètre peut dépasser 5 cm (« ovoïdes » au sens de Roman). En lame mince, il s'agit d'une micrite plus ou moins recristallisée et ferrugineuse qui renferme des bioclastes arrondis (entroques et bivalves) et enrobés dans un enduit ferrugineux. Les fragments d'encroûtements stromatolithiques ferrugineux sont remaniés. Les ammonites abondent par « nids ». Les citations faites par Roman et de Brun (1924) et les récoltes récentes permettent de reconnaître une condensation allant de l'Aalénien moyen au Bajocien inférieur (de la zone à *Murchisonae* à celle à *Sauzei*) ; « *Nautilus* » *intermedius*, *Phylloceras* sp., *Ancolioceras substriatum*, *Ludwigia baylei*, *Graphoceras* sp., *Ludwigella subrudis*, *L. arcitenens* (= *L. cornu*), *L. cf. attenuata*, *L. cf. tenuis*, *Sonninia* aff. *crassinuda* et *Witchellia* gr. *savni*. Quelques *Leioceras* sont connus à l'Estrade. La riche faune associée indique un milieu de plate-forme agitée, bien oxygénée, ouverte sur le large mais proche de reliefs émergés ou à fleur d'eau (tapis stromatolithiques remaniés) : *Belemnites* spp., fréquentes serpules, *Cirrus fourneti*, *Ctenostreon* sp., *Plagiostoma semicirculare*, *Chlamys textorius*, *Pronoella brevis*, *Pleuromya* sp., *Terebratula eudesi*, *Sphenorhynchia garantiana* (dét. Alméras).

● Les Brèches du Folcheran sont connues **sous le Mas de la Font** où elles reposent directement sur un banc de micrites hettangiennes par l'intermédiaire d'une surface nette et affectée par des terriers. Il s'agit d'une véritable brèche ferrugineuse remaniant des blocs de dolomie hettangienne (2 à

10 cm), préalablement démantelée par bioturbation et par bioérosion. Ces fragments servent souvent de support à des encroûtements ferrugineux, stromatolithiques ou oncolithiques (ovoïdes à structure quelconque). A Naves (ruisseau de Malarce), le contact est irrégulier ; la brèche tapisse la surface d'un banc de calcaires noduleux cendrés (Hettangien affecté par l'érosion biologique et mécanique) ; les encroûtements, les ovoïdes et les oolithes ferrugineux sont abondants. La même brèche existe au Bosc (Gravières), sous la colline de Sainte-Appolonie (Les Assions) et près du cimetière des Vans. Les ammonites indiquent le même intervalle qu'au Mognard : *Pseudographoceras literatum* (Les Vans ; coll. de Malbos), *Ludwigia purchisonae* (?) associée à *Cirrus fourneti* (Les Assions ; Cayeux, 1898, 1922), *Hamusina bertheloti* et *Pleurotomaria* sp. (Les Assions ; coll. Roman), *Sonninia* sp. juv. gr. *sowerbyi* (le Bosc ; Colongo, 1980), *Pseudammatoceras* sp. juv. cf. *mouterdei* (Boissède ; Elmi, 1967). A Naves : *Rhodaniceras navense* (holotype ; Elmi, 1963), *Graphoceras concavum*, *Ludwigella* cf. *subrudis*, *Ludwigia* sp. associés à *Cirrus fourneti*, *Pleurotomaria subgrassi* (connue aussi au Folcheran) et *Paracidaris* gr. *zschockei*.

● **A Paillère**, un banc de calcaire oolithique ferrugineux s'intercale entre les calcaires du Lias moyen et les Brèches ferrugineuses du Folcheran. Il a livré *Zugodactylites* cf. *braunianus* du Tercien moyen (Elmi et Maillard, 1967).

● Enfin, **aux Armas** affleurent des calcaires à entroques ferrugineux rouge-brique qui ont fourni un *Docidoceras* sp. du début du Bajocien.

j1b. **Bajocien supérieur. « Calcaires à entroques de la Rousse »**. Ce terme lithologique est constant dans la région des Vans à l'exception des lambeaux situés près des Assions (la Rouvière, la Ribeyre) où il manque. Son épaisseur est modérée : 8,50 m à la Rousse ; 5,50 m au Mas de l'Ayre ; 6 à 7 m au Mognard ; 6 m à Naves. Les bancs, séparés par des joints argileux, présentent des stratifications obliques et des surfaces ondulées par des rides et des mégarides (le Bosc). La couleur est lie-de-vin ou noirâtre avec des taches rouges. L'imprégnation ferrugineuse est presque générale. La quasi-totalité de la roche est composée par des fragments de crinoïdes ; les articles sont parfois en connection. Ils appartiennent au groupe d'*Isocrinus nicoleti*. On trouve d'autres bioclastes ferrugineux (bryozoaires, radioles d'échinides, bivalves, brachiopodes) et des foraminifères (nodosariidés). La texture est de type grainstone dans les secteurs où existait une forte énergie du milieu (Naves). Elle passe à un packstone là où l'agitation était moins forte (la Rousse, le Mognard). Des grains de quartz existent en faible quantité (2 à 5%). A la Rousse, certains bancs contiennent des blocs (1 à 5 cm) de micrite à spongiaires (stromas et spicules dispersés) et à posidonomies ; leurs contours irréguliers semblent indiquer qu'ils proviennent de bancs démantelés par l'action combinée de la bioturbation, de la bioérosion et des courants. Le dernier banc des Calcaires à entroques de la Rousse est une biomicrite à spongiaires, posidonomies, radioles, entroques et brachiopodes. Il se termine par une surface durcie, ferrugineuse et tarudée par des organismes. La masse du banc est affectée et remaniée par plusieurs générations de bioturbation, séparées par des passées d'un matériel très ferrugineux à gros entroques, fragments d'encroûtements stromatolithiques et petits oncolithes (0,2 cm) ; ce faciès se trouve aussi dans le remplissage des terriers. A la Rousse et au Mognard, la bioérosion est particulièrement spectaculaire : les vides des terriers sont remplis par des sédiments du Bathonien inférieur.

Les Calcaires à entroques de la Rouse ont fait l'objet de recherches infructueuses pour évaluer leur valeur en tant que minerai de fer (Fabre, 1894).

Les ammonites sont localement abondantes mais les gisements sont toujours limités : *Oppelia subradiata*, *Garantiana baculata*, *G. bifurcata*, *Strenoceras niortense*, *S. subfurcatum*, *Cadomites* sp., *Leptosphinctes martinsi*, *Vermisphinctes* sp., *Bigotites nicolescoi*. Cette faune indique, pour l'essentiel, la zone à *Subfurcatum*. Les brachiopodes sont plus fréquents : *Rhynchonella glaronensis*, *Rh. gr. concinna*, « *Zeillera* » *subbuculenta*, *Lobothyris ventricosa*, *Sphaenorhynchia garantiana*. En outre : *Spondylopecten* gr. *globosus*, *Lopha* sp., *Chlamys dewalquei*, *Holectypus* sp.

Les Calcaires à entroques de la Rouse disparaissent à l'Est et au Nord-Est des Vans. Au pied sud-est de la colline de Sainte-Appolonie (Les Assions près du hameau du Bosc), un niveau lenticulaire de calcaire ferrugineux, oolithique et entroquitique a livré quelques *Parkinsonia* cf. *parkinsoni* associées à des *Coelastarte*, à des pleurotomaires et à des térébratules. C'est une micrite à oolithes, ovoïdes et encroûtements algaires ferrugineux et à traînées chloriteuses vertes, affectée par la bioturbation et la bioérosion. Tous ces caractères indiquent des conditions subtidales très peu profondes ayant pu passer à l'émergence.

#### j2a-b. **Bathonien inférieur et moyen. « Calcaires à filaments du Mognard ».**

● **Au Mas de l'Ayre**, le contact entre les assises rapportées au Bajocien et celles datées du Bathonien n'est plus visible. Fabre a décrit 2,50 m de calcaires compacts, durs, pétris de bryozoaires qu'il rapportait au Bathonien mais qui pourraient encore appartenir au Bajocien à cause de leur ressemblance avec les faciès caussenards (Alméras et Walter). Au-dessus, un banc (0,30 m) de calcaire carié et glauconieux (biomicrite) pourrait représenter le Bathonien inférieur. La partie essentielle est constituée par des calcaires à *Zoophycos* (= *Cancellophycus*) riches en accidents siliceux (« charveyrons » de Fabre) qui affleurent de façon disséminée à travers le sous-bois et dont l'épaisseur peut être estimée à 3 m. Ce sont des biomicrites et des biopelmicrites à filaments (« posidonomes ») ; ces derniers sont parfois alignés et donnent l'impression d'une lamination. Ce faciès indique un milieu de bordure de bassin relativement ouvert et plus profond que les secteurs connus au Sud-Est à partir de la Rouse où les niveaux équivalents sont réduits à des hard grounds. La faune d'ammonites est localement abondante (Fabre, 1894 ; de Brun et Roman, 1924 ; Elmi, 1967 ; coll. Elmi et Maillard) : *Strigoceras dorso-cavatum*, *Oxycerites* stade *oppeli*, *Hecticoceras* (*Prohctioceras*) *ochraceum ochraceum*, *H. (P.) crassum*, *Cadomites bremeri*, *Bullatimorphites costatus*, *Siemiradzka matisconensis*, *S. cf. demariae*, *Wagnericeras* sp., *Procerites twinhoensis*, *Choffatia* cf. *verciacensis*, *Siemiradzka* nov. sp. A (type in Mangold, 1971, pl. 4, fig. 2 ; = *Homoeoplanulites stabilis* in Elmi, 1967). Cette faune indique le sommet du Bathonien moyen. Fabre cite aussi des bélemnites, des bivalves, des rhynchonelles et des échinides.

● **Dans le reste de la région des Vans**, les Calcaires à filaments du Mognard se présentent sous forme de bancs d'aspect noduleux gris-bleu à la cassure (cf. Elmi, 1967, fig. 77, n° 36). Il s'agit d'une biomicrite ou d'une bio-

pelmicrite (wakestone) à spongiaires siliceux calcitisés (stromas ou spicules dispersés d'hexactinellides) et à filaments (*Bositra buchi*). Par place, des oncolithes millimétriques résultent pour l'essentiel de l'activité de nubeculariidés (Naves, Mognard). Le premier banc est encore riche en entroques et en bryozoaires.

Les surfaces d'arrêt de sédimentation (hard grounds, surfaces rubéfiées) sont nombreuses. Spongiaires et cidaridés indiquent que la sédimentation lente et discontinue permettait une induration du fond. Les directions de courant viennent du SSW (horst de la Cézarenque) et de l'Ouest (Massif central). Le niveau d'énergie est assez faible, l'agitation étant cependant plus forte au Mognard et à la Rouvière.

La faune d'ammonites indique essentiellement la zone à Zigzag du Bathonien inférieur. A Naves : *Procerites* sp., *Oxycerites fallax*, *Siemiradzka procera*. A Paillère-l'Estrade : *Eohecticoceras* (*Zeissoceras*) sp., *Ebrayiceras sulcatum*, *E. pseudoanceps*, *Morphoceras* sp., *Siemiradzka aurigera*, *S. procera*, *S. (Planisphinctes)* sp., *Procerites* gr. *subprocerus*, *P.* aff. *schloenbachi*, *Parkinsonia* sp., *Nannolytoceras tripartitum*, *Rhynchonella* sp., fragments de tests de Cidaridés. Au Bosc : *Procerites* cf. *subprocerus*, *Phylloceras* sp. Au Mognard : *Parkinsonia* cf. *pachypleura*, *Chlamys dewalquei*. A la Rousse : *P.* cf. *pachypleura*, *P. dorni*, *Polyplectites* sp., *Chlamys dewalquei*. A Sainte-Appolonie : *Gonolkites* cf. *convergens*, des cidaridés et des moules internes de gastéropodes.

La formation se termine par une surface encroûtée, brun-roux, ferrugineuse, souvent perforée. Elle contient des ammonites indiquant le Bathonien moyen : *Cadomites bremeri*, *Polyplectites* sp. (la Rousse, le Mognard), *Siemiradzka* sp. (la Rousse), *Phylloceras* sp. Elles sont associées à des bélemnites canaliculées, à des pleurotomaires (*Leptomaria* sp.), à des *Chlamys dewalquei*, des radioles et des plaques de cidaridés et à des articles d'*Isocrinus* et d'*Eugeniocrinus*.

### **Série calcaréo-marneuse** (fig. 3)

La série calcaréo-marneuse (« couches à *Posidonomya alpina* ») affleure de façon presque continue dans la région des Vans. Dans la vallée du Salindre (Les Assions), elle forme des talus respectés par l'érosion contre la faille de Païolive (la Rouvière, la Ribeyre, Veyrat). Elle constitue aussi le soubassement de la butte-témoin de Sainte-Appolonie. De Chassagnes à Naves, en rive droite du Chassezac, la série calcaréo-marneuse affleure dans les talus des plateaux du Gras. Les meilleures coupes se trouvent à l'Habitarelle (Pigolas, cimetière des Vans), à Chassagnes, dans les ravins de Naves (principalement au pied du Serre du Cocu dans le cirque de Malarce) et au-dessus de Paillère.

On constate partout une grande constance des ensembles lithologiques dont les types sont pris dans la région : marnes à la base (Couches de Naves), alternance médiane de calcaires et de marnes (Couches des Vans), calcaires argileux au sommet (Couches des Assions). Cette succession constitue la « Trilogie callovienne » bien datée de la zone à Gracilis. Elle repose le plus



souvent directement sur les calcaires du Bathonien inférieur. Ce n'est que sur les causses blottis, donc au Nord-Ouest, que la série se complète à la base. Vers le haut, elle se termine par des niveaux minces mais continus du Callovien moyen (niveau carié et niveau rognonneux).

La coupe la plus célèbre est celle du cirque du Serre du Cocu à Naves où elle a été décrite par Fabre (1894), Roman et de Brun (1924) puis par Elmi (1967). Les variations sont légères (fig. 3) : 35 m à Naves, 30 m à l'Habitarelle, 40 m à Chassagnes, 36 m à Sainte-Appolonie et 40 m à la Ribeyre.

j2c-3a. **Bathonien supérieur (Couches de la Clapouze) et Callovien basal du Fesc.** Le Bathonien supérieur est représenté à la base de la série marneuse des causses blottis de la Rousse et du Mognard (Roman et de Brun, 1924). C'est une alternance de marnes grises et de bancs décimétriques de calcaires argileux à *Bositra buchi* (équivalente aux Couches de la Clapouze de la région d'Aubenas ; Elmi, 1967).

Dans les premiers centimètres de marnes, juste au-dessus du contact avec le hard ground du Bathonien moyen, on trouve des *Hemigarantia jullii* pyriteuses. Immédiatement au-dessus, les bancs calcaires livrent *Epistrenoceras contrarium*, *P. (Paroecotraustes) waageni variabilis*, *Parapatoceras tenuie*, *Choffatia* sp., *Homoeoplanulites* sp., *Kheraiceras* (= *Treptoceras*) cf. *microstoma*.

Ces couches à ammonites indiquent que des conditions de plate-forme distale s'installaient à l'Ouest alors que, à Naves, aux Vans, aux Assions, il y avait lacune du Bathonien supérieur et du Callovien basal. Nulle part n'a été individualisée la zone à *Macrocephalus* bien qu'elle puisse être localement représentée à la base des marnes.

j3b. **Callovien inférieur. Marnes à fossiles pyriteux (Couches de Naves) à la base, marnes et calcaires (Couches des Vans) au sommet.** Ces unités lithologiques forment la base de la « Trilogie callovienne » qui se poursuit dans le terme superposé. Elles marquent l'homogénéisation des conditions d'environnement qui régnaient sur la région vivaro-cévenole avec le développement des premiers niveaux continus qui se sont déposés après l'Hettangien. Ils scellent les irrégularités de la topographie antérieure.

**Couches de Naves** (= partie inférieure des « marnes sèches à fossiles pyriteux » de Roman et de Brun, 1924 ; = n° 43, Elmi, 1967 ; fig. 3) (15 à 20 m). Le contact direct avec les Calcaires à filaments du Mognard est observable à l'Estrade et dans le cirque du Serre du Cocu à Naves. Ce sont des marnes riches en calcaire, légèrement micacées et finement silteuses. Compactes en profondeur, elles se débitent en minces feuillets à l'affleurement. La pyrite est diffuse ou sous forme de vermiculations et de nodules centimétriques. Quelques horizons plus compacts déterminent de légères ruptures de pentes. La limite supérieure est placée sous les premiers niveaux continus de calcaires argileux.

« *Posidonomya alpina* » (= *Bositra buchi*) est présente partout sans être fréquente : ses coquilles peuvent être pyritisées, comme le sont les très rares brachiopodes, gastéropodes et crinoïdes. La faune d'ammonoïdes se com-



pose surtout de moules internes pyriteux ou limoniteux de faibles dimensions (quelques centimètres ; conservation préférentielle des tours internes qui sont parfois entourés par le reste du moule conservé sous forme d'une pellicule marneuse très aplatie par compaction). Cette faune est homogène dans tous les gisements ; elle indique la partie inférieure de la zone à *Gracilis* (= partie inférieure de la zone à *Koenigi*, Elmi, 1967 ; = horizon à *Folliformis*, Elmi, 1971). Les gisements ne sont jamais très riches comme l'avaient déjà remarqué Roman et de Brun dès 1924 ; les récoltes intensives et souvent abusives en empêchent le renouvellement et il serait souhaitable que le secteur de Naves bénéficie de mesures de protection. *Oxycerites (Alcidellus)\* subcostarius* O. (A.)\* *calloviense*, «*Strungia*» *voultensis*, *Hecticoceras (Prohcticoceras) lemoinei*, *Jeanneticeras grossouvrei*, *J. perlatum malbosii* (holotype des Assions), *J. meridionale* (holotype de Naves), *Lissoceras* sp., *Phlycticeras pustulatum*, *Macrocephalites (Dolikephalites) gracilis*, *M. (Pleurocephalites) folliformis* R. (*Reineckeia*) aff. *fehlmanni*, *R. (Rehmannia)\* revili*, *Proplanulites teisseyrei*, *Parapatoceras tuberculatum*, *P. trigeri*, *Lytocebras adeloides*. Parmi les *Phylloceratina*, *Phylloceras chantrei*, *P. antecedens*, *Ptychophylloceras ovale* (= *Pt. hommairei*?), *Holcophylloceras mediterraneum*, *H. zignodianum*. Les bélemnites sont abondantes bien que de collecte délicate : *Belemnopsis semihastatus*, *B. hastatus*, *Rhopaletenthis gillieronii*, *R. cf. bzoviensis*, «*Duvalia*» *didayi*. Les échinodermes sont représentés par quelques fragments de tiges d'*Eugeniocrinus* et de *Balanocrinus*. Roman et de Brun citent *Collyrites* sp. La microfaune est très rare.

Les caractères sédimentologiques et fauniques indiquent un net approfondissement du milieu marin et un décloisonnement favorisant un peuplement d'ammonites où les influences septentrionales (*Proplanulites*) sont perceptibles dans un ensemble qui reste dominé par les éléments téthysiens.

**Couches des Vans** (d'après la description et la figure données par Roman et de Brun, cette unité lithostratigraphique est comprise dans leurs « marnes sèches » ; n° 44, Elmi, 1967) (8 à 15 m). Alternance de marnes feuilletées et de calcaires argileux. Les bancs calcaires, mal individualisés à la base, deviennent plus compacts et mieux délimités vers le haut. Leur nombre et leur aspect varient (fig. 3). A Naves, on observe la succession de quatre termes lithologiques :

— *barre calcaire basale* (n° 44a) formée de 4 bancs calcaires mal délimités séparés par des marnes ; ils déterminent une cascade qui souligne la limite avec les Couches des Vans ;

— *partie inférieure délitée* (44b à 44d) : l'épaisseur des niveaux marneux est plus forte que celle des bancs calcaires décimétriques mal délimités ; des ammonites pyriteuses existent encore dans les marnes ; les calcaires contiennent des moules internes écrasés et déformés par compaction ;

— *partie supérieure* (44i et 44m) : deux bancs compacts (« bancs durs ») richement fossilifères ; surfaces supérieures et fossiles portent souvent une patine rousse ; les ammonites sont moins déformées que dans les bancs sous-jacents, sauf quand elles sont en position verticale à la suite de la bioturbation subie par la boue calcaire avant lithification.

\* Révision de l'attribution générique ou subgénérique.

Les bancs calcaires renferment une grande quantité de *Bositra buchi* (posidonomes) qui, en lames minces, se présentent en sections allongées, communément appelées « filaments ». La composition de la faune d'ammonites change verticalement.

Dans la barre calcaire et dans la partie inférieure : *Oxycerites (Alcidellus)\* subcostarius*, *O. (A.) calloviense*, *Eulunulites pompecky assionense* (holotype de Sainte-Appolonie aux Assions), *Hecticoceras (Prohctioceras) lemoinei* (holotype de Naves), *H. (P.) eugenei*, *H. (Chanasia) pseudochanaziense*, *H. (C.) navense* (holotype de Naves), *Jeanneticeras perlatus malbosi* (holotype de Sainte-Appolonie), *J. grossouvrei*, « *Strungia* » *voutensis*, *Phlycticeras pustulatum*, *Lissoceras* nov. sp., *Macrocephalites (Dolikephalites) dolius*, *M. (D.) gracilis*, *M. (Pleurocephalites) folliformis*, *Bullatimorphites* juv., *Bomburites devauxi*, *Kheraiceras* sp., *R. (Reineckeia) spinosa*, *R. (Rehmannia)\* revili*, *Parapatoceras tuberculatum*, *Proplanulites teisseyreii*, *Prahecia curvicosta\**, *Grossouvria pseudoscopinensis*, *G. evolutescens*, *G. kontkiewiczzy* (Kuhn non Siem.), *Ptychophylloceras hommairei*. Cette faune est largement semblable à celle des Couches de Naves (persistance des *Proplanulites*) mais se distingue par l'apparition des *Chanasia* (sommet de la zone à Koenigi, Elmi, 1967 = horizon à Pseudochanaziense, Elmi, 1971).

Dans la partie moyenne : *Paroecotraustes bronni*, *H. (C.) navense*, *H. (C.) cf. michalski* (= *H. (C.) cf. ardescicum*, holotype de Naves), *M. (D.) gracilis* et *P. tuberculatum*. L'apparition des *Chanasia* à tubercules latéraux (*michalski - ardescicum*) marque le début de la zone à Ardescicum (Elmi, 1967 = horizon à Michalski).

Dans les bancs durs : *Oxycerites mamertensis*, *Eulunulites lunula*, *H. (P.) lemoinei*, *H. (C.) michalski* et ses morphotypes *ardescicum*, *kuhni*, *gevreii*, *buckmani*, *Jeanneticeras girodi*, *J. zeissi*, *J. anomalum*, *J. pleurospanicum*, *J. pauper*, *M. (D.) gracilis*, *M. (D.) dolius*, *M. (P.) cuenoti*, *Collotia\* paronai*, *R. (Reineckeia) sp.*, *Choffatia* sp., *Grossouvria* gr. *arcicosta*, *Indosphinctes peregrinus*, *Elatmites* spp., *Ptychophylloceras hommairei*.

Par leur faciès (micrite à silt quartzeux, peltoïdes, radiolaires et spicules de spongiaires), leur stratonomie et leur faune, les Couches des Vans indiquent un milieu de mer largement ouverte (bas de plate-forme externe, passage au bassin).

j3c. **Callovien inférieur (sommet) et Callovien moyen. Barre calcaire (Couches des Assions, niveaux cariés et rognonneux).** Le sommet de la « Trilogie calloviennne » donne une petite falaise ou un escarpement que l'on suit facilement dans le paysage tout le long de la bordure ardéchoise.

**Couches des Assions** (n° 12, Roman et de Brun, 1924, « bancs calcaires sans intercalations marneuses » qu'ils rapportaient au Callovien moyen : = n° 45, Elmi, 1967) (6 à 9,50 m). Ce sont des calcaires argileux, gris clair à patine grise ou brune. Des nodules de pyrite sont irrégulièrement répartis. Les bancs, décimétriques, sont habituellement mal délimités et irréguliers. Ils présentent une texture feuilletée (laminée) qui facilite le délitage sous l'action des agents d'érosion. Les *Bositra buchi* restent fréquentes mais on trouve des bivalves benthiques : pectinidés et *Parvamussium*. Les ammonoï-

des se présentent sous forme de moules internes, irrégulièrement écrasés sous l'effet de la compaction et disposés en désordre dans les bancs par suite de la bioturbation. Cette dernière interrompt les faisceaux de lamines en donnant des « miches » décimétriques. De telles figures résultent probablement de l'action fousseuse de crustacés. En lames minces : micrite (mudstone) plus ou moins riche en bioclastes (« filaments »), et en pellesoïdes ; faible quantité de silt quartzeux. Les foraminifères sont très rares (textulariidés et nodosariidés). L'ensemble des Couches des Assions est fossilifère mais le niveau le plus riche se situe entre 1,60 et 2,00 m au-dessus de la base : *Eulunulites otiophorum*, *E. lunula*, *Oxycerites* nov. sp. A., *H. (Hecticoceras) boginense*, *H. (H.) proximum*, *H. (H.) posterium*, *H. (Chanasia) michalski\** et ses morphotypes (*ardescicum*, *kuhni...*), *H. (Prohecticoceras) striatulum* (holotype : Veyrat, près de la Ribeyre), *H. (P.) pseudolunula*, *Jeanneticeras pleurospanium*, *J. girodi*, *J. prahecuense*, *J. anomalum* (holotype : Naves), *J. pauper*, *M. (Pleurocephalites) cuenoti*, *M. (Dolikephalites) dolius*, *Kosmoceras (Zugokosmoceras) enodatum*, *R. (Reineckeia) substeinmanni* (in Petitclerc), *Rehmannia (Rehmannia) cf. freii\**, *R. (Loczyeras) gr. grossouvrei\**, *R. (L.) cf. reissi f. plana\**, *R. (L.) greppini\**, *Collotia oxyptycha\**, *Collotia\* paronai*, *Parapatoceras trigeri*, *Indosphinctes patina*, *I. aff. rusticus*, *I. joffrei\**, *I. peregrinus\** (= *P. lithuanicus* in Roman), *Choffatia (Choffatia) aff. tenella*, *C. (Subgrossouvria) euryptycha*, *C. (S.) cf. suborion*, *C. (S.) fasciculpta*, *Grossouvria arcicosta*, *G. curvicosta*, *Phychophylloceras hommairei*, *Holcophylloceras medieterraneum*, *Phylloceras* sp.

Cette faune caractérise la sous-zone à *Posterius* (partie supérieure de la zone à *Michalski* = *Ardescicum*) qui peut être divisée en deux horizons (inférieur, à *Boginense* ; supérieur, à *Posterium* : Elmi, 1971).

Le faciès des Couches des Assions indique encore un environnement de plate-forme distale, probablement légèrement moins profonde que le milieu de dépôt des Couches des Vans (existence des pectinidés, des *Variamussum*, rareté et même disparition des *Bositra*, irrégularité de la stratification).

**Niveau carié.** C'est un calcaire gris à grain fin avec nodules de pyrite oxydée en limonite pulvérulente, ce qui confère à la roche un aspect vacuolaire ou carié (= n° 46, Elmi, 1967). Une patine rose ou rousse recouvre fréquemment les fossiles généralement aplatis. Les pistes d'annélides sont nombreuses. Le microfaciès est une micrite (mudstone) ou biomicrite (wackestone) à bioclastes et à « filaments », contenant quelques grains de glauconie et de la pyrite. On note la présence de protoglobigerines, de radiolaires et d'entroques. Le niveau carié est le plus souvent constitué d'un seul banc (0,20 m) se débitant en plaquettes centimétriques. Il est fossilifère à Sainte-Appolonie (Les Assions) et à Naves. *Putealicerias arkelli*, *P. punctatum exile* *Lunuloceras* sp. *C. (Choffatia) aff. prorsocostata*, *C. (C.) tenella*, *Ptychophylloceras hommairei*.

Les nombreuses pistes, la glauconie et la réduction du taux d'accumulation indiquent une tendance à la diminution de profondeur. Le milieu de dépôt s'inscrit dans un domaine de plate-forme externe (plateau continental).

L'association d'ammonites caractérise la zone à Jason (début du Callovien moyen).

**Niveau rognonneux** (n° 13, Roman et de Brun, 1924 ; n° 47, Elmi, 1967). Il termine la falaise callovienne et comprend un seul banc (0,20 m en moyenne). Calcaire à grain fin, compact, glauconieux et contenant des nodules de pyrite. Il présente un aspect irrégulier, rognonneux, dû à la présence de fragments calcaires et d'ammonites brisées. La surface supérieure est soulignée par des plages durcies, rubéfiées et perforées ainsi que par des encroûtements d'allure stromatolithique dûs à l'activité bactérienne. Les mêmes encroûtements peuvent entourer les rognons calcaires centimétriques. Les fossiles (essentiellement des ammonoïdes) sont tronqués par cette surface. Ils présentent un pseudotest recouvert par des pellicules de teinte et de nature variées : verdâtres (phosphates de fer), rousses (limonite) ou noires (hydroxydes de fer). Les coquilles sont souvent brisées dans la masse et empilées en désordre « comme si elles avaient été ballotées et remaniées » (Roman et de Brun, 1924).

Le microfaciès est une biomicrite à filaments et à glauconie en grains peu roulés ; on note la présence de spicules de spongiaires et de radiolaires calcifiés. Il peut y avoir des phénomènes de silicification et d'ankéritisation (Chassagnes).

Malgré les indications de transport et, même, de remaniement des coquilles, la faune d'ammonites est homogène : elle indique la zone à Coronatum (sous-zone inférieure à Obductum ou à Baylei) : *Lissoceras vultense*, *Oxycerites* sp., *H. (Hecticoceras)* cf. *rectangulare*, *H. (Prohecticoceras) zieteni*, *Bonairellites maillardi* (holotype, Naves), *L. (Lunuloceras) romani*, *L. (L.) orbignyli*, *L. (L.) paulowi*, *L. (L.) metomphalum acuticostatum*, *L. (L.) fallax*, *L. (L.) lunuloides*, *L. (L.) aff pseudopunctatum*, *L. (Sublunuloceras)* nov. sp., *Putealicerias krakoviense transiens*, *P.k. ogivale*, *Lemoineiceras margaritae*, *Lorioloceras* sp., *Æcoptychius refractus*, *Phlycticeras polygonium*, *Erymnoceeras doliforme*, *Kosmoceras (Zugokosmoceras) aff. zugium*, *Reineckeia anceps*, *R. (R.) stuebeli*, *R. (Rehmannia)\* grossouvrei*, *R. (Loczyceras) douvillei*, *R. (L) intermedia\**, *Collotia gigantea\** (et f. *romani*)\*, *C. (Choffatia) villanoides*, *C. (C.) waageni*, *C. (C.) dumortieri*, *C. (C.) bienaszi*, *C. (C.) neumayri*, *C. (C.) revoli*, *Flabellisphinctes villanyensis* (forme type et morphe *pseudolothari*), *F. lateralis*, *Flabellia tuberosa*, *Subgrossouvria* sp., *Grossouvria kontkiewiczzi*, *G. k. evoluta*, *G. gracilis*, *G. variabilifera*, *Lytoceras adeloides*, *Holcophylloceras mediterraneum*, *H. subtortisulcatum*, *Ptychophylloceras hommairei*. Faune associée : rares nautilus (« *Nautilus* » *subtriangulatus*), bélemnites fréquentes mais difficiles à extraire (*Belemnopsis hastatus*), gastéropodes (*Pleurotomaria babeau*), brachiopodes (*Ptyctothyris* gr. *dorsoplicata*).

Les caractéristiques du faciès (glauconie, encroûtements, enchevêtrement des coquilles qui ont pu subir une traction par les vagues) et les données qualitatives des peuplements (augmentation des éléments benthiques) semblent indiquer qu'une plus grande agitation affectait le fond sous-marin en liaison avec une diminution probable de la profondeur. Cette évolution annonce les conditions qui vont régner pendant le Callovien supérieur (lacune complète). Cette lacune, générale sur la bordure alors que se dépo-

sent des marnes (Terres noires) dans le bassin, s'accorde avec l'hypothèse d'une diminution, au moins temporaire, de la profondeur (lacune de « haut niveau marin » succédant à une séquence de comblement).

L'oxydation des pyrites et des oxydes de fer, contenus dans les niveaux carié et rognonneux, est à l'origine de traînées de couleur rouille qui tapissent localement la falaise des Couches des Assions.

### ***Pays de Saint-Paul-le-Jeune***

11. **Hettangien basal. Complexe carbonaté de base.** Affleurements discontinus de calcaires oolithiques dolomités sous le Pujol et près de la Matte. Épaisseur : quelques mètres.

12. **Hettangien indifférencié.** Calcaires dolomitiques gris foncé, compacts, en bancs ondulés sans intercalation marneuse. Il s'agit probablement de l'équivalent de la « Dolomie noduleuse » de la vallée de la Cèze. Affleurements très limités (la Matte).

13. **Sinémurien inférieur. Calcaires argileux noduleux gris-bleu.** Ils affleurent mal à travers bois, sur les crêtes et le flanc sud des reliefs des Subes et des Valences au Sud de Courry, jalonnant le compartiment chevauchant de la faille de Castillon.

14-5. **Sinémurien supérieur (Lotharingien)-Carixien. Calcaires du Vallat de Plauzolles et Couches de la Garenne.**

**Calcaires du Vallat de Plauzolles.** A la base (sur 30 m) : calcaires à entroques et à silex, légèrement quartzeux, admettant des niveaux lumachelliques à *Gryphaea arcuata incurva* souvent silicifiées. Par comparaison avec les régions voisines (base de la Formation du Château d'Aubenas, Calcaires à entroques de Privas, vallée de la Cèze), il semble qu'on puisse les attribuer à la fin du Sinémurien inférieur (zone à *Semicostatum*). Au-dessus, viennent des calcaires gris bleuté à grain de quartz, articles silicifiés de pentacrines, au sommet : surface durcie parsemée par des galets calcaires perforés, atteignant 10 cm.

**Couches de la Garenne.** Calcaires à entroques quartzeux, gris à patine rousse. Des silex existent à plusieurs niveaux. Le pourcentage des grains de quartz varie horizontalement et verticalement (très fort à Banne ; faible à Courry). Le microfaciès est une biomicrite (wakestone) à grains de quartz, intraclastes et exoclastes, passant à une micrite quartzeuse (packstone) à ciment silicifié. Les horizons silicifiés peuvent être décalcifiés, donnant les « terres rougeâtres » décrites par de Brun (1920) et bien développées sur les crêtes dominant Courry. De Brun figure *Spiriferina oppeli* et *S. munsteri*, il cite des rhynchonelles aux Thomases ainsi que *Uptonia jamesoni* dans les bois entre la Ferrière et Pierremorte. Nous avons recueilli *Polymorphites* sp. à la Ferrière (Colongo, 1980), il s'agit donc du Carixien. Les bélemnites deviennent abondantes au sommet.

Aux Avelas (sortie nord-est du tunnel de la voie ferrée abandonnée), les Couches de la Garenne se terminent par des calcaires quartzeux à entroques

(packstones) à ciment recristallisé en silice : très grossiers, ils contiennent jusqu'à 20 % de grains de quartz dont la taille atteint 6 mm (n° 20 ; Elmi, 1967, p. 206-208, fig. 40-1). La partie supérieure est ravinée par l'assise superposée (16).

L'épaisseur d'ensemble doit dépasser 70 m.

16. **Domérien. Calcaires quartzeux à bélemnites.** Équivalents de la Formation de Vaumalle des environs de Privas et d'Aubenas, ils se présentent en minces assises parfois réduites à un seul banc de calcaire gris-bleu compact, localement riche en grains de quartz et en bélemnites.

A Courry, de Brun (1920) cite *Passaloteuthis laevigatus*, *P. rudis* et *Spiriferina* gr. *rostrata*.

Aux Avelas, on rapporte au Domérien des calcaires quartzeux (1,50 m) à stratification oblique qui ravinent leur substratum : ce sont des biosparites à entroques (grainstone) contenant 5 % de matériel terrigène. Elles se terminent par une surface ondulée et rubéfiée (nodules pyriteux oxydés). Le passage du Domérien au Toarcien semble se faire au sein d'une alternance de calcaires noirs souvent quartzeux et de schistes-carton. L'ensemble est riche en pyrite et en matière organique (Niveau bitumineux des Avelas). Corroy (1934) y a décrit des poissons.

Les calcaires sont silicifiés à la base, où ils contiennent un matériel terrigène assez grossier (grains de quartz atteignant 2 mm) mais peu abondant (3 %) et dispersé dans une biomicrite (wakestone) à spicules de spongiaires et à entroques. Au-dessus, le matériel quartzeux tend à disparaître et le microfaciès varie d'une biomicrite à une biosparite à entroques (wakestone à grainstone). Les conditions du milieu changent rythmiquement avec des périodes de calme — pendant le dépôt des schistes, témoignant du confinement du fond marin — et des épisodes d'agitation plus ou moins forte lors de l'accumulation des carbonates (apports quartzeux grossiers, textures packstones et grainstones). Ces conditions contrastées soulignent le rôle de la paléogéographie dans la distribution des faciès : le secteur se trouvait près de la charnière orientale du horst de la Cézarenque qui constituait un paléorélief.

L'âge du Niveau bitumineux des Avelas n'est pas établi avec certitude. Les poissons sont habituellement connus dans le Domérien (Corroy, 1934), mais il faut remarquer que les schistes-carton sont plus fréquents dans le Toarcien inférieur que dans le Lias moyen.

17-8-j1a. **Série calcaréo-gréseuse.** Calcaires et marnes noirs, calcaires ferrugineux (Toarcien—Aalénien) et lambeaux de calcaires détritiques (Bajocien inférieur et Bathonien). C'est un ensemble variable, mince, généralement plus complet à la partie inférieure (Toarcien) qu'au sommet (Aalénien—Bathonien).

● **Aux Avelas (voie ferrée) et au Poujol**, il y peut y avoir lacune totale entre le Niveau bitumineux et un calcaire bréchtique daté du Bathonien inférieur. La série se complète par les unités lithologiques suivantes :



– **Calcaires noirs à *Dactyloceras*** (Elmi, 1967, 21a) (1,50 m au maximum). Calcaires gris sombre ou noirâtres, spathiques en bancs minces (0,05 à 0,25 m), à surfaces ondulées, contenant de nombreuses coquilles de bivalves épigénisées en calcite orangée. Le microfaciès est une biomicrite (wackestone) à entroques, gastéropodes, foraminifères et matériel terrigène grossier (quartz, feldspath) dont la quantité diminue vers le haut alors qu'augmente la proportion des entroques. Au sommet, le faciès redevient grossier (biosparite à entroques, contenant 5 % de grains de quartz grossiers). Les bancs calcaires sont séparés par des niveaux centimétriques de marne à débit schisteux qui présentent beaucoup d'analogie avec les schistes-carton.

Les calcaires noirs à *Dactyloceras* appartiennent, au moins en partie à la zone à *Tenuiscostatum* du début du Toarcien puisque leur partie médiane livre de nombreux *Dactyloceras* (*Orthodactylites*) *semicelatum*.

– **Calcaire à entroques minéralisé** (Cayeux, 1898, 1922 ; Elmi, 1967, n° 21b) (maximum : 3 m). Il est compris entre deux surfaces de ravinement. C'est un calcaire gris-noir à rouge brique, essentiellement composé d'entroques qui sont souvent entourés d'un liseré ferrugineux ; de petits oncolithes ferrugineux (= oolithes ferrugineuses *auct.*) sont répartis de façon irrégulière. La teneur en fer est importante par place. La stratification est confuse en raison des biseaux stratigraphiques, des chenalisations et des rides de courant. Les bélemnites et, moins souvent, les ammonites sont accumulées sur la surface des bancs. Le microfaciès varie d'une biosparite à une biomicrite (packstone) à entroques. Le matériel terrigène grossier (quartz et feldspath) peut constituer jusqu'à 40 % de la roche. L'hématite rouge imprègne les entroques, les oolithes et, irrégulièrement, le ciment micritique quand il existe.

Les ammonites sont abondantes par place : *Harpoceras mulgravium* (près de la base) ; *Harpoceras falciferum*, *H. cf. falciferoides*, *Catacæloceras acanthum*, *Dactyloceras reynesi*, *Orthildaites douvillei*\* indiquent le sommet du Toarcien inférieur (zone à *Serpentinus*, sous-zone à *Falciferum*). Plaqués au sommet, *Hildoceras sublevisoni* et *Frechiella subcarinata* marquent le début de la zone à Bifrons (Toarcien moyen). Les grandes bélemnites, en mauvais état de conservation, appartiennent au groupe des *Megateuthis*. Quelques rares gastéropodes (*Pleurotomaria*).

Le Calcaire à entroques minéralisé remplit un chenal orienté NNW-SSE (Colongo, 1980). L'ensemble des données sédimentologiques s'accorde avec un milieu d'énergie élevée mais irrégulière, situé près du littoral (apports de fer).

– **Calcaire à oolithes ferrugineuses** (Cayeux, 1922 ; Elmi, 1967, n° 22) (0,30 m au maximum). Calcaire gris ou rose, avec passées glauconieuses ; nombreuses oolithes chloriteuses ou ferrugineuses ; petits galets de calcaire ; ovoïdes stromatolithiques à structure feuilletée quelconque entourant des nucléus de calcaire à oolithes ferrugineuses, remaniées par érosion pénécotemporaine. Les ammonites peuvent être transformées en galets et encroûtées par une pellicule noire d'hydroxyde de fer ; elles indiquent la zone à Bifrons : *Hildoceras lusitanicum*, *H. apertum*, *Harpoceras* cf.

*subplanatum*, *Dactyloceras* sp. Quelques pectinidés sont présents. Le micro-faciès est une oomicrite à bioclastes (bivalves, entroques) de texture wakestone à packstone.

L'énergie du milieu a dû varier notablement au cours du Toarcien moyen avec des phases d'agitation modérée, permettant la formation des oolithes et des oncolithes et des périodes où la forte énergie assurait la dispersion des oolithes et entraînait le remaniement du substratum. Les lambeaux préservés s'accumulèrent dans des zones abritées lors des périodes de rémission de l'agitation.

La succession toarcienne peut être localement plus complète comme en témoignent *Pleydellia* sp. (coll. Cassel) et *P. (Walkericeras) burtonensis* (coll. de Malbos) conservées dans un minerai de fer oolithique.

Au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les divers niveaux ferrugineux justifiaient la demande d'une concession (concession de Rulames) mais leur irrégularité ne permit pas d'exploitation.

– **Calcaire bréchiq**ue (Elmi, 1967, n° 36) (0,25 m au maximum). Calcaire gris ou blanchâtre, très détritique, contenant des galets calcaires encroûtés, de petits oncolithes et des oolithes chloriteuses, et terminé par une surface durcie et rubéfiée. Des fragments de croûte stromatolithique associée à des serpules sont remaniés dans la masse du banc. Le ciment est une biomicrite (wakestone) à filaments (*Bositra*), légèrement ferrugineuse, riche en bioclastes (entroques, bryozaires, nubéculaires). Le matériel détritique comprend de petits fragments (0,5 à 3 cm) de biomicrite à spicules de spongiaires et à filaments provenant d'un banc démantelé par bioérosion et remanié sans transport important. Ces caractères indiquent un milieu de plate-forme externe moyennement profonde subissant encore l'action des courants et recevant du matériel élaboré sur des hauts-fonds proches (oncolithes, oolithes, stromatolithes).

Les ammonites appartiennent au Bathonien inférieur (zone à Zigzag) : *Procerites* sp., *Oxycerites* sp. *Eohecticoceras primaevum*. Un placage ferrugineux surmontant le banc a livré *Cadomites bremeri* (fin du Bathonien moyen).

● **A Courry**, la série calcaréo-gréseuse affleure en plusieurs points le long du flanc méridional de la dépression qui descend de Pierre-Morte (vallat de Fontlongue). Les dépôts présentent un faciès souvent grossier et une grande variabilité. Les lacunes sont cependant un peu moins importantes qu'aux Avelas et la série se complète de l'WNW vers l'ESE où elle atteint son maximum d'épaisseur (4,50 m) à la Fortunelle, au débouché du vallat. Les affleurements ont été signalés par de Brun (1928-31) et étudiés en détail par Colongo (1980). Le présent résumé se base sur leurs études ainsi que sur les observations de l'auteur complétées par les récoltes de Cassel. Le contact avec le Domérien n'est jamais clairement exposé.

– **Calcaires noirs à Dactyloceras**. La partie inférieure affleure de façon discontinue et dispersée, le long du chemin de Montagnac, face au bourg de Courry (ruisseau des Contre-Courry). Ce sont des bancs décimétriques de

calcaire gris-noir séparés par des schistes compacts, feuilletés et bitumineux (schistes-carton). Les calcaires sont des biomicrites argileuses (wakestones) à filaments (*Steinmania* ?), entroques, gastéropodes et foraminifères ; ils présentent de nombreuses pistes de nutrition (*Chondrites*). Les ammonites indiquent le Toarcien inférieur ; *D. (Orthodactylites) gr. semicelatum* (zone à *Tenuicostatum*) et *Harpoceratoides kisslingi* (début de la zone à *Serpentinus* ; sous-zone à *Strangewaysi*).

— **Calcaires bioclastiques de la Ferrière avec intercalation de niveaux grossièrement détritiques (Brèches de Courry).** La partie inférieure affleure sous le village de Courry et à la Fortunelle. Elle comprend des bancs décimétriques de calcaires gris-noir, légèrement spathiques passant à des calcaires à entroques. Ils sont séparés par des marnes feuilletées en niveaux centimétriques. Ils contiennent quelques grandes bélemnites (*Megateuthis*). Il semble que ce soit l'équivalent du Calcaire à entroques minéralisé des Avelas, dont il représenterait un faciès moins littoral.

Sous le nom compréhensif de Brèches de Courry sont regroupés des niveaux irréguliers, généralement oolithiques, oncolithiques et grossièrement détritiques. Aux Contre-Courry, l'épaisseur n'excède pas 0,50 m. Ce sont des calcaires noirs à oolithes blanchâtres passant à un calcaire rouge ou jaunâtre plus ou moins hématisé contenant des *Hildoceras bifrons* (Toarcien moyen). Ce dernier faciès, connu en blocs dispersés, ressemble à celui des Calcaires à oolithes ferrugineux des Avelas, alors que le premier évoque les Calcaires noduleux noirs de Vesseaux connus au Nord d'Aubenas (Elmi, 1984).

A l'affleurement, on peut observer, dans un seul banc, le passage vertical entre un calcaire gris légèrement spathique ferrugineux (hématite et oligiste) rouge brique : la transition est tranchée et soulignée par des ammonites disposées horizontalement (*Hildoceras bifrons*). La partie supérieure contient des fossiles en désordre : bélemnites (*Megateuthis*), gastéropodes et ammonites : *Hildoceras semipolium*, *Polyplectus discoides*, *Osperlioceras bicarinatum*, *Catacoeloceras dumortieri*, *Haugia variabilis*. Cette faune marque la fin de la zone à Bifrons (sous-zone à *Semipolium*) et le début de celle à *Variabilis* (sous-zone à *Variabilis*). Le banc se termine par un encroûtement noir verdâtre (hydroxydes et phosphates de fer).

Au-dessus vient une dalle (0,10-0,20 m) à ovoïdes stromatolithiques colorés en rouge ou en noir dont le diamètre dépasse 15 cm et qui sont parfois disposés verticalement. Le ciment est une micrite irrégulièrement parsemée de grains terrigènes grossiers (quartz). Les ammonites signent l'Aalénien inférieur (zone à *Opalinum*) : *Leioceras comptum*, *L. lineatum*, *L. plectile*, *Tmetoceras scissum*, *Erycites* sp., *Phylloceras ultramontanum*. Les bivalves sont rares (*Chlamys textorius*). Un placage de calcaire argileux feuilleté tapisse irrégulièrement la dalle : les ammonites appartiennent à l'Aalénien supérieur (zone à *Concavum*) : *Ludwigella cornu*, *L. arcitenens*.

Enfin, un niveau centimétrique et lenticulaire de calcaire micritique gris-noir à oncolithes centimétriques, roux ou noir, a livré un *Æcotraustes* (Bathonien inférieur) ; il n'a pu être individualisé sur la carte.

Vers l'WNW (la Combe), le faciès des Brèches de Courry envahit toute la série calcaréo-gréseuse. Tous les bancs deviennent grossiers et sont terminés par des hard grounds à oncolithes. Le dernier est une brèche à éléments calcaires et à oncolithes emballés dans une biomicrite à grains de quartz et à spicules de spongiaires. Elle contient de gros radioles de *Coenocidaris roysi* (Aalénien inférieur et début de l'Aalénien moyen).

Vers l'ESE (la Fortunelle), la succession se complète. Au-dessus d'un banc à oolithes blanchâtres (zone à Bifrons) :

– Calcaire oolithique et crinoïdique (0,40 m), ferrugineux (hématite rouge), de texture packstone, riche en matériel détritique grossier (10%), nombreuses bélemnites et ammonites. Dans la masse : *Osperlioceras bicarinatum*, *Haugia variabilis*, *Catacoeloceras dumortieri*, *Mucrodactylites* sp. (zone à Variabilis). En placage sur la surface supérieure : *Grammoceras penestriatulum*, *Pseudogrammoceras bingmanni*, *P. fallaciosium*, *Phlyseogrammoceras dispansiforme* indiquent une condensation des zones à Thouarsense et à Insigne.

– Calcaires bioclastiques à grains de quartz (2,50 - 3 m), équivalents des Calcaires biodétritiques de la Ferrière. Les deux premiers bancs contiennent des *Dumortieria* (zone à Pseudoradiosa). Des *Pleydellia* (zone à Aalensis) ont été récoltées en surface.

– Brèche (0,60 m) de calcaire micritique englobant des galets calcaires remaniés à partir des bancs sous-jacents. Ces galets et ces ammonites sont fréquemment transformés en ovoïdes tout comme les ammonites. La surface du banc porte un encroûtement stromatolithique ferro-magnésien. Les ammonites permettent d'établir qu'il y a condensation du sommet de la zone à Opalinum (sous-zone à Comptum) et de la base de celle à Murchisonae (sous-zone à Opalinoides) : *Leioceras comptum*, *L. bifidatum*, *L. lineatum*, *Ancolioceras* sp., *Tmetoceras* sp., *T. scissum* (cité par Roman et de Brun, 1909), *Erycites* gr. *fallifax*, *Lytoceras* sp., *Phylloceras* sp. Il existe aussi quelques nautilus, bivalves (« *Pecten* » *pumilus*) et échinides (*Coenocidaris roysi*). Des lambeaux contiennent des faunes de l'Aalénien supérieur (*Graphoceras*, *Ludwigella*) et du Bajocien basal (*Reynesella*).

L'extrême variabilité des dépôts et les irrégularités sédimentaires indiquent un milieu d'abord assez calme (Toarcien inférieur), devenant de plus en plus perturbé. Il passe de la zone infratidale protégée au domaine littoral, proche de l'émersion à partir du Toarcien moyen.

j1b. **Bajocien supérieur. Calcaires à entroques des Buissières.** Le Bajocien manque le plus souvent (lacune par érosion et absence de sédimentation). Il apparaît timidement dans la partie aval (ESE) du vallon de Fontlongue. Près de la grange située entre Courry et la Fortunelle, Colongo (1980) a trouvé un bloc de calcaire grossièrement détritique contenant *Strenoceras subfurcatum*. A la Fortunelle. Les Calcaires à entroques de Buissières (2,50 m) s'intercalent entre les niveaux à ovoïdes et les marnes du Callovien.

j2. Les rares lambeaux du **Bathonien** (Bathonien inférieur des Avelas et des Contre-Courry, Bathonien moyen des Avelas, Bathonien supérieur des Avelas) ont été groupés avec les niveaux sous-jacents (l 8-j1a).

j2c-3a. **Bathonien supérieur et Callovien basal.** Ils ne sont pas représentés à la base de la Série calcaréo-marneuse. A la Fortunelle, quelques mètres de marnes feuilletés et de calcaires argileux pourraient représenter le début du Callovien.

j3b. **Callovien inférieur. Marnes à fossiles pyriteux (Couches de Naves) à la base, marnes et calcaires (Couches des Vans) au sommet.** La succession est semblable à celle de la région des Vans. L'épaisseur est plus forte (40 m aux Avelas).

j3c. **Callovien inférieur (sommet) et Callovien moyen. Barre calcaire, Couches des Assions, Niveaux carié et rognonneux.** L'épaisseur d'ensemble reste faible (6 à 7 m). Dans le ravin de Pigère, le Niveau carié affleure dans de bonnes conditions et il livre une faune d'ammonites caractéristique du début du Callovien moyen (zone à Jason, sous-zone à Medea, horizon à Bannense) : *Hectinoceras (Prohctioceras) gr. zieteni*, *H. (Chanasia) bannense* (holotype), *Bonarellites* sp., *Kosmoceras (Zugokosmoceras) jason*.

### Vallée de la Cèze

l1. **Hettangien basal. Complexe carbonaté de base.** Il a été regroupé avec le Rhétien.

● **Au Collet** (Série de l'Elzède) : calcaires oolithiques (oobiosparites à bivalves, gastéropodes, bryozoaires et foraminifères), en minces bancs séparés par des surfaces durcies, rubéfiées et affectées par des rides de courant ; laminations horizontales ou obliques (courant vers le Nord-Est) ; la dernière surface porte de nombreux bivalves ; elle est affectée par des fentes de dessiccation. Au-dessus : calcaires gris-bleu à coprolites (grainstones à *Favreina*), finement laminés, à joints stylolithiques (épaisseur d'ensemble : 7 m).

● **A Boniol**, les faciès oolithiques commencent dans le Rhétien.

● **A Gammal** (route des Brousses) et à **Molières-sur-Cèze** (feuille Alès), la formation s'achève par la Lumachelle à Mytilidés. Les nombreuses espèces citées et figurées par de Brun et Vedel (1909-1919), et qui demandent révision, dénotent un approfondissement notable du milieu marin qui passe franchement dans le domaine infratidal. Bivalves : *Ostrea gammalensis* (holotype : Gammal), *Ostrea sublamellosa*, *Modiola stoppanii*, *Lima valoniensis*, *Plicatula spinosa*, *P. hettangiensis*, *Chlamys valoniensis*, *C. cossmanni* (type de Gammal), *Liropecten pollux*, *Isocyprina porrecta*, abondantes *Pleuromya*, *Pholadomya* et *Gonomya*. Gastéropodes : *Pseudomelania* spp., *Bourguettia deshayesa*, *Coelostylina*, *Pleurotomaria*, *Promathildia*. Echinodermes : *Pentacrinus angulatus*, *Miocidaris lorioli*, *Diademopsis*.

l2. **Hettangien indifférencié. Dolomie noduleuse de la Cèze et Calcaires noduleux** (100 m en moyenne). La meilleure coupe se trouve à Gammal ; de bons affleurements existent en rive gauche de la Cèze et près de Foussignargues (la Nouvelle). Le résumé de la succession est basé sur les descriptions de de Brun et Vedel (1909-1919) et sur des observations inédites (Avocat, Clavel, Elmi).

**Calcaires noduleux cendrés.** Équivalent du membre inférieur défini plus au Nord (Elmi, 1954). Alternance de bancs de calcaires fins et de marnes. Alternance de marnes gris-noir en niveaux épais (1 m et plus) et de calcaires argileux sombres en bancs minces (0,08 à 0,12 m). Le microfaciès est un wakestone à passées de mudstones correspondant à une biomicrite argilo-silteuse souvent recristallisée en microsparite ; elle contient des entroques, des radioles et de nombreux bivalves. De rares ammonites : *Psiloceras planorbis*, *P. plicatulum* et *Caloceras multicoatum* indiquent la zone à Planorbis. Les *Schloteimia* citées par de Brun et Vedel sont plutôt à rapporter à des *Waehneroceras* ou à des *Megastomoceras* du début de l'Hettangien moyen. Au sommet : niveaux irréguliers à madréporaires (*Montlivaultia*, *Thecosmilia*). Parmi la faune associée : *Parallelodon elongatum*, *Cardinia similis*, *Coelastarte repelini* (types : Gammal), *Mactromya* et autres myaires.

**Dolomie noduleuse de la Cèze.** Équivalent dolomitisé du membre supérieur des Calcaires noduleux cendrés. La limite inférieure est marquée par la disparition des passées marneuses. Le faciès est une dolosparite de remplacement qui se présente en bancs plus ou moins ondulés et d'aspect noduleux. Malgré sa rareté la faune indique un environnement marin relativement ouvert (myaires, entroques, ostracodes). L'âge est mal établi (Hettangien supérieur).

13. **Sinémurien inférieur. Calcaire argileux noduleux gris-bleu** (30 à 60 m). La rareté des affleurements ne permet pas une étude satisfaisante sur le territoire de la feuille Bessèges. Les conditions sont meilleures entre Meyrannes et Foussignargues, en particulier dans les carrières du Pont-de-Gammal (feuille Alès). Le faciès comporte une alternance de calcaires fins en minces bancs ondulés et de niveaux plus compacts et plus réguliers. Les niveaux fins sont des biomicrites argileuses à spongiaires (wakestones) contenant plus de 20 % de bioclastes : débris hétérométriques d'entroques, radioles, gastéropodes et bivalves à test mince. Les spicules, nombreux, sont parfois encore en connexion (stroma). On trouve aussi des filaments et des *Globochaete*. Il s'agit d'un faciès hémipélagique de bas de rampe ou d'ombilic. Les niveaux compacts, parfois stylolithés, sont des biomicrites (wakestones) plus riches en bioclastes très triturés, (entroques, radioles, bivalves, spicules *Globochaete*) et exoclastes. Le milieu de dépôt correspondait à la rampe externe de la plate-forme. Le matériel bioclastique et trituré (grains de quartz) devient plus abondant dans la partie supérieure. Les terriers et les coquilles ont subi une importante silicification. La faune est dispersée : *Mactromya liasina*, *Plagiostoma*, *Lima*, *Gryphaea rhodanensis*, *Coroniceras* avec *C. bucklandi* et *C. bisulcatum* cités par de Brun (1926) dans « les vignes autour de Meyrannes », immédiatement au Sud de Montagnac et dans la bande d'affleurement s'étendant entre Clairac (feuille Alès) et Foussignargues. Avocat a récolté un mauvais *Coroniceras* associé à *Pentacrinus pilonoti* et *P. aff. euthymei*. La formation correspond donc, pour sa plus grande partie, à la zone à Rotiforme du Sinémurien inférieur. Le faciès et l'âge sont donc comparables à ceux des Couches du Bosc de la région d'Aubenas (Elmi *et al.*, 1984).

14-5. **Sinémurien supérieur (Lotharingien) – Carixien. Calcaires à grains de quartz et silex. Calcaires gris-bleu à entroques (Calcaires du vallat de Plauzolles** (50 à 100 m). Aucune coupe continue n'existe et la succession

théorique a été établie à partir d'observations dispersées dans les bois et les vallons des environs de Montagnac ainsi que dans les vallats de la Vigna et de Plauzolles entre les Terrasses (feuille Bessèges) et Plauzolles (feuille Alès). Les épaisseurs données par de Brun (1926) semblent exagérées. La limite inférieure est probablement hétérochrone en raison des conditions qui affectent le faciès dans ce secteur compris entre le haut-fond de la Céza-renque et le bassin. Des passées quartzеuses accidentent la partie supérieure ; elles doivent être considérées comme des intercalations des faciès des zones de bordure bien connues plus au Nord en Ardèche (faciès des « Couches de la Garenne »).

La partie inférieure comprend des bancs ondulés de biomicrites à petits bioclastes (entroques, bivalves, spicules de spongiaires) parfois alignés. La silicification est diffuse et, le plus souvent, elle se développe dans d'anciens terriers de crustacés. Les accidents siliceux présentent des limites floues (d'où le nom de « chailles » qui leur est habituellement attribué). Les grains de quartz sont assez rares. *Grypha mccullochi* a été récoltée dans les reliefs de la Vigna à l'Est de Montagnac. Elle provient de calcaires finement spathiques (biopelmicrite à entroques et à pellets de type packstone). Un peu au Sud, dans les crêtes dominant la Cèze au-dessus du Pont-de-Gammal et dans les environs de Gammal, de Brun a recueilli plusieurs ammonites du Sinémurien (zone à *Semicostatum* du Sinémurien supérieur). Il a figuré : *Deroceras densinodus*, *Asteroceras turneri*, *Echioceras microdiscus*, *E. pellati*, *E. sp.* et « *Lissoceras* » *altum*. A Meyrannes, de Brun a cité *Arnioceras geometricum*. Les fossiles proviennent, pour la plupart, des « terres rouges », c'est-à-dire des terrains résultant de la décalcification des calcaires siliceux et des chailles. Les ammonites sont associées à des bélemnites (*Pachyteuthis acutus*, *Prototeuthis oppeli*) et à des bivalves (*Liostrea*, *Grypha*, *Pinna*, mytilidés, myaires). On trouve aussi « *Neuropora* » *socialis* et quelques tiges de *Pentacrinus tuberculatus*.

La partie supérieure s'enrichit en matériel terrigène quartzеux et feldspathique. Les microfaciès sont des biomicrites et des biosparites. Les silex existent encore et la décalcification est notable. De Brun a figuré des ammonites provenant du ruisseau des Gours (au Sud de Montagnac) : *Phylloceras heberti*, *Lytoceras fimbriatum* avec des bélemnites : *Passoloteuthis bruguierianus*, *P. carinatus*, *Cœloteuthis calcar*, *Hastites clavatus*, *H. araris*, *H. milleri*. Parmi les brachiopodes figurés, Alméras (comm. inédite) a révisé les espèces suivantes : *Spiriferina oppeli*, *S. munsteri*, *Tropiorhynchia buchii*, *Gibbirhynchia curviceps*, *Lobothyris subpunctata*, *Cuersithyris sulcellifera*, *Zeilleria (Cincta) concollis*, *Z. (C) numismalis*, *Z. (Z) roemeri*, *Z. (?) vedeli* (type de Montagnac). Cet ensemble s'accorde avec un âge carixien.

16. **Domérien. Marnes micacées. Calcaires gréseux.** A l'Ouest du vallat de la Vigna (suivi par la faille SSW-NNE des Terrasses) : calcaires bioclastiques (2 à 10 m) à grains de quartz et à bélemnites souvent riches en entroques. De Brun a figuré un *Pleuroceras spinatum* provenant du flanc sud de la crête de la Sube (Domérien supérieur).

Dans le vallat de la Vigna (compartiment oriental de la faille des Terrasses) : les faciès marneux apparaissent brutalement (0 à 10 m) : marnes mica-

cées, grises à passées rousses admettant quelques plaquettes de calcaires noirs bioclastiques. *Amaltheus margaritatus*, rare et mal conservée.

18-j1a. « **Calcaires bioclastiques de la Ferrière** » (Toarcien-Aalénien), « **Calcaires des Terrasses** » (Toarcien supérieur), « **Marnes à Fucoïdes** » (Aalénien-Bajocien inférieur). Entre la Ferrière et Montagnac, au Sud de la faille de Castillon, une coupe synthétique des Calcaires bioclastiques de la Ferrière a été établie à partir d'affleurements nombreux mais discontinus (de Brun, 1928-1935 ; Colongo, 1980 ; documents inédits de Cassel et Elmi) : (le contact avec le Domérien n'est pas exposé).

— Calcaire gris sombre à petits entroques, intraclastes de teinte rouille et grains millimétriques (3 mm) de quartz formant des nids.

— Banc compact (0,40 m) de calcaire bioclastique à intraclastes et oolithes, irrégulièrement teinté en rouge par l'hématite ; nombreuses bélemnites ; grains de quartz à la partie supérieure. Dans la masse, on note l'existence de quatre encroûtements stromatolithiques ferrugineux pouvant s'anastomoser. Sur la surface supérieure : *Pseudogrammoceras fallaciosium*. Dans des blocs de même faciès ; *Ospertioceras bicarinatum*, *O. gr. rivierense*, *Hildoceras*, *Haugia*, *Porpoceras*, *Grammoceras gr. penestriatum*, *G chateleti* (zones à Variabilis, à Thouarsense et début de la zone à Insigne).

— Calcaires gris à petits entroques et grains de quartz (2 à 2,70 m), devenant localement rouges et ferrugineux. On note la superposition de : *Hammatoceras insigne* (zone à Insigne), *Phlyseogrammoceras* sp. (fin de la zone à Insigne), *Catullocceras* et *Dumortieria novata* (zone à Pseudoradosa). A la partie supérieure : *Pleydellia gr. distans* et *Walkericeras arcuatum* (zone à Aalensis).

— Calcaire bioclastique fossilifère (0,10 - 0,15 m). Coquilles enchevêtrées en désordre et cassées dans la masse. Ce sont surtout des ammonites de l'Aalénien inférieur, *Lioceras (Cypholioceras) lineatum* (abondants), des nautilus et des bivalves (*Hinnites*).

— Calcaire cristallin, beige (1 m).

— Banc de calcaire noir à éléments bréchiques et à grains de quartz avec de gros radioles de *Cænocidaris roysi* (Aalénien inférieur et moyen).

Plus à l'Ouest, à Font-de-Bourboule (au Sud de Montredon), les affleurements sont encore plus disséminés. On y reconnaît les zones à Bifrons, à Variabilis, à Thouarsense et à Insigne. Les types de *Haugiella courryense*, *Grammoceras chateleti*, *Hammatoceras subplanatum* et *Mucrodactylites vedeli* proviennent probablement de ce site (de Brun, 1928-29). Les zones à Murchisonae et à Concavum et même le Bajocien inférieur sont connus par des ammonites récoltées dans des blocs : *Ludwigia reflua*, *Graphoceras concavum*, *Ludwigella*, *Pseudammatoceras diadematoïdes*, *Emileia*.

Dans le vallon de la Vigna, à l'Est de la faille des Terrasses, les faciès deviennent brutalement plus marneux (les Terrasses, les Buissières, Montchaud). Le contact avec le Domérien n'est pas exposé et il se peut que les schistes-carton connus sur la feuille d'Alès existent aussi ici. Les affleurements débutent par des calcaires noirs à passées oolithiques lie-de-vin, renfermant de nombreuses bélemnites et ammonoïdes : *Calliphylloceras nilsoni*, *Catacoeloceras cf. confectum*, *Ospertioceras bicarinatum*, *Pseudogrammoceras bingmanni* (zones à Variabilis et à Thouarsense).



Au-dessus viennent les Calcaires des Terrasses formés au Nord (les Terrasses) de quelques mètres de calcaires argileux gris-noir admettant des passées entroquitiques et oolithiques. Vers le Sud (les Buisnières), ils passent à 20 m de calcaires argileux gris, d'aspect noduleux, en bancs irréguliers, probablement affectés par des glissements. Ce sont des micrites argileuses et silteuses contenant une maigre microfaune : entroques, spicules de spongiaires, fragments et sections de *Steinmannia*, nubéculariidés. Dès la base, on trouve des *Dumortieria* (*D. explanata*, *D. signata*, *D. metita*) alors qu'au sommet, un banc riche en bivalves contient des ammonites enchevêtrées de la zone à *Opalinum* de l'Aalénien inférieur : *Leioceras* (*Cypholloceras*) cf. *lineatum*.

La série se complète vers le haut (Montchaut, vallon de Dieusse) par des marnes schisteuses micacées, grises, parfois jaunâtres, contenant des nodules de type septaria (20 m). Ce sont les « Marnes à Fucoïdes » des anciens auteurs et qui correspondent à l'intervalle Aalénien moyen – Bajocien inférieur. Elles contiennent des spicules d'hexactinellides, des *Steinmannia* et sont assez riches en matière organique. Ce faciès indique un milieu nettement plus profond que ceux des régions situées à l'Ouest des failles de direction cévenole des Buisnières et des Terrasses. Ces dernières marquent la limite entre le bassin du Sud-Est et sa bordure, le long d'accidents responsables de la différenciation d'un véritable talus (Elmi, 1989).

j1b. **Bajocien supérieur. Calcaires à entroques des Buisnières** (2,50 à 3 m). Ils sont connus dans tout le secteur (Saint-Brès, Montchaut, les Buisnières, Montagnac, la Ferrière). Vers le Sud (feuille Alès), ils s'épaississent notablement et ont été exploités comme pierre de taille dans les carrières des Cambons (Saint-Jean-de-Valérisclé). Ils présentent une teinte gris clair et une patine jaunâtre ou rousse. Il s'agit d'une véritable accumulation d'articles et de fragments de tiges de pentacrinés (*Isocrinus nicoleti*, *I. bajocensis*, *Balanocrinus inornatus*). La surface des bancs est irrégulière (ondulations dues à des rides de courant, perforations de lithophages, accumulation de matériel détritique, rubéfaction, stratification oblique) ; les mesures indiquent que les courants dominants venaient du NNE. Le microfaciès est une biosparite à entroques souvent engrénés les uns dans les autres, bryozoaires, nubéculariidés, bivalves et échinides. Les spicules de spongiaires abondent par places. A la Ferrière, les derniers bancs renferment de nombreux grains de quartz et d'orthose. Ammonites assez fréquentes : *Parkinsonia subarietis*, *P.* cf. *parkinsoni*, *P. orbignyana* (zone à *Parkinsoni*). De Brun (1935) a figuré « *Cosmoceras garanti* » (à rapprocher de *Garantiana baculata*) et cite *Strenoceras bigoti*, ce qui établit la présence de la zone à *Subfurcatum* : les Calcaires à entroques des Buisnières sont donc, au moins en partie, contemporains des Calcaires à entroques de la Rousse (région des Vans). Les brachiopodes figurés (de Brun, 1935) : *Cymatorhynchia quadruplicata*, *Goniothyris cranaea*, *Monsardithyris ventricosa* appartiennent au Bajocien supérieur (renseignements Alméras).

j2. **Bathonien. Brèches calcaires.** Le Bathonien, mince et discontinu, n'a pas été séparé des niveaux sous-jacents.

● **Entre la Ferrière et Montagnac :** banc de calcaire bréchiq ue à éléments centimétriques arrondis (calcaires, dolomitiques ou quartzeux). Le ciment est une biomicrite (radioles d'échinides, entroques, rares filaments, gastéro-

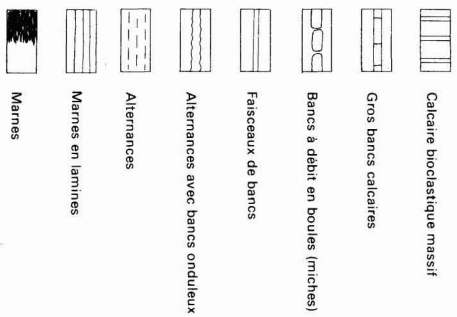
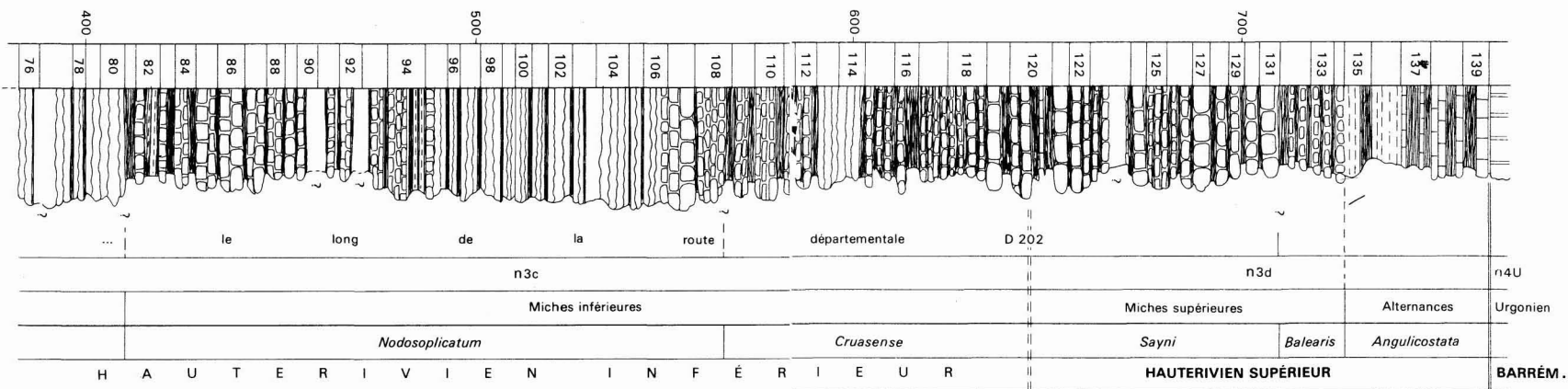
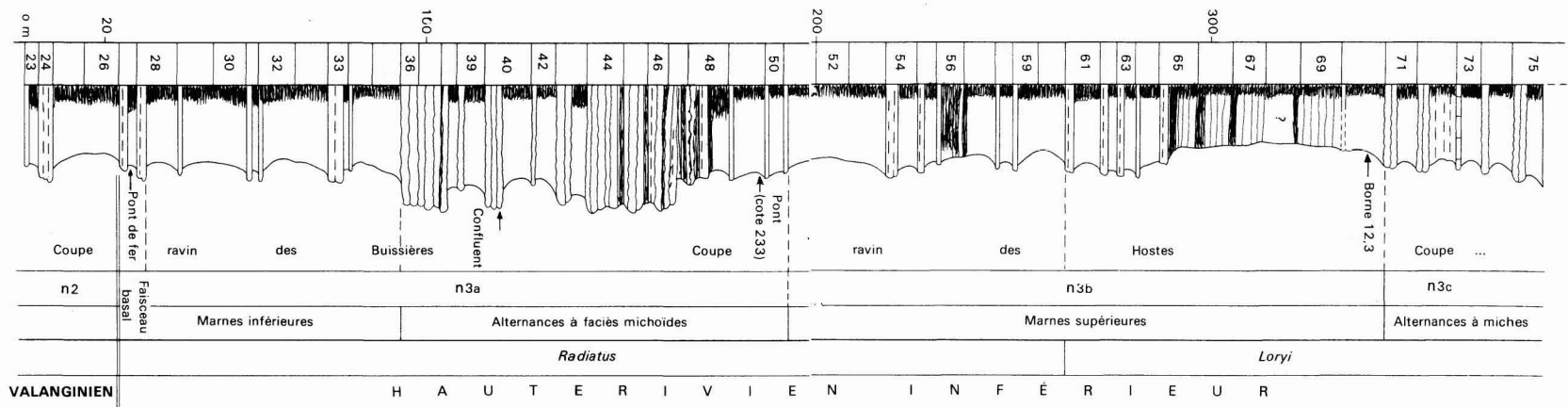


Fig. 8  
Coupe Hauterivien  
de la feuille Bessèges  
par R. Busnardo

podes, nubéculaires). Les éléments remaniés peuvent être revêtus (oncolithes). Ce sont parfois des fragments de bancs démantelés n'ayant pas subi de transport notable (micrite à spongiaires en galets perforés et encroûtés); *Gonolkites* et pectinidés.

● **A Montchaud** (sur le plateau calcaire au Sud-Est des Buissières et à l'Ouest de Dieusse, à la limite des feuilles Bessèges et Alès), le Bathonien inférieur correspond à des bancs de calcaires d'aspect bréchique, épais au maximum de 1 m (Roman et de Brun, 1909; de Brun, 1935; Elmi et Mangold, 1966). Le premier banc est encore une biosparite à entroques contenant *Parkinsonia* cf. *dorni*. Les bancs superposés contiennent d'abondants fossiles sous forme de moules internes très usés, souvent piquetés par les éléments détritiques. Le ciment est une biomicrite ou pelmicrite à nombreux filaments (*Bositra*), spicules de spongiaires et rares entroques. Le matériel détritique se compose de grains de quartz et d'orthose (0,5 à 1 cm). Le microfaciès du liant est très similaire à celui qui se développe au-dessus, dans la série calcaréo-marneuse callovienne. Il faut admettre un approfondissement notable d'un secteur d'abord « affamé » au pied d'un paléorelief sur lequel l'érosion était active. Les ammonoïdes sont nombreux, variés mais souvent très usés: *Nannolytoceras tripartitum*, *Phylloceras riazii*, *Ptychophylloceras* sp., *Holcophylloceras mediterraneum*, *Calliphylloceras disputabile*, *Æcotraustes bomfordi*, *Oxycerites fallax radiatiformis*, *O. behrendseni*, *O. cailleti* (type), *O. yeovilensis*, *Cadomites*, *Procerites*, *Siemiradzkaia*, *Zigzagiceras*, *Parkinsonia*, *Morphoceras*.

En outre, on trouve des dents de poissons, des *Rhynchoteuthis*, des bélemnites (*Ropaloteuthis gillieronii*, *Dicoelites meyrati*, *Hastites privatensis*, *Belemnopsis semihastatum*), des gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Leptomaria*), des bivalves (pectinidés, *Plagiostoma*, *Oxytoma*, *Praeconia*, *Bositra*). Les abondants brachiopodes possèdent un cachet particulier (téthysien et alpin): *Acanthothiris spinosa*, *Gnathorynchia vouldensis*, « *Rhynchonella* » (*Gnathorynchia pseudoneumayri* (type), « *R* » (*G.*) *pluriplicosa* (type), *Gnatorhynchia (Formosarhynchia) dumortieri*, « *R*. » (*Ivanoviella* ?) *ardescica*, « *R*. » *asymetrica*, « *R*. » *corculum*, *Sphenorhynchia bugeysiaca*, « *R*. » *subacarus*, *Parvinrhynchia balinensis*, *Linguithyris curviconcha*, « *Terebratula* » (*Morrisithyris* ?) *subeggensis* (type), *Heimia pseudomayeri* (type), « *Terebratula* » (*Cerithyris* ?) *pseudofylgia* (type), « *Zeilleria* » *subbranvilliana* (type) (révision Alméras, d'après les figures de de Brun et le matériel de la collection Elmi).

Au sommet, un banc de brèche à ciment plus foncé (« Banc noir » ; n° 3 ou zone 3 de Brun, 1935; cf. Elmi, 1967, p. 406), plus argileux contient encore d'abondants grains de quartz millimétriques et des fragments argileux et centimétriques de calcaires dolomitiques. Il contient *Epistrenoceras contrarium* (= *Strenoceras haugi*) et *Prohæcticoceras retrocostatum*. La citation de *Cadomites bremeri* (= *daubenyi* auct.) et de *Hemigarantia julli* par de Brun, laisse supposer une condensation du Bathonien moyen (partie supérieure) et de toute la zone à *Retrocostatum* (Bathonien supérieur).

Aux Buissières dans un gisement cité par de Brun, des marno-calcaires brunâtres à grains de quartz reposent directement sur les calcaires bajo-ciens. Ce niveau a livré une riche faune qui semble indiquer une condensa-

tion du Bathonien moyen et supérieur et, probablement du Callovien basal. C'est de ce niveau que provient le type de « *Rhynchonella* » *monscaldensis*.

j3a. **Callovien basal. « Couches de Gette » et « Couches de Fesc » (zone à *Macrocephalus*)** (fig. 4-5). Les termes inférieurs de la série calcaréo-marneuse se complètent à l'Est de la faille des Terrasses.

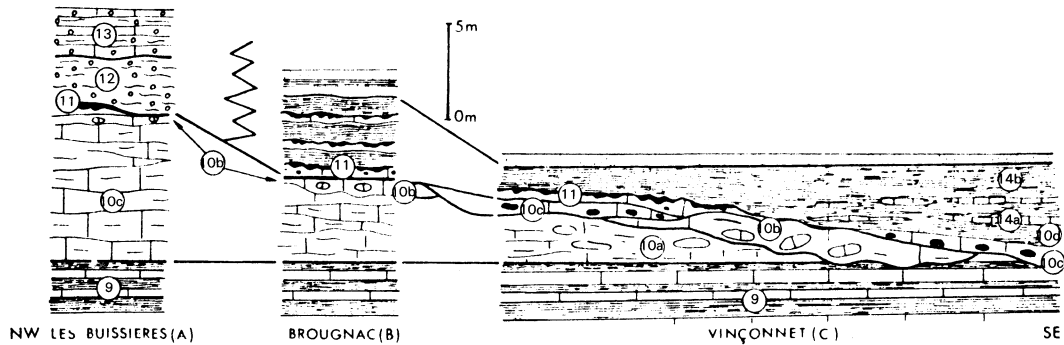
**Couches de Gette** (n° 41, Elmi, 1967 ; 15 m entre les Buissières et Montchaud), marnes calcaires, feuilletées, finement silteuses et micacées, rares posidonomies. Elles admettent quelques bancs et miches plus carbonatés. Les marnes des Couches de Gette cicatrisent des failles de faible rejet qui affectent les Calcaires à entroques des Buissières. Les bancs plus carbonatés ont une texture de micrite à nombreux spicules de spongiaires, quelques filaments et silts quartzeux. La macrofaune est rare : *M. (Macrocephalites)* sp. Il faut noter que, dans le secteur étudié, les « Couches de la Clapouze » n'existent pas car le Bathonien supérieur est lenticulaire.

**Couches du Fesc** (n° 42, Elmi, 1967 ; plus de 60 m près des Buissières). Alternance de marnes et de calcaires. Ces derniers forment des bancs dont les limites, d'abord floues, deviennent nettes au sommet. *Bositra buchi* est abondante. Macrofaune assez rare et mal conservée : *M. (Macrocephalites)* sp., *M. (Kamptokephalites)* cf. *intermedius*, *Choffatia*, *Rebmannia*, *Calliphylloceras mediterraneum*.

Entre la Ferrière et Montagnac, des marnes et des calcaires argileux gris bleuté à rares *Bositra* (11 m) occupent la base de la série calcaréo-marneuse, sous les marnes à fossiles pyriteux des Couches de Naves. Ils n'ont pas été individualisés en raison de l'étroitesse de la bande d'affleurement.

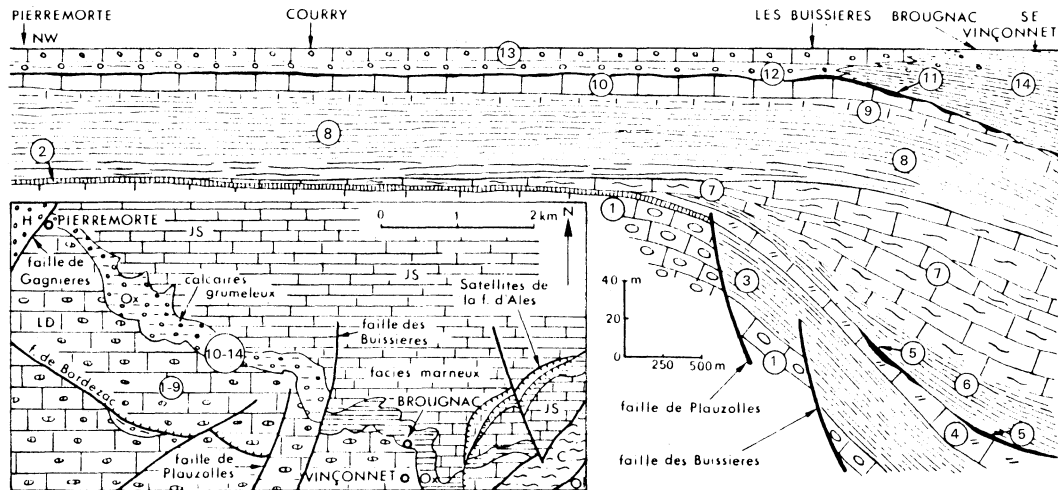
j3b et j3c. **Callovien inférieur et Callovien moyen. Trilogie callovienne. Niveau rognonneux et Niveau carié** (épaisseur maximum : 45 m). Cet ensemble montre la même succession que dans les régions des Vans et de Saint-Paul-le-Jeune. Il s'épaissit, surtout par l'intermédiaire des Couches de Naves (30 m à la Ferrière, 22 m aux Buissières et à la Fortunelle). Ammonoïdes parfois abondants : *Oxycerites subcostarius*, *Jeanneticeras meridionale*, *H. (Prohecticoceras) lemoinei*, *Phlycticeras pustulatum*, *Macrocephalites (Dolikephalites) gracilis*, *M. (Pleurocephalites) folliformis*, *M. (Tmetokephalites) franconicus*, *Parapatoceras tuberculatum*, *Grossouvria kontkiewiczzi* (in Kuhn), *G. pseudoscopinensis*, *Ptychophylloceras ovale*, *Phylloceras antecedens*, bélemnites (*Belemnopsis*). Très rares brachiopodes de petite taille (*Ptycothyris dorsoplicata*, *Rhynchonella oppeli*), bivalves : *Bositra buchi*. Cette faune est un excellent repère pour suivre les variations de la série calcaréo-marneuse en permettant d'établir le synchronisme des Couches de Naves (horizon à *Folliformis*) à l'échelle régionale.

La suite de la succession callovienne est très semblable à celle qui a été décrite dans la région des Vans ; la lacune du Callovien supérieur paraît encore générale. A Vinçonnet, le Niveau rognonneux s'épaissit vers l'Est ; il repose sur la surface irrégulière et ravine les Couches des Assions ; il présente des encapuchonnements qui sont probablement le résultat de phénomènes de glissement synsédimentaire (Bourseau et Elmi, 1980 ; Dromart, 1986).



Les numéros renvoient à la légende de la figure 5 et au texte. En outre : 10 a : "couches des Assions" (fin du Callovien inférieur);  
 10 b : "niveau rognonneux" du Callovien moyen; 10 c-d : Callovien supérieur; 14 a-b : base de l'Oxfordien inférieur.

**Fig. 4 - Coupes de la région de Saint-Brès**



1 : calcaires à silex (Lotharingien-Carixien); 2 : minerai de fer oolithique du Toarcien et faciès associés; 3 : marnes du Domérien-Toarcien; 4 : calcaires à entroques (Bajocien supérieur); 5 : lambeaux de calcaires bréchiqes du Bathonien; 6 à 9 : Callovien inférieur *p.p.*; 6 : marnes ("couches de Gette"); 7 : marnes et marno-calcaires ("couches du Fesc"); 8 : marnes ("couches de Naves"); 9 : alternance marnes-calcaires ("couches des Vans"); 10 : calcaires argileux ("couches des Assions") et niveaux condensés du Callovien moyen et supérieur; 11 : "niveau bleu" (Oxfordien inférieur); 12-13 : Oxfordien moyen; 12 : "cordon grumeleux"; 13 : "calcaires grumeleux compacts"; 14 : Oxfordien à dominante marneuse, grumeaux rares ou absents.  
 En encart : esquisse géologique des environs de Courry-Saint-Brès (H : Houiller et Trias; LD : Lias et Dogger; JS : Jurassique supérieur à partir de la fin de l'Oxfordien; C : Crétacé; OI : Oligocène.

**Fig. 5 - Passage des faciès de bordure aux faciès de bassin dans la région de Courry - Saint-Brès**

## Malm (ensemble de la feuille)

### j4. Oxfordien inférieur. Marnes et calcaires argileux feuilletés (transition aux « Terres noires »)

● **Région des Vans et de Saint-Paul-le-Jeune.** L'Oxfordien inférieur est réduit à un seul banc irrégulier (0,30 m au maximum ; n° 14, Roman et de Brun, 1924 ; Niveau bleu = n° 50, Elmi, 1967) qui n'a pas été cartographiquement individualisé. C'est un calcaire légèrement argileux, bleu-gris, à texture noduleuse (nodules fusiformes, irréguliers, mal délimités). Moules internes d'ammonoïdes souvent revêtus d'une pellicule ferrugineuse rousse. Ammonoïdes et bélemnites peuvent être en désordre et même verticales (bioturbation) : *Parawedekindia*, *Cardioceras*. Microfaciès : biomicrite (mudstone à wakestone) ) pelloïdes, grains de glauconie, silts calcitiques et quartzeux et rares paillettes de muscovite. Elle contient des coccolithophoridés, des protoglobigérines, des *Globochaete*, des filaments arqués, des spicules de spongiaires, des débris de gastéropodes, des articles d'échinodermes, des aptychus et des foraminifères benthiques (Dromart, 1986). Certains clastes sont encroûtés par des nubéculaires.

● **Région de Saint-Brès (Vinçonnet, Brougnac).** A l'Est de la faille des Buisnières, la série oxfordienne s'épaissit notablement et sa partie basale se diversifie (Bourseau et Elmi, 1980 ; Dromart, 1986). Le Niveau bleu est encore reconnaissable à Brougnac où il est raviné. Au-dessus du hameau de Vinçonnet (Saint-Brès) situé 500 m à l'Est, des perturbations affectent le Niveau rognonneux et le sommet des Couches des Assions qui sont érodés. Les irrégularités sont scellées par un banc très irrégulier (0 à 0,75 m) de calcaire gris à patine rousse (micrite à bioclastes et intraclastes), à *Zoophycos* et *reineckeiidés* (*Collotia*) ; il s'agit d'un témoin du Callovien supérieur. Au-dessus, viennent des marnes grises, alternant avec des calcaires laminés en plaquettes centimétriques et pouvant admettre quelques niveaux grumeleux à leur sommet (25 m). Des *Zoophycos* existent par places. A la base, la présence de l'Oxfordien inférieur est bien établie (*Cardioceras* et *Campylites*). Le passage à l'Oxfordien moyen se fait au sein des alternances qui représentent donc un équivalent latéral du Cordon grumeleux.

### j5. Oxfordien moyen et début de l'Oxfordien supérieur. Série grumeleuse inférieure (épaisseur moyenne : 35 m).

**Cordon grumeleux** (3 à 5 m) (n° 15, Roman et de Brun, 1924 ; n° 51, Elmi, 1967). Calcaires grumeleux en minces bancs noduleux ou ondulés, séparés par de fines passées marneuses. Ce niveau, tendre, donne un talus, parfois même un abri-sous-roche entre la falaise callovienne et le surplomb des Calcaires grumeleux compacts. Les bancs calcaires sont irréguliers à la base où ils présentent un aspect « pseudo-bréchtique » dû à des démantèlements et à des biseautages. Ils deviennent plus réguliers au-dessus tout en restant ondulés. Les joints marneux sont pincés et montrent des figures de bourrage. Dans la partie médiane, des masses carbonatées contiennent des coupes lenticulaires qui s'apparentent aux monticules boueux (« mudmounds »). Les grumeaux sont des intraclastes de calcaire plus foncé, plus ou moins roulés, constitués par une micrite (mudstone-wakestone) à bioclastes : protoglobigérines, radiolaires, *Globochaete*, ostracodes, foraminifères benthiques, spicules de spongiaires et entroques. En outre : grains de

glaucanie, silts quartzeux, pelloïdes. La matrice contient les mêmes éléments mais en moindre quantité. Les grumeaux sont souvent recouverts par des concrétions lamellaires formant de véritables encroûtements oncolithiques passant à des surfaces mamelonnées (stromatolithes). L'abondante faune (Roman et de Brun, 1924 ; Atrops, 1984), permet de reconnaître que la plus grande partie du Cordon grumeleux appartient à la zone à *Plicatilis* (Oxfordien moyen), riche en *Subvertebriceras sowerbyi* et *Cawtoniceras* à la base ; *Gregoryceras riasi* est limité au mètre supérieur où il est rare (passage à la zone à *Transversarium*) ; *Sowerbyceras tortisulcatum* est assez abondant.

**Calcaires grumeleux compacts à *Ochetoceras canaliculatum*** (6,50 m) (n° 16 de Roman et de Brun, 1924). Ils dessinent un encoûtement bien marqué dans la topographie. La limite supérieure a été placée sous un faisceau de trois bancs qui forment un bon repère (Dromart, 1986). Alternance de calcaires gris-noir, légèrement tachetés, de marnes grumeleuses et de calcaires grumeleux, souvent pyriteux ; *Ochetoceras canaliculatum*, *Trimarginites*, *Taramelliceras*, *Perisphinctes* s. st., *Dichotomoceras*, *Euaspidoceras*, *Sowerbyceras tortisulcatum* et des bélemnites (*Hibolites* cf. *diceratina*). La liste de fossiles donnée par Roman et de Brun (1924) comprend du matériel provenant de tout l'Oxfordien moyen et non seulement de cet horizon (n° 16). Les grumeaux sont abondants aussi bien dans les calcaires que dans les marnes. Il s'agit d'encroûtements cryptalgaires (bactériens) qui donnent également des stromatolithes étalés et peu saillants. Le microfaciès est un mudstone à radiolaires, protoglobigerines, *Globochaete*, débris d'échinodermes, ostracodes et pelloïdes. Les radiolaires sont plus abondants dans les bancs les plus carbonatés. Les calcaires grumeleux compacts se placent entièrement dans la zone à *Transversarium*. A Pierre-Morte (Courry) ils sont transformés en un minerai de fer contre la faille de la Ganière.

**Couches de Chanabier** (25 m). L'alternance devient plus régulière avec des limites assez franches entre les niveaux marneux et les bancs calcaires d'épaisseur décimétrique. Le microfaciès est une micrite à rares bioclastes (mudstones à protoglobigérines, *Globochaete*, filaments courbes, spicules de spongiaires, ostracodes et radiolaires). Au tiers inférieur de ce terme lithologique, un niveau plus tendre, d'aspect noduleux, riche en ammonoïdes forme le Cordon noduleux bien exposé à Chassagnes. Il est nettement coloré en rose violacé aux Avelas et à Saint-Paul-le-Jeune. Les grumeaux et structures associées, correspondent encore à des encroûtements bactériens. Les Couches de Chanabier fournissent de riches gisements d'ammonoïdes où dominent les *Dichotomosphinctes* (*D. divisus*) et les *Sowerbyceras* (zone à *Bifurcatus*, Oxfordien moyen). Parmi les bélemnites, Dromart (comm. orale) a récolté : *Duvalia monsalvensis* et *D. dumortieri* (dét. Combémoré). Dans les niveaux terminaux, les marnes deviennent prépondérantes et sont datées du début de la zone à *Bimammatum* (Oxfordien supérieur, Atrops, 1984). Parmi les bélemnites, on note *Duvalia veyrisensis*.

L'ensemble des caractères sédimentologiques de la Série grumeleuse inférieure indique un dépôt profond de zone de transition entre plate-forme et bassin, les zones de charnière étant soulignées par l'édification des mudmounds (Dromart et Elmi, 1986).



j6a. **Oxfordien supérieur. Zone à Bimammatum (alternance de calcaires à grains fins et de marnes noires). Couches de Joyeuse** (épaisseur moyenne : 20 m). Elles débutent par les Bancs roux (1,50 à 3 m) qui donnent un ressaut topographique et constituent un bon repère cartographique tout le long de la bordure ardéchoise. Ce sont trois bancs compacts de calcaires fins (mudstones) à nodules pyriteux, ils contiennent des coccolithes. Ils livrent *Epipeltoceras semimammatum* de la sous-zone à Hypselum (Elmi, 1975 ; Atrops, 1984). Au-dessus : alternance de calcaires micritiques gris-noir à patine rousse séparés par des marnes noires, parfois feuilletées en niveaux stratodécroissants. Les grumeaux ont pratiquement disparus mais on trouve quelques intraclastes. La faune est moins abondante qu'au-dessous : *Sowerbyceras*, *Phylloceras*, *Glochiceras*, *Orthosphinctes*, *Epipeltoceras semimammatum* (partie inférieure), *E. bimammatum*, *Preataxioceras virgilianum*, *Euaspidoceras* sp. (partie supérieure).

j6b. **Oxfordien terminal et base du Kimméridgien. Calcaires lités du Pouzin** (50 à 60 m d'épaisseur). Calcaires gris-noir, à patine blanchâtre, grain fin (micrites), cassure esquilleuse et nodules centimétriques de pyrite. Ils constituent le premier escarpement des calcaires du Jurassique supérieur (vallée du Chassezac) ou le rebord des plateaux (Les Assions) ainsi que les sommets de la région de Naves. Ils se présentent en bancs réguliers d'épaisseur stratocroissante (0,30-0,50 m dans la partie inférieure ; 0,50-2 m vers le sommet). Cette diversification stratonomique donne une division géomorphologique en deux falaises, la supérieure étant plus marquée. Atrops (1984) a montré que la partie inférieure se rattache encore à la zone à Bimammatum (sous-zones à Bimammatum puis à Hauffianum : *Ochetoceras marantianum*, *Biplices* sp., *Orthosphinctes tiziani*, *Taramelliceras callicerum*, *Epipeltoceras bimammatum*). La falaise supérieure correspond à la zone à Planula avec de rares *Idoceras planula*. Au sommet des bancs plus minces et plus délités forment passage à la vire kimméridgienne. Ils livrent *Sutneria galar* et *O. (Orthosphinctes) polygyralis*.

Dans la masse, le microfaciès est une micrite (mudstone) contenant quelques intraclastes de teinte plus foncée. La microfaune est extrêmement rare et réduite à de rares radiolaires qui sont un peu plus fréquents dans les intraclastes. Les bancs du sommet (à *S. galar*) montrent des surfaces sculptées par la bioturbation ; ils sont formés de calcaires gris, fins, légèrement grumeleux. Il s'agit de micrites à intraclastes ; ces derniers sont en fait des grumeaux résiduels résultant du démantèlement de boues indurées par l'action des organismes (bioturbation). Les rares bioclastes sont plus concentrés dans les grumeaux (filaments courts, spicules de spongiaires, radiolaires).

Les réseaux karstiques commencent à être développés ; lapiez de diaclases et de joints de stratification, dolines en « assiettes », végétation d'arbustes (buis, genévrier) (Vinet, 1977).

j7-8(a). **Kimméridgien (partie inférieure). Calcaires des Gras (= Calcaire de la Louÿre), série grumeleuse supérieure** (épaisseur : 40 à 50 m). Calcaires gris clair, mouchetés de sombre en bancs (0,20-0,60 m) séparés par de minces niveaux délités de calcaires plus argileux ou de marnes. L'ensemble est encore largement grumeleux à la base. Les mouchetures correspondent à des fragments (intraclastes) souvent revêtus par des encroûtements bactéri-

riens. Le microfaciès est une micrite-mudstone contenant de nombreux filaments allongés, courbes ou flexueux (Dromart et Atrops, 1988). Le reste de la macrofaune est peu abondant : *Saccocoma*, *Globochaete*, protoglobigérines, lenticulines, radiolaires (rares).

Atrops (1982, 1984) distingue une partie inférieure coupée par un ressaut calcaire (3 m) formant un bon repère : *Sutneria platynota*, *O. (Orthosphinctes) polygyralis*, *O. (Ardescia) desmoides desmoides*, *O. (S.) d. debelmassi* (paratype de Sauvas), *Ataxioceras (Schneidia) guilherandense* (zone à Platynota). Au-dessus, des niveaux plus tendres livrent des ammonites de la sous-zone à Hippolytense (zone à Hypselocyclum) : *Ataxioceras (Schneidia) lussassense*, *A. (Parataxioceras) hippolytense*. Dans les niveaux plus massifs superposés : *Taramelliceras (Metahaploceras) strombecki*, *Ataxioceras (Parataxioceras) lothari* *A. (A.) hypselocyclum* (sous-zone à Lothari).

L'ensemble se termine par la Vire à *Crussoliceras* formée par des calcaires et des marno-calcaires grumeleux en bancs délités. Ils sont souvent fossilifères (au-dessus de la Goule de Sauvas, C.D 351 sous la crête de la Bannelle). Les genres *Crussoliceras* et *Garnierisphinctes* permettent de reconnaître la zone à Divisum.

Microfaciès : micrites à protoglobigérines, radiolaires, *Globochaete alpina* *Saccocoma alpina*, *Tolypamma* et nubéculaires encroûtant les grumeaux.

C'est sur cette formation des Calcaires de la Louÿre que se développent les plateaux des Gras à forêt claire, constituée de chênes et d'arbustes. Le karst est moyennement développé avec des figures aux contours atténués (rigoles, méandres, cannelures). Les dolines ont une forme d'auge à versants aplatis (Vinet).

j7-8(b). **Kimmeridgien (partie moyenné). Calcaires de la Beaume** (épaisseur : 30 à 35 m). Ensemble de calcaires massifs, mouchetés, compacts, à patine blanche, à cassure conchoïdale, en bancs relativement épais (0,80-1 m), parfois séparés par de minces lits marneux légèrement grumeleux. Des silex peuvent localement exister. Les bancs présentent des surfaces sculptées par bioturbation. Ce sont des micrites à intraclastes et à bioclastes : filaments, radiolaires et *Saccocoma* rares, *Globochaete*. Nombreuses ammonites des zones à Acanthicum et à Eudoxus (partie inférieure). Atrops (1984) cite pour l'ensemble de la bordure ardéchoise : *Taramelliceras compsum*, *Streblites leviplectus*, *Creniceras dentatum*, *Sutneria cyclodorsata*, *Nebroditis*, *Aulacostephanus phorcus*, *A. peregrinus*.

Le karst est fortement développé mais sans donner de relief uniforme. Les figures de lapiez sont des rigoles, des méandres et des cannelures. Les dolines ont une forme d'usage à versants aplatis. La forêt à chêne (dominant) et à chêne vert se développe (Vinet, 1977).

Dans les secteurs tectonisés (la Bannelle, plis des Avelas et alentours de Saint-André-de-Cruzières), les Calcaires de la Beaume n'ont pas été séparés des Calcaires ruiniformes de Païolive (j7-8(b-c)).

j7-8(c). **Kimméridgien (partie terminale). Calcaires ruiniformes de Païolive** (épaisseur : 15 à 20 m). Calcaires gris, mouchetés de taches centimétriques plus sombres, à patine blanchâtre ou jaunâtre, très compacts contenant souvent des silex dans la partie inférieure. Les bancs, épais (2 à 3 m) sont mal délimités. La dolomitisation est irrégulière. Cette formation livre des faunes de la partie supérieure des zones à Eudoxus et à Beckeri (Atrops, 1984). Le microfaciès est de type intrabiomicrite à filaments. Les grumeaux ou intraclastes dérivent de l'action de la bioturbation ; cette dernière peut-être intense et les cavités présentent des remplissages géotropes. Les grumeaux résiduels sont généralement revêtus d'un encroûtement dû aux bactéries et aux foraminifères. Microfaune : rares *Saccocoma*, nombreux *Globochaete*, radiolaires, abondants filaments. Quelques aptychus.

L'altération des calcaires ruiniformes donne les beaux modelés karstiques du Bois de Banne (au pied nord de la crête de Bonne-Vieille) et du Bois de Païolive (Païo liva = la pierre levée). La karstification intense est facilitée par l'intense diaclasage récemment analysé par Vergely et Zadeh-Kabir (1988). Les figures de lapiez sont très développées et diversifiées : rigoles, méandres, cannelures, cupules, vasques. Les dolines sont en forme d'auge, plus ou moins anastomosées (Bois de Païolive). Des poljés peuvent se développer (les Filgères au Sud de Sauvassas) sur l'ensemble des Calcaires de la Beaume et des Calcaires de Païolive j7-8(b-c). Le chêne vert est l'élément dominant de la forêt.

j9. **Tithonique. Calcaires blancs** (épaisseur : 30 m environ). A la base se trouvent des calcaires micritiques d'aspect écailléux à l'affleurement passant aux « calcaires pseudobréchiens » des anciens auteurs (« Marbre » ou Calcaires de Chauzon). Ce sont des calcaires grumeleux à grumeaux hémioncolithiques et mammelons stromatolithiques liés à l'activité cryptalgale (bactérienne). En lames minces, on reconnaît des micrites et des biomicrites de texture mudstone, parfois wakestone. Elles contiennent des intraclastes, des *Saccocoma* des *Globochaete*, d'assez nombreux radiolaires et de très rares foraminifères (lenticulines). Rares ammonites usées et encroûtées : *Hybonoticeras*, *Glochiceras*, *Subplanites*, *Aspidoceras*, *Semiformiceras* ; aptychus abondants. Ces Calcaires de Chauzon appartiennent au Tithonique inférieur et se terminent par un niveau irrégulier, souvent absent, de brèches à éléments remaniés et encroûtés (oncolithes cryptalgaires).

Le Tithonique supérieur est représenté par des Calcaires blancs, en bancs métriques et assez massifs. Ils contiennent les premières calpionelles (*Craspicolaria* de la zone A ; Le Hégarat, 1973 ; Atrops, 1984). Des niveaux grumeleux peuvent encore exister mais il s'agit alors surtout de grumeaux résiduels, résultant de la bioturbation. Le microfaciès (Le Hégarat, 1973) est une micrite à bioclastes (ostracodes, fibrosphères, *Saccocoma*, *Globochaete alpina*).

La karstification est intense, particulièrement dans le cœur du synclinal de Saint-André-de-Cruzières (avens de la Cocalière et de la Cotepatière). Le modèle superficiel ouvre sur des réseaux souterrains développés dans les calcaires tithoniques et kimméridgiens. Pour Vinet (1977), le karst se caracté-

térise par des lapiez en rigoles, cannelures et cupules, par des tables de lapiez et par des dolines en auge. La forêt est moins dense que sur les Calcaires ruiniformes de Païolive (chênes et micocouliers).

## Crétacé

n1. **Berriasien. « Calcaires gris noduleux en bancs »** (épaisseur 25 m). **Le stratotype de l'étage** se trouve au Nord du village de Berrias. Toutes les couches se suivent aisément avec un faible pendage dans le lit du ruisseau le Graveyron. L'épaisseur total visible ici est de 25 m. La coupe a été décrite par G. Le Hégarat (1965 et 1973). La figure ci-jointe (fig. 7) en rappelle la succession simplifiée et les subdivisions classiques.

**Berriasien inférieur** (= zone à Jacobi-Grandis). La base est un calcaire dolomitique massif, à niveaux plus calcaires formant des corniches. Plusieurs arrêts de sédimentation restent visibles. L'absence de faune n'a pas permis de tracer une limite nette avec le Tithonique. Les premières ammonites apparaissent dans la zone à Grandis : *Pseudosubplanites grandis*, *Berriasella paramacilenta*, *Holcophylloceras calypso* (banc 145). Ce sont des bancs de calcaires argileux bien lités.

**Berriasien moyen** (= zone à Occitanica). Les bancs sont plus minces, de rares intercalations marneuses apparaissent et la teinte devient beige ou jaunâtre. Le banc 150 (1,50 à 2 m d'épaisseur), massif et bréchique est un niveau repère. La faune devient plus abondante : *Ptychophylloceras semivaloatum*, *Lytoceras subfimbriatum*, *Berriasella subcallisto*, *B. paramacilenta*, *B. privasensis*, *Fauriella floquinensis*, *F. shipkoviensis*, *Tirnovella subalpina*, *T. berriasensis*, *T. occitanica*, *Mazenoticeras malbosiforme*, et au sommet de la zone : *Dalmsiceras dalmasi*, *D. punctatum*. La faune associée n'est pas rare : *Terebratula moutoniana*, *Pygope diphioides*, *Rhynchonella malbosi*, *Cidaris alpina*...

**Berriasien supérieur** (= zone à Boissieri). C'est une succession de bancs bien lités, d'épaisseur irrégulière, avec de minces intercalations marneuses devenant plus fréquentes vers le haut. La partie basale, à bancs souvent fragiles, riche en fossiles, correspond à la sous-zone à Paramimounum. Elle a livré des ammonites souvent bituberculées, caractéristiques : *Malbosiceras paramimounum*, *M. malbosi*, *Mazenoticeras broussei*, *Neocosmoceras revollei*, *N. bruni*, *Euthymiceras euthymi* et *Negrelliceras negreli*. Elles sont associées à des brachiopodes, des pleurotomaires, des crinoïdes et de nombreuses ichnites.

La partie moyenne (bancs 170 à 187) est formée de bancs durs, souvent épais, autrefois exploités en carrières (pierre de construction). Elle est dépourvue de macrofaune. Sur le niveau principal des carrières, viennent des bancs irréguliers, mamelonnés, à minces intercalations marneuses, souvent riches en nodules pyritisés. Ici dominant les « berriaselles » plates à costulation flexueuse : *Fauriella boissieri*, *F. montelsi*, *F. rarefurcata*, *Berriasella callisto*, souvent de grande taille au sommet du Berriasien. Il s'y ajoute de rares *Malbosiceras malbosi*, *Himalayites nieri*, *Jabronella paquieri*, *J. romani*, *Spiticeras* sp., *Holcophylloceras calypso*, etc. Les brachiopodes sont nombreux : *Pygope diphioides*, *Waldheimia villersensis*, *W. tamarindus*, *Rhyncho-*

*nella contracta*, *R. malbosi*, *R. boissieri*, *Terebratula euthymi*, parmi d'autres macrofaunes : *Pholadomya malbosi*, *Prospodylus euthymi*, *Cidaris alpina*, *Phyllocrinus malbosianus*, etc.

La fin de la série (niveaux 198 à 200), marnes et calcaires argileux alternants, a été attribuée au Valanginien. La zone à Otopeta a été mise en évidence dans les bancs 198-199. Mais, en cartographie, la limite « Berriasien » – Valanginien peut correspondre à la base des marnes du niveau 201, limite plus facile à suivre sur le terrain.

A Chadouillet, les niveaux de passage du Berriasien au Valanginien sont constitués par des marnes et des calcaires laminés de texture wakestone-packstone. Les laminations correspondent à des alignements de bioclastes remaniés à partir d'une plate-forme voisine.

Les affleurements berriasiens s'ordonnent, du Sud au Nord autour du synclinal de Saint-André-de-Cruzières, au Nord de l'anticlinal des Avelas et en lisière sud-est du plateau calcaire Casteljalou–Labeaume. Les épaisseurs restent partout faibles (25 m à Berrias) (fig. 6 et 7).

n2. **Valanginien. Marnes, alternances et faisceaux de calcarénites.** Bien qu'il existe de vastes affleurements valanginiens dans le quart sud-est de la feuille Bessèges, aucun d'entre eux ne peut donner lieu à une coupe complète de cet étage.

– Au Nord-Est de **Grosspierres**, lieu-dit les Costes, l'alternance marnes–bancs marno-calcaires, riche en ammonites (*Teschenites neocomiensiformis*, *T. flucticullus*, *T. pachydicranus*, etc.) correspond à la zone à *Callidiscus*.

– Au Nord du village du **Rouret**, les marnes intercalées de calcarénites bicolores, bien visibles le long de la route d'accès, mais dépourvues de macrofaune, sont l'équivalent latéral des laminites de Mirabel (zone à *Campylstorum*).

– Plusieurs gisements, autour de **Beaulieu**, livrent des ammonites pyriteuses : *Kilianella lucensis*, *Neocomites* sp., *Saynoceras hirsutum* de la zone à Pertransiens, associées à de nombreuses bélemnites.

– Les premiers niveaux de la coupe de **Berrias** (198-199), en petits bancs de calcaires noduleux, alternés de marnes, contiennent : *Thurmanniceras thurmanni*, *Kilianella pexiptycha*, *Neocomites neocomiensis*, *Neolissoceras grasi*, avec quelques brachiopodes (Le Hégarat, 1971). Le niveau 198 a livré récemment plusieurs exemplaires de *Clasithurmannia foraticostata* correspondant à la zone à Otopeta (= base du Valanginien). A ce niveau, l'apparition du quartz, bien visible en lames minces, souligne la transgression du Valanginien.

– Les marnes valanginiennes situées à l'Ouest de **Bessas** sont intercalées de bancs calcaires à sédimentation en lamines. Les *Teschenites* de la zone à *Callidiscus* abondent.

Dans l'ensemble, le Valanginien de la plaine de Beaulieu est moins épais que celui de Lussas (feuille Aubenas). Les laminites de Mirabel sont ici difuses dans les marnes et ne peuvent plus être distinguées en tant que formation.

**Hauterivien.** Deux seules bandes affleurantes de l'Hauterivien existent sur la feuille Bessèges. L'une, au Nord de la Montagne de la Serre, est coincée entre les marnes du Valanginien et la faille limitant l'Urgonien. La série est très incomplète et hachée de fractures en raison de la tectonique.

Par contre, la bande bordant le Sud de la Serre est remarquable par sa régularité, et son pendage relativement faible 18 à 20° NW. Plusieurs coupes ont été levées le long de cette bande côtière. La meilleure, à l'Ouest de Bessas, longe le ruisseau des Buissières, le ravin des Hostres, puis la route D 202. Elle représente la *coupe-type de l'Hauterivien ardéchois en milieu hémipélagique*, (fig. 8, en pages centrales). L'épaisseur globale atteint 740 m ; la série est subdivisée cartographiquement en 4 formations lithologiques.

n3a. **Hauterivien inférieur, zone 1. Marnes à faisceaux calcaires** (160 m). Petit faisceau marno-calcaire à la base, repérable par le sentier de Bessas et un petit pont métallique sur le ruisseau des Buissières. Avec *Acanthodiscus radiatus* et de nombreux *Teschenites* : *T. pichydicranus*, *T. flucticulus*, *T. neocomiensiformis*, *Leopoldia leopoldi*, *Breistrofferella* sp. Puis marnes grises avec rares faisceaux marno-calcaires. Même faune à *Teschenites*, *L. leopoldi*, *Olcostephanus seyni*.

Enfin une série de faisceaux serrés de marno-calcaires ondulés, parfois dénommés faciès « michoïdes ». Encore des *Teschenites*, *L. leopoldi*, *Breistrofferella castellanensis*, *Pseudossterella juv. (stevinini ?)*.

Toute cette série appartient à la zone à *Radiatus*.

n3b. **Hauterivien inférieur, zone 2. Marnes grises feuilletées et alternances marno-calcaires** (152 m). Ensemble marneux, coupé d'une dizaine de petits faisceaux marno-calcaires. La partie terminale, d'aspect gris cendré, est un bon niveau repère, sous la formation à miches. La faune reste pauvre ; plusieurs exemplaires de *Crioceratites loryi* (banc 61) marquent le début de la zone à Loryi.

Ces marnes forment de larges surfaces assez planes souvent cultivées.

n3c. **Hauterivien inférieur (zones 3 et 4) et supérieur (zone 5). Alternances de calcaires silteux (miches) et de marnes** (383 m). La base reste encore assez marneuse, avec *Jeannoticeras jeannoti*, *Breistrofferella* sp., *Lyticoceras* sp.

Au début de la série compacte à miches, on trouve : *Lyticoceras nodosoplicatum*, *Lyticoceras* gr. *claveli*, *Saynella clypeiformis*, *Plesiospitidiscus*, *Crioceratites*. La zone à *Nodosoplicatum* est donc bien caractérisée.

Les *Cruasicerias* sont fréquents, entre les niveaux 108 et 120, à interlits marneux plus importants. C'est la zone à *Cruasense*. Ils sont associés à *Hamulina undulata*, *Crioceratites* gr. *duvali*, *Nautilus plicatilis* et à de nombreux *Toxaster*.

L'Hauterivien supérieur est marqué par de rares et petites *Subraynella sayni* en partie silicifiées (bancs 121-122). Les *Exogyra couloni*, souvent silicifiées deviennent abondantes.

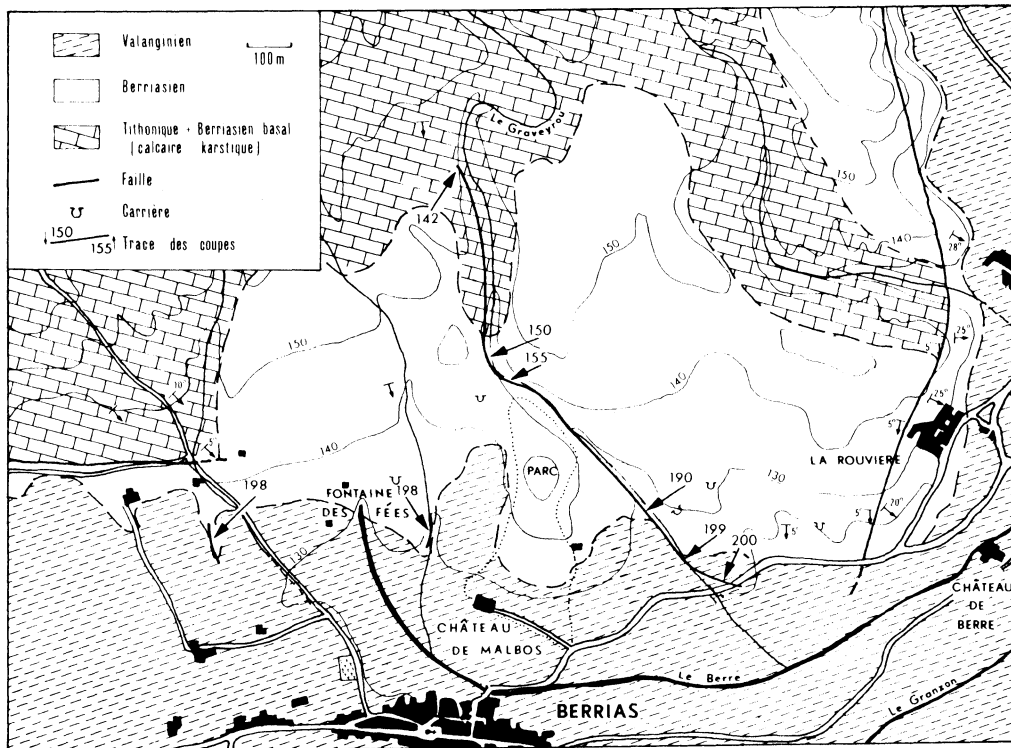


Fig. 6 - Cheminement de la coupe de Berrias (07)

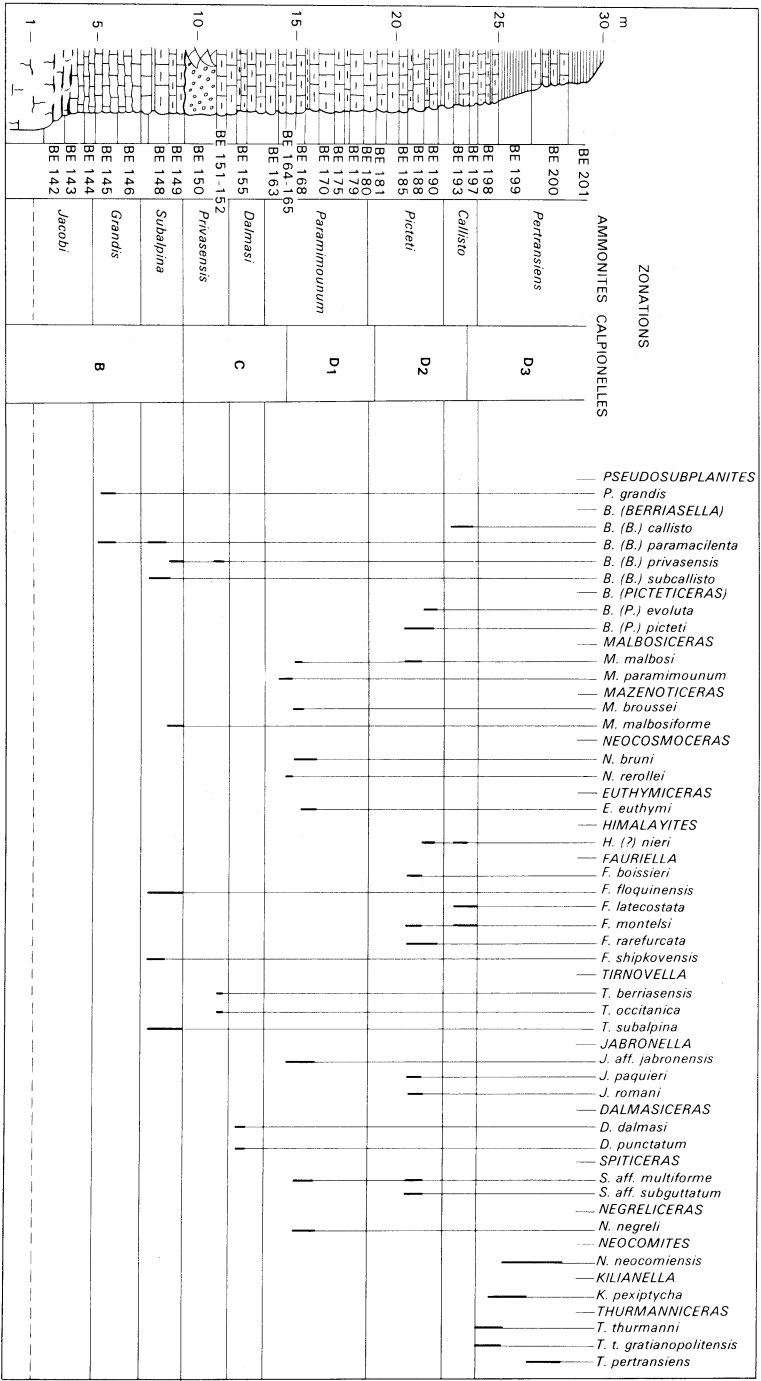


Fig. 7 - Répartition des principales ammonites dans la coupe de Berrias (07)



Le faciès à miches est remplacé assez brutalement par des alternances classiques dès le n° 135. Ici les petites *Pseudothurmannia* abondent, suivies de *P. (?) monasteriensis*, *P. crioceroides*, *Plesiospitidiscus* gr. *higatus*, *Pseudothurmannia picteti*, etc.

Les derniers bancs sont épais et souvent noduleux. Au bas des calcaires fins et compacts, on trouve encore des *Pseudothurmannia* de grande taille (*P. lurenensis*) à peine au-dessous des premières arrivées bioclastiques.

n3d. **Hauterivien supérieur, zones 6 et 7. Marnes et gros bancs calcaires.** Calcaires gris clair ou gris-bleu, plus ou moins argileux, souvent très biotur-bés, à spicules et nombreux débris recristallisés. Ils se présentent en bancs de 0,40 m à 1 m, parfois séparés par des marnes grises à jaunâtres, pouvant renfermer des toxasters et des nodules calcaires. La limite supérieure est mal définie car on passe à la fois verticalement et horizontalement au faciès urgonien.

n4U. **Barrémien, faciès urgonien. Calcarénites, madrépores et rudistes.** La transition verticale entre les marno-calcaires et l'Urgonien se fait graduellement, les sables vaseux très fins s'isolent progressivement des apports du milieu marin ouvert. La roche devient plus claire tout en gardant la même composition. Puis viennent les épandages oolithiques très blancs et des sédiments plus grossiers mal triés. Cet ensemble forme des calcaires blancs massifs, localement crayeux et caractérisés par la présence d'une macrofaune de rudistes (*Requienia ammonia*, *Toucasia* sp., *Monopleura*). L'épaisseur de cette formation varie de 20 à 30 m.

## Crétacé supérieur

c4. **Coniacien.** A quelques centaines de mètres au Nord de Bessas, apparaît, coincé contre la faille des Cévennes, un lambeau ou écaille de calcaire à rudistes, blanchâtre et crayeux, dont le faciès et la faune d'hippurites correspondent au Coniacien.

C'est le seul affleurement de la feuille Bessèges ; le Crétacé supérieur est cependant présent sous couverture tertiaire au fond du fossé d'Alès et affleure largement sur la feuille Bourg-Saint-Andéol à la limite septentrionale du remplissage oligocène du fossé.

## Tertiaire

e7a. **Ludien inférieur. Calcaires lacustres, calcaires pseudo-oolithiques.** Présent en bordure du fossé tertiaire d'Alès, le Ludien affleure sur la feuille Bessèges seulement dans l'angle sud-est, sur une toute petite surface à Font-couverte. Il se développe largement sur le territoire des feuilles voisines Alès et Bourg-Saint-Andéol. Les dépôts lacustres du Ludien inférieur sont représentés à la base par un niveau de calcaires pseudoolithiques, surmonté d'une puissante série de calcaires crayeux blanchâtres plus ou moins argileux et feuilletés. Ils renferment *Cyrena alesiensis*, *Sphaerium berteravae* et de très nombreuses empreintes de flore fossile. Cette série est imprégnée de bitume à plusieurs niveaux et le principal horizon de calcaires asphaltiques est exploité actuellement à Saint-Jean-de-Maruéjols (feuille Alès).

e7b. **Ludien supérieur. Calcaires et marnes feuilletées.** La série précédente est surmontée par les marnes grises feuilletées et des calcaires à lignites à *Nystia plicata*, charophyte de la zone de Bembridge inférieure. Plus au Sud (feuille Alès), furent recueillies quelques pièces de mammifères correspondant globalement à la zone de Montmartre. Ce niveau se poursuit au Nord de Barjac (feuille Bourg-Saint-Andéol) sous un faciès de calcaire compact à *Lymnaeae aequalis* et à charophytes du Ludien supérieur.

g2-3. **Oligocène. Marnes jaunâtres ou rougeâtres, grès, calcaires grumeleux blanchâtres, poudingues.** L'Oligocène est représenté par une très épaisse formation (600 à 800 m) 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 par rapport à celle de Barjac, les terrains les plus anciens s'observent sur la bordure orientale du fossé. Aucune coupure chronostratigraphique n'a pu être établie, mais il semblerait d'après les éléments faunistiques rencontrés qu'il y ait absence à l'affleurement de dépôts du Stampien inférieur.

Le début de la série est caractérisé par la prédominance de marnes grises, jaunâtres ou le plus souvent saumonées, avec quelques passées sablo-gréseuses et des bancs discontinus de conglomérats à galets calcaires.

Vers le milieu du fossé, les niveaux de l'Oligocène sont formés d'une alternance de marnes jaunes ou rosées et de bancs de calcaires plus ou moins argileux, blanchâtres et crayeux contenant parfois des horizons ligniteux.

La partie supérieure de cet étage est composée de marnes gréseuses couronnées par le conglomérat de Saint-Ambroix, poudingues ou brèches constitués par des blocs de calcaire urgonien ou hauterivien, souvent volumineux et peu roulés, et provenant du démantèlement des falaises néocomiennes, consécutif au fonctionnement de la faille des Cévennes.

Près de la Matte à 2 km au Sud de Saint-Sauveur-de-Cruzières, il a été découvert un gisement de mammifères qui renferme, *Protapirus priscus*, *Pseudotheridomys* et une flore de charophytes étudiés 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.

## Quaternaire

### Formations fluviatiles

Fv. **Alluvions « villafranchiennes ». Très haute terrasse.** Alluvions fluviatiles les plus anciennes dont il ne reste que des petits lambeaux de dépôts étagés entre 60 et 100 m, au-dessus des niveaux des cours actuels des rivières de la Beaume, du Chassezac en particulier au Sud des Vans et de la Cèze. Elles sont composées d'abondants galets siliceux blancs très arrondis, de quartzites et des débris schisteux altérés et friables, emballés dans une matrice argilo-sableuse rougeâtre. Sur la butte culminant à 227 m, près du

hameau de Toul, au Nord de la commune de Berrias-Casteljau, quelques galets résiduels en quartz, pouvant atteindre 30 cm de longueur, et en granite et roches métamorphiques arénisées peuvent être rattachés à ces alluvions très anciennes. Ces dépôts à matériel provenant des terrains métamorphiques cévenols ont en fait un âge imprécis.

**Fw. Alluvions anciennes. Haute terrasse.** Rares témoins de terrasses résiduelles situés à 40-50 m au-dessus du cours actuel du Chassezac. La composition pétrographique et le degré d'altération sont identiques à ceux des alluvions des très hautes terrasses. Elles renferment localement des blocs bien arrondis de grès et de quartzite pouvant atteindre 50 cm.

**Fx. Alluvions anciennes. Moyenne terrasse.** Lambeaux d'alluvions étalées en terrasses discontinues et bien représentées sur les deux rives du Chassezac à 20-35 m au-dessus du niveau du cours actuel. Les principaux éléments pétrographiques observés sont des galets de quartz, quartzite, micaschiste, grès et granite altéré ; la matrice argilo-sableuse est jaunâtre à brunâtre, parfois rubéfiée en surface. Leur âge est probablement rissien et la puissance des dépôts est de l'ordre de 2 à 3 m.

**Fy. Alluvions anciennes. Basse terrasse.** Elles sont particulièrement bien développées en bordure du Chassezac en aval de Gravières ; elles forment des terrasses plus ou moins continues situées à 5-15 m au-dessus du cours actuel, qui se rattachent parfois aux alluvions récentes par un simple ressaut morphologique. Les éléments pétrographiques sont essentiellement quartz, quartzites, schistes, grès, gneiss et granite et présence de galets calcaires en aval où la couverture sablo-limoneuse devient importante. Leur épaisseur est comprise entre 2 et 4 m. Sur la Cèze et la Ganière les terrasses des alluvions anciennes qui restent très caillouteuses et d'origine paléozoïque ne se développent qu'à partir de Bessèges et Chavagnac. A Berrias, les alluvions anciennes du Granzon sont principalement constituées d'éléments calcaires.

**Fz. Alluvions récentes ou actuelles (galets, graviers, sables et limons).** Les alluvions holocènes occupent vers l'aval le fond des principales rivières qui drainent la région vers le Sud-Ouest : le Chassezac, la Cèze grossie du Luech et de la Ganière, et la Cloyse. La composition des alluvions est variable et diffère selon leur lieu d'origine. Les cours d'eau en provenance des Cévennes cristallines ont déposé des galets, graviers et sables essentiellement composés de quartz, quartzites, schistes, grès, gneiss et granite. Vers l'aval, le Chassezac se charge en éléments calcaires jurassiques et le lit majeur est surmonté d'une couverture limoneuse. La puissance des dépôts est variable, de l'ordre de 1 à 5 m dans les vallées du Chassezac et de la Cèze. Les alluvions de la Cloyse sont essentiellement limoneuses ou formées de cailloux aplatis ou d'éclats peu émoussés de calcaire crétacé ou tertiaire.

### **Formations superficielles plio-quaternaires**

**CR/j. Remplissages colluviaux de doline et de poljé (sur Jurassique supérieur).** **CR/l. Colluvions d'argile de décalcification (sur Lias).** Il s'agit d'argiles rouges (terra rossa) qui proviennent d'une décalcification *in situ* des calcaires ou dolomies du Lias ou du Jurassique supérieur et mélangées à

des apports de matériaux locaux : débris calcaires, chailles, ou originaires des massifs cristallins et cristallophylliens avant le creusement des vallées actuelles. Ces formations résiduelles occupent généralement les fonds de dolines, poljés et plaines karstiques des plateaux calcaires ardéchois. Elles ont pu se former lors de la pénélplanation paléogène et se poursuivre pendant le Néogène avec des remaniements plus récents. Aux Meillas, à 3 km à l'Est des Assions, une cavité karstique a livré, enfouis dans des marnes, des ossements de mammifères pliocènes : *Tapirus arvernensis*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Mastodon arvernensis*.

C. **Colluvions récentes indifférenciées sablo-limoneuses.** Formations récentes, généralement peu épaisses (0,5 à 1 m) constituées de dépôts limoneux ou sableux, plus ou moins graveleux provenant de l'altération, de la décalcification autochtone ou du remaniement par ruissellement des affleurements marno-calcaires voisins. Elles sont particulièrement développées sur les marnes du Valanginien, et sont confondues avec les alluvions récentes auxquelles elles se rattachent dans le bassin oligocène.

E; EC. **Éboulis de gravité.** Éboulis de pierrailles qui renferment parfois des blocs plus importants et qui sont le plus souvent non ou peu cimentés (E) ou parfois plus anciens et consolidés (EC). De tels éboulis se rencontrent sur les versants schisteux et à la tête des petits ravins dans les terrains cristallins ou conglomératiques ; on les trouve également en amas de cailloux anguleux et de blocs monogéniques accumulés sur les versants ou au pied des escarpements calcaires ou dolomitiques du Jurassique. Il s'agit souvent d'éléments fragmentés sous l'influence des variations thermiques et du gel quaternaire.

X. **Dépôts anthropiques (terrils, remblais, dépotoirs, digues).** 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 100 m 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 de la Ganière et de la Cèze.

Les mines métalliques fournirent également des déblais d'exploitation. Des remblais pour voie de chemin de fer ou élaboration de digues, ainsi que les dépôts de décharges contrôlées de rejets industriels ou domestiques ont également été représentés.

## PHÉNOMÈNES GÉOLOGIQUES

### MÉTAMORPHISME DES TERRAINS ANTÉ-STÉPHANIENS

#### Le métamorphisme régional

La foliation régionale se conforme partout et dans tous les niveaux de la colonne lithologique à la stratification. La continuité microstructurale indi-

que qu'elle est manifestement construite par un épisode unique de recristallisation, remarque qui ne s'applique pas à la zone des « micaschistes tigrés » où la paragenèse de rétomorphose calque son orientation sur la foliation antérieure, tandis que le support cristallin de celle-ci, désarticulé, ruiné, est un repère dont témoignent encore les faisceaux de cristaux basculés et plissés, pris dans la nouvelle construction. Partout ailleurs, à travers la série, les associations minéralogiques tissant la foliation principale appartiennent au même épisode de métamorphisme et en expriment les éventuelles variations. Ce sont :

– quartz + chlorite + muscovite + albite dans  ${}^5\chi\xi$  et dans  ${}^3\xi$ , avec en plus biotite + clinozoïsite ou biotite + clinozoïsite + épidote + trémolite-actinote, respectivement dans les horizons  $\zeta A$  et  $B^2$  (l'Apié et Feljas) plus riches en Ca, Fe, Mg ;

– quartz + muscovite + biotite + chlorite + albite dans  ${}^2\chi\xi$  auxquels s'ajoutent encore clinozoïsite, épidote, trémolite-actinote dans le gneiss de la Plaisse. La paragenèse trémolite-actinote + plagioclase  $An_{30}$  + clinozoïsite + épidote + biotite + sphène appartient aux amphibolites  $\delta$  ;

– microcline + quartz + biotite + muscovite + chlorite + albite dans  ${}^1\zeta$  (les gneiss de Bonnevaux de la série cévenole).

Les paragenèses sont latéralement constantes dans chacun des faisceaux lithologiques. Elles se placent dans le champ de métamorphisme de degré faible. L'intensité du métamorphisme va croissante cependant vers la base de la colonne lithostratigraphique (apparition de la biotite dans les formations quartzo-phyllitiques  $\chi\xi$  au chimisme comparable ; développement du plagioclase  $An_{30}$  en milieu basique).

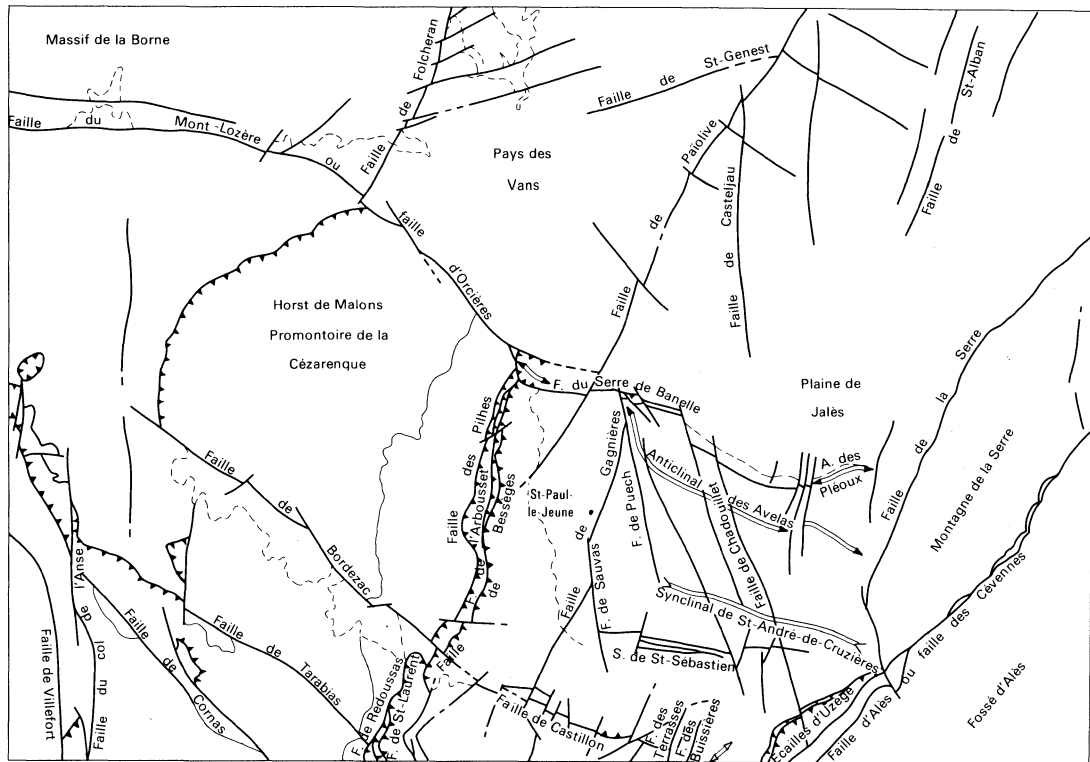
Les restes d'une première cristallisation orientée sont conservés dans des lames plates prises dans la foliation régionale. Ils sont faits de cristaux plus fins de muscovite et de chlorite (probablement minéralogiquement réajustés par le métamorphisme paroxismal), orientés et composant une foliation tranchée par les feuilletts encaissants et souvent microplissés. En l'absence de figures de superposition de plis, d'ornementations troublant l'architecture régulière du pli majeur, on admettra que cette foliation dispersée n'est sans doute que la manifestation initiale du réaménagement cristallin, continu pendant la déformation associée et qui s'achève par la foliation régionale au stade final de développement des plis majeurs isoclinaux.

## **Le métamorphisme de contact**






Le granite de la Borne est entouré d'un halo de métamorphisme thermique. La cordiérite s'écarte peu du contact tandis que l'andalousite se rencontre jusqu'à quelques centaines de mètres du granite. Au-delà, il n'est plus indiqué que par des lamelles trapues de biotite, obliques sur la foliation.

## *GÉOLOGIE STRUCTURALE* (fig. 9)

La feuille Bessèges couvre un territoire situé à un croisement structural : les alignements cévenols (longitudinaux) qui s'étendent régulièrement plus au Nord (feuilles Largentière et Aubenas et Ouest de la feuille Privas) sont perturbés par des accidents transversaux, surtout N 140° (en moyenne)



**Fig. 9**  
**Schéma structural**

-  Limite inférieur du Houiller autochtone
-  Limite inférieur du Trias
-  Anticlinal
-  Synclinal
-  Chevauchement

qu'ils recoupent. Il en résulte que la région est essentiellement structurée autour du promontoire de la Cézarenque, allongé NW-SE et qui forme une apophyse du domaine cévenol décalant nettement les bandes d'affleurement des terrains mésozoïques. L'organisation morpho-tectonique découpe le secteur en une mosaïque délimitée par des accidents sub-perpendiculaires : cévenols (N 010-030) et pyrénéo-provençaux ou vellaves (N 110-140) compliqués par les directions regordanes (N 150-160) et varisques (N 050-070).

### **Le Haut-Pays : Cézarenque et Bas-Vivaraïs. La tectonique anté-stéphanienne.**

#### **La déformation**

B. Gèze (1949) plaçait les gneiss de Bonnevaux  $\zeta$  au cœur d'un anticlinal déversé vers l'Ouest et le Nord-Ouest. Ce dispositif est confirmé :

● par les analogies offertes par les formations limitrophes opposées, toutes deux quartzo-phyllitiques et répétant en ordre symétrique des horizons très particularisés :

- amphibolite du Chassezac  $\delta$  et quartzite d'Hiverne à l'Ouest  $q^3$  ;
- amphibolite du Tourrel et quartzite de Matrimas à l'Est ;

● par des repères de polarité, ponctuels mais significatifs pour la suite lithologique qui les présente :

- le quartzite d'Hiverne, au col de l'Ance, est de polarité inversée (base indiquée par de petits gravillons) dans la suite occidentale, sous-jacente au gneiss ;
- dans la suite orientale, sus-jacente, la polarité du quartzite de Peyremale  $q^1$  est normale (grano-classement décrit par Lapadu-Hargues, 1967).

L'anticlinal majeur ainsi jalonné par le gneiss de Bonnevaux traverse la feuille Bessèges, ligne de cœur à peu près NNE-SSW, et se poursuit largement au Nord et au Sud sur les feuilles limitrophes (Largentière et Alès). Les racines du gneiss dessinent à l'Est une écharpe principale à plongement de 30 à 40° E à SE. Dans la partie méridionale de la feuille, le gneiss se développe largement vers l'Ouest, couché en flanc inverse, et de cet élargissement s'échappe en zone frontale, vers le Nord, une seconde écharpe, grêle cette fois, traçant une synforme qui a pu être confondue avec la tête plongeante du pli principal (Pellet, 1960).

A partir d'un profil général Est-Ouest, on note que la surface de décollement de la base du noyau de gneiss tranche les composants en flanc inverse de son enveloppe, indication que l'anticlinal couché était déjà voûté selon une flexion franche lors du décollement et de la progression du noyau gneissique. La déformation ondulante s'est poursuivie après l'immobilisation de ce noyau, enregistrée maintenant par la surface de chevauchement (et la masse chevauchante) en voûte médiane et synforme frontale qui n'est plus, pour l'avancée du noyau de gneiss, qu'une tête plongeante apparente.

Le modelage tectonique des formes de dimension cartographique dans le substratum métamorphique de la feuille Bessèges, a juste construit cet anticlinal, l'anticlinal de la Cézarenque, rapidement faussé par la voussure plongeant son édification.

D'une manière générale, les failles qui rompent ces mêmes terrains sont essentiellement post-stéphaniennes (Pellet, 1972). Cependant, l'accident régional majeur, la faille subméridienne de Villefort, au jeu plusieurs fois repris, serait pour son mouvement essentiel, stéphanienn, mais postérieur à la mise en place du granite du Lozère—Borne. La composante principale est un coulissage senestre assez bien figuré par le décalage de l'horizon de gneiss de l'Apié ( $\zeta A$ ), voisin de 12 km, entre les segments de Pont-du-Rastel et de Ponteils. La composante verticale abaissant le compartiment oriental est relativement faible (l'éloignement des blocs de granite, Lozère et Borne, et des segments de gneiss de l'Apié, associés dans chacun des compartiments, est très comparable).

L'écaillage enregistré par les répétitions de l'horizon de gneiss du Feljas ( $\zeta B_2$ ), à l'Ouest de Ponteils est lié au décrochement de la faille de Villefort. Il désigne le compartiment mobile (absence d'écaillage dans le compartiment occidental). Lui sont associées des fractures de tension où se sont concentrées les minéralisations en tungstène (scheelite) des Mares-Nidaucelle (Brouder, 1980).

### Les linéations.

Manifestations répétées mais plus discrètes de la déformation, elles sont de deux types essentiels :

● **Les linéations minéralogiques**, diffuses dans les formations quartzophyllitiques, constantes et nettes dans le gneiss de Bonnevaux. Ce sont des alignements de cristaux de biotite dans la foliation  $S_1$ , des étirements d'objets polycristallins antémétamorphiques (amygdales, amandes de quartz). Les premiers témoignent de l'âge synmétamorphique de la déformation enregistrée par les seconds. Ces linéations minéralogiques et morphologiques sont strictement conformes à l'orientation du cœur gneissique de l'anticlinal régional. On en tire deux enseignements :

- le pli majeur est synmétamorphique ;
- l'axe du plissement est matérialisé par la linéation associée.

● **Des microplis millimétriques** répétés en crénelures. Ils déforment la surface de foliation  $S_1$  et sont post-métamorphiques. Ils se répartissent en 4 faisceaux directionnels, réseaux individualisant probablement chacun un épisode, ou stade, de déformation. Les réseaux de crénelures sont discontinus, ils se distribuent en plages plus ou moins étendues, chacun colonisant cependant tout le domaine métamorphique. Si certains panneaux échappent au microplissement, ailleurs des interférences de directions construisent des grilles de linéations composées de 2, parfois 3, réseaux de crénelures.

### Le pays houiller (fig. 10)

Les terrains houillers appartiennent à la cuvette de Bessèges, partie septentrionale du bassin limnique des Cévennes qui s'est développé comme un bassin d'extrémité en extension entre la faille de Villefort animée par un décrochement sénestre de la faille d'Alès \* jouant en distension de blocage

\* La dénomination « faille des Cévennes » sera préférentiellement utilisée pour désigner l'ensemble du linéament cévenol s'alignant depuis Alès jusqu'à Privas et dévié par des accidents varisques à hauteur de Vallon-Pont-d'Arc.



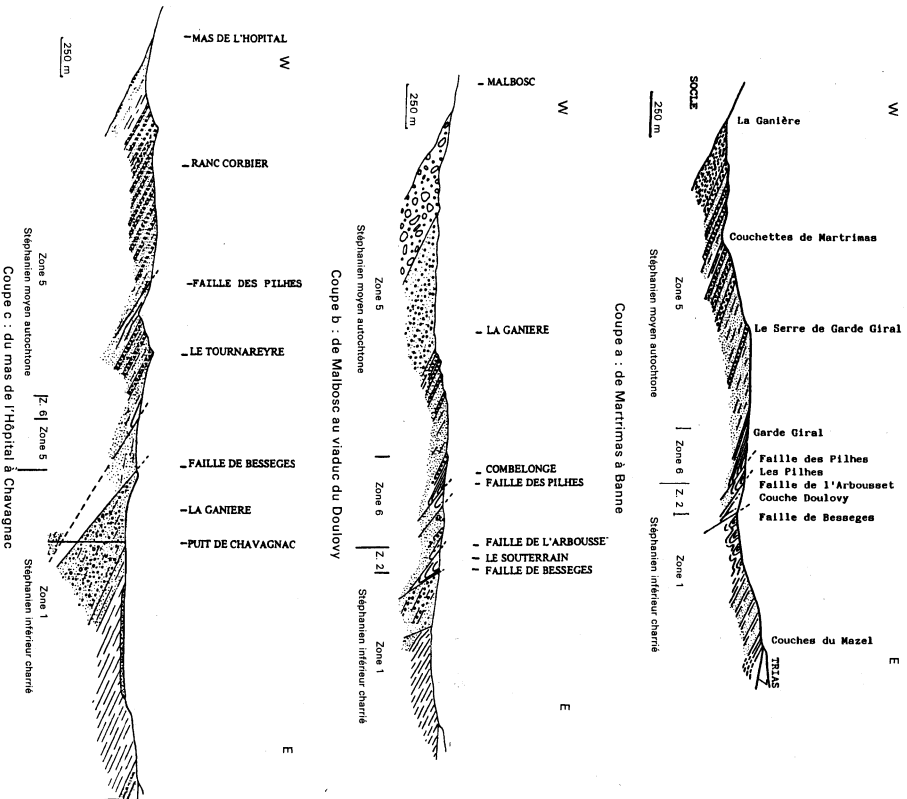


Fig. 10 - Coupe E-W de la cuvette de Bessèges (d'après I. Frère, 1984)

du système, par suite d'un changement de direction des contraintes à la fin du Carbonifère, provoque le charriage du Stéphanien inférieur sur le Stéphanien moyen par l'intermédiaire de l'accident de l'Arbousset et de ses satellites. Ces déformations exagèrent des accidents synsédimentaires (Courel).

Lors du paroxysme des phases hercyniennes majeures s'est produit la sur-  
rection du massif du Rouvergue, horst du socle d'axe sensiblement Nord-  
Sud, qui a déterminé les dépressions de La Grand'Combe et dans la partie  
orientale, des cuvettes de Bessèges et d'Alès dans lesquelles se sont accumu-  
lés les sédiments stéphanien.

Postérieure au Stéphanien et antérieure aux premiers dépôts du Trias, donc imputable à la phase saalienne, la tectonique hercynienne tardive 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'ESE en WNW, 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 de Bessèges, 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 (fig. 11) :

- 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, et 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 témoignent les îlots résiduels d'Olympie et de Vern.

Dans la cuvette de Bessèges, trois grands accidents inverses ou chevauchants qui se suivent du Nord au Sud, se succèdent d'Ouest en Est :

● **La faille des Pilhes** : le rejet de cet accident, au Nord, peut être estimé à 150 m ; le pendage observé est de 30° E ; son tracé débute au Nord dans la région de Garde-Giral, il se poursuit vers le Sud en marquant les limites supérieures du faisceau des Cros et de Combelongue. Au Sud de la Ganière, son passage est marqué par une très forte discordance des conglomérats charriés sur les conglomérats autochtones, en particulier sur le flanc sud du Ranc Corbier. Sa trace se perd ensuite sous l'agglomération de Bessèges pour réapparaître près de Rochessadoule et finalement se confondre avec la faille de l'Arbousset près du Martinet.

● **La faille de l'Arbousset** : elle marque le chevauchement des terrains de la zone 2 du Stéphaniens inférieur sur les terrains du Stéphaniens moyen ; son pendage est de l'ordre de 40° E. Au Nord, son tracé se sépare de celui de la faille de Bessèges dans la région des Pilhes, il se poursuit près du Mas de l'Oume pour finalement se confondre à nouveau avec celui de la faille de Bessèges dans la vallée de la Ganière.

● **La faille de Bessèges** : le stérile de Gagnières (h5a<sup>1</sup>) chevauche par son intermédiaire, soit les terrains du Stéphaniens moyen (h5b), soit ceux de la zone 2 (h5a<sup>2</sup>). Le pendage observé dans les anciens travaux de la mine du souterrain est de 55° E ; plus au Sud, au puits de Chavagnac, son pendage est de 40° E.

### Le promontoire de la Cézarenque

C'est un horst bordé par deux grands accidents, dont le tracé général a une direction moyenne N 100 à N 140, déviés par de nombreux relais et décrochements qui leur donnent une allure apparemment courbe.

Au Nord, la faille d'Orcières (appelée encore faille du Mas de l'Ayre ou faille du Mont-Lozère) est affectée d'un rejet à regard Nord dépassant 700 m au pied du Serre de la Barre qui domine la vallée du Chassezac. Au Sud, la haute vallée de la Cèze suit la faille de Bordezac dont le regard Sud atteint plus de 450 m entre Aujac et Mourèdes. Des accidents parallèles abaissent encore plus le horst vers le Sud (faille de Tarabias).

Les rejets diminuent considérablement vers le Sud-Est de sorte que l'influence du horst s'atténue, d'autant plus qu'il est intercepté par des failles cévenoles (faille de Païolive, faille de la Ganière) qui l'abaissent vers l'Est.

Cette structure, bien marquée dans le relief actuel, a déjà joué de façon comparable dès le Trias. Sa direction sécante, par rapport à la bordure vivaro-cévenole, détermine l'arrêt brutal vers le Sud de la bande régulière des terrains triasiques et jurassiques, développée entre Aubenas et Les Vans.

## **Le pays de Saint-Paul-le-Jeune et la Cruzière**

Il est marqué par l'héritage d'une tectonique synsédimentaire très active provoquant le découpage d'une mosaïque initiale (interférences entre les failles cévenoles et provenço-vellaves, responsables de la différenciation d'ombilics de sédimentation) qui sera ensuite affectée par quatre grandes phases de déformations :

**Fin du Crétacé – début de l'Éocène supérieur.** Les contraintes pyrénéo-cévenoles affectent le secteur en venant butter contre le promontoire de la Cézarenque. La couverture prend l'allure d'une structure en éventail légèrement et localement chevauchante tant vers le Nord (plis de la Bannelle, retombée de l'anticlinal des Avelas ; replis de la vallée des Sensils entre les Bories et Cheyrès ; anticlinal des Pléoux) que vers le Sud. La faille de Castillon est localement inverse et le monoclinale de Courry chevauche vers le Sud. Ces compressions favorisent le jeu décrochant des accidents cévenols (senestres) et régordans (dextres).

**Fin de l'Éocène et Oligocène.** Une distension générale affecte le secteur ; elle est cartographiquement bien marquée à proximité du fossé d'Alès.

**Néogène.** Le fait marquant est une compression alpine de direction E-W à ENE-SSW. Elle provoque le jeu inverse des accidents satellites de la faille d'Alès (écaillés d'Uzège ; voir aussi feuille Alès), l'apparition de quelques plis d'axe cévenol (plis de Dieusse) et le rejet décrochant les accidents transverses (régordans et vellaves) ; l'âge exact est difficile à préciser.

**Déformations plio-quatérnaires** (néotectonique). Elles se marquent surtout par des rejeux des accidents cévenols (déplacements senestres et dextres bien observables sur certains miroirs de faille).

## **Le pays des Vans et la plaine de Jalès**

C'est la terminaison d'une bande monoclinale (SSW-NNE) allongée depuis le col de l'Escrinet jusqu'aux Vans, dictée par la direction dominante des couches et par la présence de grandes failles cévenoles (Folcheran-Planzolles-Païolive). Ces dernières ont eu un jeu diversifié au cours du temps : distension normale (Trias) puis antithétique (du Rhétien au Bathonien). Au Tertiaire, elles ont surtout joué en décrochement senestre (Éocène supérieur – Oligocène, puis Plio-Quaternaire). Elles sont alors conjuguées avec des accidents vellaves ou régordans de faible rejet horizontal ; ils sont très nombreux et leur résultante n'est pas négligeable (plateaux de Devès et de la Ramade-de-Casteljau, plateaux de Ventalon, et, probablement, plaine de Jalès où les accidents sont difficiles à suivre dans les affleurements marneux du Valanginien). La géométrie d'ensemble des accidents mineurs et des diaclases vient de faire l'objet d'une étude par Vergely et Zadeh-Kabir, (1988).

La morphologie est dominée par des cuestas, exagérées par le tracé de certaines failles directionnelles (vallée du Salindre).

## La Montagne de la Serre

C'est un ensemble massif, aligné suivant la direction cévenole et séparant la plaine de Jalès de la partie septentrionale du fossé d'Alès. Vers l'Ouest, elle est bordée par une importante faille directe (faille de la Serre) notablement inclinée. La structure d'ensemble est celle d'un bloc monoclinale incliné vers le Sud-Est mais découpé par de nombreux accidents mineurs témoignant de compressions tardives.

### Le fossé d'Alès

Seule, la partie médiane est représentée sur la feuille Bessèges. La faille bordière ouest (faille d'Alès) est compliquée par des accidents plus inclinés, à jeu direct, qui délimitent une série de compartiments urgoniens qui se succèdent depuis le Sud de Saint-André-de-Cruzières jusqu'à Bessas. Des décrochements tardifs compliquent aussi le tracé de cette bordure.

## OCCUPATION DU SOL

### SOLS, VÉGÉTATIONS ET CULTURES

Les diverses unités géologiques, associées aux zones climatiques sont les principaux facteurs de la formation des sols et du développement de la végétation naturelle et des cultures.

Il y a superposition entre les diverses divisions, qu'elles soient géologiques, géographiques ou climatiques ; les différentes unités étant disposées en larges bandes orientées SW-NE.

Du Nord-Ouest au Sud-Est, on observe une décroissance de l'altitude (Truc du Samblonnet : 993 m, Fontcouverte : 130 m) et de la pluviométrie (1 500 à 800 mm/an), naissance des isothermes (8 à 13 °C) et du caractère méditerranéen. Ainsi se succèdent les diverses unités : Cévennes cristallines et terrains houillers, bordure cévenole calcaire, plaine marneuse oligocène, recoupées par les vallées alluviales caillouteuses du Chassezac et de la Cèze.

### Cévennes cristallines

Les formations géologiques siliceuses des Cévennes (gneiss, micaschistes, Houiller et Trias) évoluent par lessivage vers des sols bruns acides et lithosols dominants. Les séries de végétation s'organisent en fonction de l'altitude.

Au-dessus de 800 m se développe la série du hêtre (*Fagus silvatica*) qui se développe dans l'étage montagnard dans les conditions moyennes d'humidité et se présente en taillis plus ou moins dégradés ; en sous-bois : nombreuses fougères.

Entre 800 et 700 m apparaît la série du chêne sessile ou rouvre (*Quercus sessiflora*). Les bois sont très peu étendus, le rouvre étant souvent remplacé par le châtaignier et parfois mêlé au hêtre.

Le domaine étagé entre 700 et 300 m d'altitude correspond à la série acido-phile 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, fougère-aigle, *Cistrus salviaefolius*, *Tencrium scorodoria*, *Jasione montana*. 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.

Au Nord-Ouest de Bessèges, sur les grès et schistes du Houiller du massif de Gagnières apparaît la série du pin Laricio de Salzmann (*Pinus salzmanni*). Ce pin a régressé depuis l'introduction à la fin du siècle dernier du pin maritime qui a pris une très large extension et constitue de vastes pinèdes, malheureusement trop souvent dévastées par les incendies.

A côté du châtaignier, longtemps ressource essentielle de l'alimentation locale, les surfaces cultivables très réduites et de mode artisanal produisent fourrage et pomme de terre ; en altitude moyenne, sur les versants bien exposés, l'exploitation en terrasses de la vigne et des 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 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 150 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, stahéline, *Dorycnium suffruticosum*, thym et plus rarement romarin. Sur les sols calcaréo-siliceux du Lias apparaissent l'arbousier, la bruyère à balais, le ciste à feuille de sauge et, sur les sommets, le châtaignier. Plusieurs 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 marneuse de Bessas**

Elle appartient au bassin d'effondrement oligocène situé à l'Est de la faille des Cévennes, qui s'étend jusqu'à Alès ; son altitude varie entre 210 et 130 m ; c'est dans cette zone que se trouve concentré l'essentiel des cultures de la région.

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

## **Vallées alluviales**

Le long des cours d'eau des Cévennes (Chassezac, Cèze, Luech et Ganière), 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. cinerea*) 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 EXPLOITATION**

## *HYDROGÉOLOGIE*

### **Eaux de surface**

Les eaux de surface se répartissent en deux bassins versants principaux dont la ligne de partage suit la diagonale NW-SE de la carte avec :

- au Nord, le bassin du Chassezac et l'extrémité de l'aval de la Baume qui rejoignent séparément l'Ardèche, affluent du Rhône ;
- au Sud, le bassin du cours supérieur de la Cèze qui se jette directement dans le Rhône plus en aval.

Leurs affluents principaux sont :

- pour le Chassezac : le Salindres en rive gauche et le Granzon en rive droite ;
- pour la Cèze : l'Homol et le Luech en rive droite ; la Ganière en rive gauche. La Claysse qui draine la cuvette de Saint-André-de-Cruzières puis la bordure nord du fossé d'Alès rejoint la Cèze à Rochegude hors des limites de la feuille.

Du fait d'une part, de la situation exclusive de la partie amont de ces deux bassins développés sur les formations cristallines et métamorphiques du versant oriental des Cévennes et, d'autre part, du caractère typiquement méditerranéen du climat marqué par des précipitations brutales et irrégulièrement réparties, le régime des écoulements de surface est également très irrégulier. Il est torrentiel au débouché des zones montagneuses, avec de très grandes variations saisonnières, annuelles et interannuelles. En secteur



aval pour la Ganière, la Claysse, le Granzon, le Chassezac et la Baume tributaires de parcours en zones calcaires karstifiées, l'écoulement aérien disparaît dès le début des périodes d'étiage qui peuvent s'étendre d'avril à septembre.

Les pluies qui atteignent sur les versants cévenols des intensités pouvant dépasser plusieurs centaines de millimètres en 24 heures sont à l'origine de crues catastrophiques (1958, 1976 et 1980). Les débits du Chassezac et de la Cèze dépassent alors plusieurs milliers de m<sup>3</sup>/s. On s'est efforcé d'y remédier par l'édification des grands barrages d'écrêtement de Sénéchas sur la Cèze, de Malarce et de Villefort sur le Chassezac. Ces crues se produisent en général de septembre à mars, les plus fortes ayant lieu en octobre.

### **Eaux souterraines**

Le régime des eaux souterraines est également marqué par les irrégularités climatiques, particulièrement sensibles dans les calcaires et dans les alluvions. Ces deux réservoirs aquifères assurent la majeure partie de la consommation actuelle des populations et de l'agriculture concentrées dans les vallées et les plaines.

### **Pays schisteux et gneissique**

En secteurs de schistes métamorphiques et de gneiss, à l'exclusion des couloirs alluviaux étroits et discontinus, on note des ressources le plus souvent limitées mais qui suffisent à l'exécution de petits captages pour alimenter les très nombreux hameaux dispersés dans les reliefs cévenols à l'Ouest des Vans et de Bessèges. Dans ces types de formations les zones les plus favorables sont associées à la couverture altérée ou arénisée qui surmonte les horizons fissurés et fracturés. Les eaux issues de ces horizons et celles contenues dans les alluvions voisines sont toujours très peu minéralisées (moins de 50 ou de 100 mg/l) et le plus souvent agressives. Certains niveaux aquifères sont liés aux lambeaux de glissement (Folcheran).

### **Carbonifère et Trias : les pseudo-karsts**

Le Carbonifère bien développé au Nord de Bessèges et le Trias qui s'étend largement au Nord des Vans comprennent des horizons schisteux et détritiques intercalés de marnes sulfatées assez peu favorables à la présence d'eau. Quelques sources sont liées à l'infiltration dans les grès supérieurs et dans la formation de la Croix Blanche ; l'eau circule dans les fissures des dolomies triasiques et des sources peuvent jalonner leur contact avec les argilites sous-jacentes.

Certains phénomènes pseudo-karstiques associés à la tectonique et à l'érosion ont donné naissance, par enfoncement du réseau superficiel, à des galeries de faibles dimensions. Celles-ci sont rarement concrétionnées, marquées toutefois par des sources pérennes dont les débits sont de 0,1 l/s à l'étiage à 30 ou 50 l/s en crue, captées par les particuliers et certains villages : galeries de 10 à 2000 m de long, du Vignal, de Champmajour, de Font Champetier dans les secteurs de Payzac, de Saint-Paul-le-Jeune et de Gagnières (Vinet, 1977).

## Aquifères calcaires

Ils sont présents dans deux formations de la série géologique.

● **Dans le Jurassique supérieur**, les calcaires allant de l'Oxfordien supérieur au Tithonique et se poursuivant au Berriasien sont très karstifiés en surface et présentent d'importantes circulations souterraines.

On peut subdiviser cet ensemble calcaire en trois unités hydrogéologiques indépendantes :

— *le karst de Saint-André-de-Cruzières* d'une superficie voisine de 40 km<sup>2</sup> compris entre la Montagne d'Uzège au Sud-Est, l'anticlinal des Avelas au Nord et le monoclin de Courry au Sud. Les eaux issues des grès triasiques affleurant entre Saint-Paul-le-Jeune et Gagnières transitent par un réseau souterrain extrêmement développé : la *Grotte de la Cocalière* appartenant à ce système présente à elle seule un développement de plus de 30 kilomètres de galeries. Les phénomènes karstiques superficiels (avens, dolines, pertes, vallées sèches) y sont très nombreux, interdisant tout écoulement superficiel (ruisseaux de Rieusset et de Carle, *Goule de Sauvas*). L'écoulement souterrain et aérien réapparaissent à la source pérenne du *Moulin de Brahic*, dans l'axe de la cuvette, au contact Berriasien calcaire — Valanginien marneux. Cette résurgence, captée pour l'AEP de Saint-André-de-Cruzières a un débit qui passe de 9 m<sup>3</sup>/s en crues à moins de 100 l/s à l'étiage (source de la Claysse). Lorsque le réseau est en charge, de nombreuses autres résurgences ou émergences temporaires apparaissent en secteur amont : peyraou de Chazelle, peyraou de Chadouillet, résurgences de Peyrejal, de la Cotepatière et de la Batroune dans la cuvette de Saint-André ; peyraou des Rouveyrols ou Peyrol, Baume des Bouchets, sources de la Sarrasine et des Astrats sur le versant nord de l'anticlinal des Avelas barré par la faille d'Orcières ;

— *le karst des Vans* qui regroupe avec la Bannelle au Sud et le bois de Païolive à l'Est, les formations calcaires comprises entre la faille d'Orcières au Sud et le Chassezac au Nord pour une superficie de l'ordre de 21 km<sup>2</sup>. En bordure de cette unité sont isolés deux petits karsts, le Gras de Naves (0,5 km<sup>2</sup>) au NW et des Avelas (0,3 km<sup>2</sup>) au SE, d'où sont issues la *Font de Champclos* et la *Sauzède* (0 à 80 l/s). Une vallée sèche fossile à galets désagrégés du Pliocène parcourt ce karst depuis Naves jusqu'à Berrias (Fv). Dans sa partie sud, le Granzon localement encaissé de plus de 40 m est le siège de *pertes en zone amont* à écoulement souterrain pérenne (3 l/s en étiage) qui réapparaît à la *Fontaine du Vedel* (1,5 l/s à plusieurs m<sup>3</sup>/s en crues). D'autres émergences à faibles débits apparaissent en aval, (*Fontaine de Boissin*, *Dragonnère de Banne*) induisant un écoulement aérien pérenne jusqu'au Saut du Bardon et indiquant une karstification peu évoluée vers la plaine de Berrias.

A l'Est de la faille de Païolive, le calcaire du Jurassique supérieur est entaillé par les gorges du Chassezac sur 50 à 120 m de profondeur avec pour principale résurgence (rive droite) la source d'*Endieu* (0,05 à plusieurs m<sup>3</sup>/s) en amont des gorges.

Le secteur lapiazé de la Bannelle avec des écoulements souterrains pérennes (3 l/s dans la grotte des Combes) et les pertes du Granzon participent à l'alimentation des sources de *la Lauze* (Trou de Nicolas, les Roux 4 à 10 l/s) et de la *Fontaine de Bure* (7 l/s à 2 m<sup>3</sup>/s) qui représente l'émergence principale de ce karst en bordure nord de la plaine de Berrias.

— *le karst de Saint-Alban* se développe depuis la vallée de la Baume au Nord jusqu'à celle du Chassezac au Sud sur 40 km<sup>2</sup>. Du fait du léger pendage vers le Sud-Est des séries calcaires, les eaux superficielles temporaires et les eaux souterraines sont dirigées vers la rive gauche du Chassezac. La karstification très évoluée en surface disparaît en profondeur (ruisseau de Fontgraze). Dans la zone ouest (karst de Coudon), on note les émergences temporaires de *Malbos*, des *Tritons* et du *Teron*. Dans la zone centrale, les émergences principales sont celles de *Bourbouillet* (41/s en étiage) et de l'*Espéluche* avec des débits de crue pouvant aller de 2 à 4,5 m<sup>3</sup>/s. La karstification est moins marquée vers l'Est et vers le Sud où les émergences temporaires sont liées au karst précédent. Les sources pérennes de *Chamrousset* et de *Saint-Alban* (20 et 100 l/s en étiage) seraient des résurgences du Chassezac qui se perd en amont de Maison-Neuve (Trou de Saint-Victor et sous-écoulement alluvial).

● **Dans le Barrémien**, les calcaires de faciès urgonien souvent massifs, quelquefois crayeux ou bréchiques mais toujours fissurés forment un karst isolé et perché d'une superficie de 12,5 km<sup>2</sup> : le karst de la Serre. Allongé selon la direction 30° N, il repose sur les marno-calcaires imperméables de l'Hauterivien supérieur. Il est limité à l'Ouest par la faille normale de Sampzon avec à son contact les émergences pérennes de la *Fontrive* et de *Régourdet* (8 et 5 l/s en étiage).

Le morcellement des aquifères et la situation souvent perchée des niveaux karstiques impliquent une absence à peu près totale de réserves. Les possibilités de zones noyées sont limitées à la bordure immédiate de la plaine de Berrias et, sous réserve de confirmation, à la structure synclinale de Saint-André-de-Cruzières qui représente un secteur karstique beaucoup plus évolué.

### **Aquifères alluviaux**

Les formations alluviales qui possèdent en général de très bonnes caractéristiques de porosité et de perméabilité (10<sup>-2</sup> à 10<sup>-3</sup> m/s) présentent une extension limitée en secteurs de socle et sont absentes ou non aquifères à la traversée des calcaires (vallées sèches). Les seuls prélèvements allant de quelques m<sup>3</sup>/h à plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/h s'effectuent entre Gravières et Chassagnes, puis entre Mazet et Saint-Alban, dans les alluvions de Chassezac (syndicat AEP des Vans, du Jalès, de Saint-Alban). L'eau de surface du Chassezac relevée par pompage à la station de Mazet est utilisée pour l'irrigation de la plaine de Beaulieu-Berrias.

### **Qualité des eaux. Protection**

En fonction des bassins versants amont constitués de terrains imperméables, les eaux superficielles et souterraines sont très peu minéralisées (20 à 100 mg/l) ; elles ont un pH acide (5,6 à 6,6). Celles issues des formations triasiques présentent un faciès bicarbonaté calcique et sont sensiblement plus minéralisées (100 à 300 mg/l), elles sont localement sulfatées calciques et beaucoup plus chargées (plus de 600 mg/l), l'ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> pouvant alors servir de traceur naturel à l'entrée dans les karsts.

Les eaux des karsts jurassiques et urgonien sont bicarbonatées calciques ; elles présentent une résistivité moyenne de 2 000 ohms/cm (300 à 400 mg/l). Provenant de zones plus vulnérables aux contaminations, même si leur minéralisation est en général acceptable pour la consommation, un traitement bactériologique doit être préconisé (crues bactériennes et pollutions saisonnières liées à la grande fréquentation touristique).

En secteur alluvial, la sensibilité est moindre, par suite de la filtration naturelle des graviers et sables. Les captages situés à l'aval des agglomérations et des industries (la Cèze à partir de Bessèges) ou à proximité des zones de culture intensive (plaines du Chassezac) doivent être davantage surveillés et protégés.

### *RESSOURCES MINÉRALES*

L'inventaire des ressources minières de la région représentée sur la feuille Bessèges est important, mais reconnu depuis longtemps ; tous ces gisements sont épuisés, ou furent l'objet d'exploitations épisodiques, suivant l'évolution des techniques et des conditions économiques. A l'heure actuelle, toutes les exploitations des gîtes métalliques comme celle des charbonnages sont abandonnées, et seule l'extraction des calcaires bitumineux à Saint-Jean-de-Maruejols (feuille Alès) reste active.

Les différents gîtes minéraux répertoriés sont présentés avec leurs principales caractéristiques dans les tableaux suivants.

GÎTES ET INDICES MINÉRAUX

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Le Pechadou	1X.4001	Plomb Zinc	Quartz Blende Galène	Champ filonien	Schiste à séricite	Petits travaux d'exploitation dépilages
La Rouvière Les Issards	1X.4002	Plomb Zinc	Quartz Barytine Galène argentifère Blende Chalcopyrite	Champ filonien	Schiste à séricite et granite	Concession du Chassezac a produit de 1887 à 1891, 2 424 t de galène scheidée, de 1900 à 1908 28 000 t de minerai brut, de 09/1929 à 04/1931, 2 500 t de minerai de plomb et zinc. 12 galeries sur 300 m de dénivelé : 3 140 m.
Vallat de Chalondres	1X.4003	Plomb Zinc	Galène Blende Pyrite Quartz Barytine	Filon D = 80 à 155°	Schiste à séricite	1 travers-banc de recherche.
Mas de l'Ayre	1X.4004	Plomb Zinc	Galène argentifère Blende Quartz Barytine	Couche et filon	Grès Arkose	2 plateaux sédimentaires séparés par la faille Bayard-Vézolles. Extraction de 300 t de plomb. Minerai à 10 % de plomb. Campagne de sondages en 1949.
Nidaussel Les Mares	1X.4005	Tungstène Arsenic	Scheelite Mispickel Galène	Stratiforme	Gneiss à zoïsité	Petits travaux miniers, sondages.
Les Balmelles	1X.4006	Barytine	Barytine Galène Chalcopyrite Malachite Azurite	Filon Puissance : 1 à 3 mètres	Micaschiste	2 galeries, 1 téléphérique. Production 1960 : 2 000 t de baryte.

GÎTES ET INDICES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Les Avols	1X.4007	Arsenic	Mispickel aurifère Quartz	Filon	Schiste des Cévennes	
Louviers Filon des Anciens	1X.4008	Plomb Zinc	Galène argentifère Blende Chalcopyrite Quartz	Filons	Micaschiste Schiste	Concession du Chassezac, travaux et production commun avec la Rouvière. Terminaison de ce gîte.
Le Teroud Le Teroud	1X.4009	Tungstène Plomb	Scheelite Mispickel Galène	Filon	Gneiss à zoïsite	
Pigère et Mazel	2X.4001	Charbon	Anthracite Pyrite	Couches	Grès Schiste	Système de Pigère : 5 couches soit 10 m de charbon, système de Mazel : 4 couches. Ancienne exploitation.
Murjas - Brahic Rivière Ganière	2X.4002	Or	Or natif	Placer	Sable Gravier	
Les Angligeos	2X.4003	Antimoine	Stibine	Filon	Gneiss à deux micas	
Thinette	2X.4004	Plomb	Quartz Galène	Filon	Schiste des Cévennes	
Chamborigaud Pont de Rastel 2	5X.4001	Or	Or natif Ilménite Magnétite	Placer	Sable Gravier	
Chamborigaud Pont de Rastel	5X.4002	Mispickel	Mispickel aurifère Pyrite Blende	Filons (2) Direction 67 et 63°	Quartzite feldspathique à épidote	Exploité dans 2 petites mines : plusieurs étages et quelques centaines de mètres de galeries. Teneur 12 à 18 g/t.

GÎTES ET INDICES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Stibine Galène Marcasite			
Hiverne La Poujade	5X.4003	Barytine Plomb	Barytine Galène Pyrite	Filon Direction : 70°	Micaschiste feldspathique	Exploité pour le plomb avant 1939. Une galerie de 100 m env. halde.
Le Brouzet	5X.4004	Arsenic	Mispickel aurifère Pyrite Marcasite	Filon Faille Direction : 125°	Gneiss Grès Arkose	Une galerie longue d'une dizaine de mètres.
L'Hermet	5X.4005	Arsenic Plomb	Mispickel Pyrite Galène Blende	Stockwerk	Gneiss à deux micas	1 courte galerie de reconnaissance.
Tarabias	5X.4006	Barytine	Barytine Oxyde de fer	Stratiforme	Grès arkosique Calcaires gréseux	Affleurement d'une couche barytique de petite dimension.
Chamborigaud Les Bories	5X.4007	Arsenic Anti-moine Tungstène	Mispickel Stibine Pyrite Stibiconite Ankérinite Scorodite Blende	Champ filonien	Quartzite feldspathique Micaschiste Gneiss à épidote	7 galeries et trois filons affleurent. Nombreuses tranchées en 1942-44.
Le Peulin	5X.4008	Arsenic Barytine	Mispickel Pyrite Chalcopyrite	Stockwerk	Gneiss	

*GÎTES ET INDICES MINÉRAUX (suite)*

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Cuivre-gris Galène Blende Bournonite Barytine			
Cornas	5X.4009	Barytine	Barytine Quartz Oxyde de fer	Filon Direction : 90°	Gneiss	Affleurement filonien de barytine presque pure. Largeur 0,8 mètre.
Chamboredon	5X.4010	Barytine	Barytine Galène	Filonnets	Gneiss	Filonnets dans une zone broyée. Recherche par tranchées.
Tavernoles	5X.4011	Barytine	Barytine Quartz Mispickel Pyrite Marcasite Chalcopyrite Cuivre gris Blende Galène Bournonite	Stockwerk	Gneiss	Bande de 1 500 x 300 m de large lardée de nombreux filonnets particulièrement visibles dans une carrière au bord de la RN 106 à 1 km environ avant le hameau de Tavernoles.
La Brèche	5X.4012	Arsenic Plomb Zinc	Quartz Mispickel Pyrite Galène argentifère Blende Oxyde de fer	Stockwerk	Mylonite	Une galerie de reconnaissance, la teneur en argent de la galène serait de 200 à 350 g aux 100 kg de plomb.



GÎTES ET INDICES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Cornas Planas Pourcharesse	5X.4013	Char- bon	Houille	Couche	Grès Schiste	7 couches soit 10 m de charbon.
L'Appetit	5X.4014	Fer	Sidérite Oxyde de fer	Amas Couche	Grès Schiste	Lentille stratiforme dans le Stéphaniens.
La Loubatière	6X.4001	Or	Or natif Zircon Ilménite Magnétite	Placer	Gravier Sable	
Le Bulidor	6X.4002	Or	Or natif Ilménite Magnétite	Placer	Sable Gravier	
Mourède S.E.	6X.4003	Bary- tine Plomb	Quartz Barytine Galène Oxyde de fer	Filon	Contact socle Trias	Chapeau de fer de 1 mètre de puissance. 1 galerie aurait été foncée.
Peyremale	6X.4004	Anti- moine Plomb	Quartz Stibiconite Galène Semseyite Pyrite Blende	Stockwerk	Gneiss broyé Micaschiste Mylonite	4 galeries de 20 à 160 m. En 1906 la production fut de 40 t de minerai. Titrant 5 à 8 % d'antimoine. Production totale : 3 t d'antimoine métal.
Le Bulidor	6X.4005	Au Arsenic	Bourbonite Or natif Mispickel aurifère Quartz	Disséminé	Conglomérat Poudingue	390 m de traçage, travers-banc, descenderie, 2 couches sont minéralisées.

*GÎTES ET INDICES MINÉRAUX (suite)*

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Pyrite Anatase			
Fraissinet	6X.4006	Anti-moine	Stibine Zinckenite Plagionite Pyrite Marcasite Blende Stibiconite Anglésite	Filons (11) Direction : 90 à 140°	Micaschiste Gneiss Brèche tectonique	11 galeries : 1 000 mètres. 2 puits : 200 mètres. La galerie n° 10 murée sert de réservoir d'eau. La production totale est de 1 000 t d'antimoine métal.
Bordezac 1	6X.4007	Barytine	Quartz Barytine Pyrite Galène Blende	Filons (2) Direction : 100 à 140°	Grès Schiste Gneiss	Petits grattages.
Bordezac 3	6X.4008	Barytine	Barytine Galène Semseyite	Couche	Shale Dolomie	Une couche, 8 mètres, de barytine dans un lambeau triasique.
Gagnières	6X.4009	Or	Or natif Magnétite Ilménite Zircon	Placer	Sable Gravier	
Malbosquet Pialet	6X.4010	Anti-moine	Quartz Sidérite Stibine Zinckénite	Filon Direction : 120°	Gneiss broyé Brèche tectonique	3 galeries, l'une de 64 mètres en allongement dans le filon, 1 puits, défilage. Production : 40 t de minerai à 12-15 % d'antimoine et 100 t de tout venant à 3-4 % d'antimoine.

GÎTES ET INDICES MINÉRAUX (suite)

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
			Pyrite Valentinite			
Loubatou Draye Nord et Sud Mulet - Les Tours Combe l'Église Mathieu - Le Pont	6X.4011	Or	Or natif Mispickel aurifère Quartz	Disséminé	Conglomérat de base du Carbonifère	8 galeries totalisant 760 mètres, en partie visibles. Teneurs voisines de 3 g/t.
Mourède S-0	6X.4012	Barytine Plomb	Barytine Semseyite Galène	Stratiforme	Grès arkosique Argilite	Couche suivie sur 300 m de long avec une épaisseur de 3 à 5 m. Tranchées.
Cote de Long Travers	6X.4013	Fer	Oxyde de fer	Couche	Grès Argile	Exploitation importante vers 1850. 2 couches de 1,5 à 10 m d'épaisseur.
Foussignargues	6X.4014	Zinc	Blende Oxyde de zinc	Amas	Dolomie hettan- gienne	Grattages.
Granges 1	6X.4015	Fer	Hématite	Stratiforme	Grès Argile	Lentille stratiforme.
Granges 2	6X.4016	Zinc	Blende Oxyde de zinc Galène	Amas	Dolomie hettan- gienne	Simple indice.
Auzas	6X.4017	Barytine Fer	Barytine Oxyde de fer	Filon (2)	Grès, Gneiss Micaschiste	

*GÎTES ET INDICES MINÉRAUX (suite)*

Nom du gîte	Indice de classement national	Substance	Minéraux	Forme du gîte	Roche encaissante	Remarques
Bordezac 2	6X.4018	Fer	Goethite Sidérite Oxyde de fer Oxyde de manganèse	Stratiforme	Shale Grès	Galeries remblayées. Exploitation très active dans le courant du 19 <sup>e</sup> siècle, production annuelle de l'ordre de 6 à 7 000 t. Gîte considéré comme épuisé.
Viaduc - Gagnières Lavernède - Thomas - Sirodo	6X.4019	Char- bon		Couche	Grès Schiste	Ancienne exploitation, puits d'extraction. Concessions des Salles et du Martinet de Gagnières.
Pierre-Morte	7X.4001	Fer	Oligiste Hématite	Stratiforme	Marne Calcaire	Exploitation de deux couches de 0,8 à 2 mètres d'épaisseur.
Les Avelas	7X.4002	Fer	Hématite Oxyde de fer	Stratiforme	Toarcien Marne	Une couche de minerai à 20 %, siliceux, anciens travaux.
La Bildoire	7X.4003	Zinc	Calamine Blende Galène Oxyde de plomb Oxyde de zinc	Amas	Calcaire Dolomie	Production de 30 t de zinc.
Courry	7X.4004	Fer	Oxyde de fer	Amas	Trias Argile, Grès	Concession de Travers et Cote de Long.
Fontcouverte	8X.4001	Bitume Lignite		Couche	Sannoisien Calcaire	Des sondages en 1904 et 1966 ont montrés la présence de lignite et de bitume. Extension du gîte de Saint-Jean-de-Maruejols, feuille d'Alès.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### *DESCRIPTION DES SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES*

Le stratotype du Berriasien situé le long du thalweg où coule le Graveyron est constitué par une vingtaine de mètres de calcaires argileux gris où toutes les zones et sous-zones d'ammonites de l'étage peuvent être reconnues.

Plusieurs guides ou comptes-rendus d'excursions donnent des descriptions d'autres sites géologiques remarquables ou d'itinéraires sur le territoire de la feuille Bessèges ; nous citerons à ce titre les publications suivantes :

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

BUSNARDO R. *et al.* (1977) – Livret-guide de l'excursion Ardèche. 13-15 mai 1977. Groupe français du Crétacé. Dép. Sc. de la Terre, univ. Claude Bernard, Lyon.

### *COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES*

Lors de la parution de cette édition, seulement une douzaine de sondages avaient été effectués sur le territoire représenté sur la feuille Bessèges. Ils sont répertoriés et les principales données conservées par le Service géologique national au titre de l'article 131 du Code minier. La localisation de l'implantation de ces sondages est indiquée sur la carte et seuls figurent dans la liste suivante ceux jugés dignes d'intérêt et dont les résultats ne sont pas confidentiels. Pour leur présentation, ils sont classés par ordre de numéro d'archivage au Service géologique national. Cet indice de classement comporte outre le numéro 888, indicatif de la feuille Bessèges, un premier chiffre de 1 à 8 qui correspond au huitième de feuille de l'IGN 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 IGN où sont portés ces sondages, ainsi que la documentation correspondante, sont consultables soit au siège du Service géologique régional Rhône-Alpes à Lyon, soit à celui du Languedoc-Roussillon à Montpellier, selon qu'il s'agit de sondages situés à l'intérieur des limites administratives des départements de l'Ardèche ou du Gard.

Les principaux maîtres d'œuvre des forages sont : les Houillères du Bassin des Cévennes, la Société des Mines d'Asphalte du Centre, la Compagnie d'Exploration Pétrolière et la Direction départementale de l'Équipement.

N° d'archivage S.G.N.	Indicatif d'origine	Coordonnées Lambert		Coupes résumées (481 : profondeur en m du mur de l'horizon traversé; 482 : profondeur finale du forage)
		X	Y	
5-203	HBC 14	733,19	221,62	Stéphanien : 481 ; micaschiste : 482.
6-203	Gagnières	741,16	227,34	Alluvions : 1,5 ; Stéphanien (Feljas) : 55.
6-210	HBC 35	741,26	223,00	Trias : 97 ; Stéphanien : 376.
6-211	HBC 37	741,21	223,63	Stéphanien inférieur (Gagnières) : 380 ; zone broyée ; Stéphanien moyen (Feljas) : 100 g.
6-212	-	740,80	222,52	Alluvions : 5 ; Hettangien : 6.
6-213	Senéchas	736,53	225,72	Gneiss : 45.
7-100	St. A. de Cruzières	750,15	228,15	Voir coupe en marge de la carte
8-201	S5	757,65	222,15	Oligocène : 126. (7,5 m d'asphalte à 112 m)
8-202	Avejan F2	757,82	222,06	Oligocène : 145. (1 m d'asphalte à 64 m)
8-203	Fontcou- verte F9	757,59	221,90	Oligocène : 145. (1 m de lignite à 7 m ; 1 m d'asphalte à 53 m et 105 m)
8-204	S7	758,00	222,07	Oligocène : 237. (0,7 m de lignite à 51 m ; 6,8 m d'asphalte à 79 m)

### BIBLIOGRAPHIE

ATROPS F. (1982) — La sous-famille des *Ataxioceratinae* (*Ammonitina*) dans le kimméridgien inférieur du Sud-Est de la France. Systématique, évolution, chrono-stratigraphie des genres *Orthosphinctes* et *Ataxioceras*. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 83, 463 p., 64 fig., 54 tabl., 45 pl.

ATROPS F. (1984) — Bordure cévenole : bordure ardéchoise et Languedoc méditerranéen. Kimméridgien—Tithonique. *Mém. BRGM*, Orléans, 125, p. 248-250, fig. 5.24 et 5.25.

ATROPS F., FERRY S. (1987) — Les glissements sous-marins kimméridgiens du bassin subalpin, témoins possibles de variations eustatiques négatives. *Géol. alpine*, Grenoble, Mém., h.s., n° 13, p. 179-185, 3 fig.

AUBAGUE M. et al. (1978) — Les gîtes minéraux de la terminaison méridionale du Massif central et de sa bordure languedocienne. *Bull. BRGM*, 2° série, n° 3.

BALAZUC J. (1955) — Inventaire des grottes du Bas-Vivarais. *Bibl. univ. de Lyon*.

BÉRARD P. (1968) — Hydrogéologie du synclinal de Saint-André-de-Cruzières (Ardèche). DEA, fac. des Sc. Montpellier (inédit).

BERGER G. (1978) — in J. ARENE, G. BERGER, H. GRAS, J.L. POITEVIN et C. SAUVEL. Notice géologique de la feuille Alès à 1/50 000 (XXVIII-40). BRGM, Orléans, 58 p.

BERTRAND P. (1900) — Études sur les bassins houillers. Bassin houiller du Gard. *Ann. des Mines*, 5<sup>e</sup> livre.

BERTRAND P. (1920) — Succession normale des flores houillères dans le bassin houiller du Gard. *C.R. Acad. Sc.*, t. 70, p. 331-333.

BOISSIN J.P. (1975) — Carte hydrogéologique des Cévennes et du Bas-Vivarais et de la vallée du Rhône entre Pont-Saint-Esprit et la Voulte (1/200 000, Atlas, CERH, Montpellier).

BOUROZ A. (1968) — Corrélations entre quelques bassins du Massif central par le moyen des niveaux cinéritiques. *C.R. Acad. Sc.*, 268 (D), p. 2219-2222.

BOUROZ A., CAILLÈRE S., GRAS H. (1969) — Cinérites et gores du bassin stéphanien des Cévennes. Roche d'altération des matériels cinéritiques. *Ann. Soc. géol. Nord, Fr.*, 89, n° 3, p. 227-239.

BOUROZ A., SPEARS D.A., ARBEY F. (1983) — Essai de synthèse des données acquises sur la genèse et l'évolution des marqueurs pétrographiques dans les bassins houillers. *Mém. Soc. géol. Nord*, t. XVI, 114 p., 12 fig., 10 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.*, (7), V, pp. 828-834.

BROUDER P. (1964) — Niveaux repères dans la série métamorphique des Cévennes centrales (Massif central français). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), VI, pp. 699-703.

BROUDER P. (1973) — Documents sur la limite cambrien-antécambrien dans les Cévennes. Les gneiss de Peyroles. *C.R. Acad. Sc.*, série D, t. 276, pp. 2617-2619.

BROUDER P. (1977) — Notice feuille géologique à 1/50 000 Meyrueis.

BROUDER P. (1980) — Concentrations de scheelite liées aux strates dans le Sud du Massif central. District cévenol. In Glaçon J. *et al.* Action concertée : valorisation des ressources du sous-sol. Décision d'aide 767 0022 (inédit).

BRUN P. de, VEDEL L. (1919) — Étude géologique et paléontologique des environs de St-Ambroix (Gard). Première partie (Houiller, Trias, Infralias). *Bull. Soc. Ét. Sc. Nat. Nimes*, t. XXXVIII-XLI, 220 p., 3 pl., 19 fig.

BRUN P. de (1926) — Étude géologique et paléontologique des environs de Saint-Ambroix (Gard). Deuxième partie (Lias inférieur et moyen). *Bull. Soc. Ét. Sc. Nat. Nimes*, t. XLII-XLV, 134 p., 2 fig., 4 pl.

BRUN P. de (1932) — Étude géologique et paléontologique des environs de St-Ambroix (Gard). Troisième partie (Lias supérieur). *Bull. Soc. Ét. Sc. Nat. Nimes*, t. XLVI-XLVII, 84 p., V pl., 1 fig. h.t.

BRUN P. de (1935) — Étude géologique et paléontologique des environs de St-Ambroix (Gard). Quatrième partie Bajocien-Bathonien. *Bull. Soc. Sc. Litt. Alès*, t. XLVII, 107 p., IV pl.

BUCLEZ J. (1953) — Campagne de recherche par sondages entrepris en 1946 pour le bassin des Cévennes. *Revue Ind. min.*, t. 34, p. 761-773.

BUSNARDO R., COMBÉMOREL R., COTILLON P., DONZE P., FERRY S., LAFARGE D., LE HEGARAT G., RENAUD B., RENAULT P., SIGNOLLES C. — Livret guide de l'escursion Ardèche. Groupe français du Crétacé, 76 p.

BUSNARDO R., LE HEGARAT G., MAGNÉ J. (1965) — Le stratotype du Berrassien *in* Colloque sur le Crétacé inférieur, Lyon, 1963. *Mém. BRGM*, Paris, n° 34, p. 5-33, 3 fig., 6 tabl.

CAPOLINI J. (1946) — Étude morphodynamique de la Cèze. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, fac. Lettres, univ. Strasbourg.

CAYEUX L. (1898) — Notice de la feuille Alais de la carte géologique de la France à 1/80 000 (1<sup>re</sup> édition). Serv. Carte géol. France, Paris.

CAYEUX L. (1922) — Les minerais de fer oolithique de France -II. Minerais de fer secondaires. *Mém. Carte géol. France, Ét. Gites min. France*, 1051 p., 63 fig., 35 pl.

CHARRIN V. (1952) — Les richesses minérales du Gard. Génie civil français. 1<sup>er</sup> fév. 1952, p. 50-53.

CHENEVOY M. (1963) — Observations préliminaires sur les « gneiss amygdalaires » et « gneiss conglomératiques » des terrains cristallophylliens du Massif central. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, pp. 346-348.

CHENEVOY M. (1968) — Les gneiss amygdalaires du Massif central français. *Revue Géol. phys. et Géol. dyn.*, vol. X, fasc. 3, pp. 177-195.

COLONGO M., ELMI S., SPY-ANDERSON F.L. (1979) — Changements dynamiques dans le comportement tectono-sédimentaire d'un secteur de la marge cévenole au passage Trias-Jurassique. 7<sup>e</sup> Réun. ann. Sci. Terre, Lyon, Soc. géol. France, Paris, p. 122.

COTILLON P., BUSNARDO R. (1984) — Dynamique sédimentaire sur la marge cévenole au Crétacé *in* Colloque national : Programme Géologie profonde de la France. Première phase d'investigation 1983-1984. Thème 11 : Subsidence et diagenèse de la bordure ardéchoise du Bassin du Sud-Est. *Docum. BRGM*, Orléans, n° 81-11, p. 23-24, 4 text. fig.

COUREL L., FRÈRE I., LAVERSANNE J. (1984) — Sédimentation continentale : des marécages houillers aux milieux confinés ; Stéphanien et Trias du S.E. du Massif central. Livret-guide excursion 5<sup>e</sup> congrès Européen de sédimentologie, 43 p., 19 fig.



COUREL L., (Coordonnateur), ADLOFF M.C., APPIA C., AUBAGUE M., BARFETY J.C., BAUD A., BOUQUET C., BUSSON G., CONTINI D., DEMATHIEU G., DOUBINGER J., DUBOIS P., DURAND M., ELMIS., FINELLE J.C., GLINTZBOECKEL C. (1984) – 2 – Trias *in* : Synthèse géologique du Sud-Est de la France, *Mém. BRGM*, Orléans, n° 125, p. 61-118, text. fig. 2.1-2.32 ; n° 126, pl. T1-T5.

DASSONVILLE G. (1963) – Contribution à la connaissance géologique de la bordure cévenole en Basse-Ardèche. Thèse d'Univ., fac. des Sc. de Lille.

DEBARD E. (1988) – Le Quaternaire du Bas-Vivarais d'après l'étude des remplissages d'avens, de poches, de grottes et d'abris sous roche. *Doc. Lab. géol. Lyon*, n° 103, 317 p., 125 fig., 13 tabl. 11 pl.

DESROUSSEAU J. (1938) – Bassins houillers et lignifères de la France. Imp. Nat. Paris.

DONZE P. (1958) – Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de « la fosse vocontienne ». *Trav. Lab. géol. Fac. Sci. Lyon*, N.S., n° 3, 221 p., 32 fig., pl. I-VI.

DROMART G. (1986) – Faciès grumeleux, noduleux et cryptalgaires des marges jurassiques de la téthys nord-occidentale et de l'Atlantique central : genèse, paléo-environnements et géodynamique associée. Thèse doctorat, univ. Claude Bernard, Lyon, 154 p., fig. A-G et 1-82, 2 vol.

DROMART G., ELMIS. (1986) – Développement de structures cryptalgaires en domaine pélagique au cours de l'ouverture des bassins jurassiques (Atlantique central, Téthys occidentale). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, sér. II, t. 303, p. 311-316, 1 pl.

DROMART G., ATROPS F. (1988) – Valeur stratigraphique des biomicro-faciès pélagiques dans le Jurassique supérieur de la Téthys occidentale. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 306, sér. II, p. 1365-1371, 1 pl.

DUMAS E. (1875-77) – Statistiques géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard.

ELMIS. (1963) – Les *Hammatoceratinae* (*Ammonitina*) dans le Dogger inférieur du bassin rhodanien. *Trav. Lab. géol. Lyon*, N.S., n° 10, 144 p., 35 fig., XI pl.

ELMIS., MOUTERDE R. (1965) – Le Lias inférieur et moyen entre Aubenas et Privas (Ardèche). *Trav. Lab. Géol. Lyon*, 1 sér., n° 12, p. 146-246, 31 fig., 6 tabl., X pl.

ELMIS. (1967) – Notice explicative de la feuille Alès (n° 209 ; 3<sup>e</sup> éd.) de la carte géologique de la France à 1/80 000. Serv. Carte géol., Paris, p. 2-116 (Mésozoïque).

ELMIS. (1967) – Le Lias supérieur et le Jurassique moyen de l'Ardèche. *Doc. Lab. Fac. Sc. Lyon*, n° 19, fasc. 1-3, 845 p., 206 fig., 17 pl.

ELMI S. (1971) — Les zones d'ammonites dans la série Bajocien supérieur - Callovien de l'Oranie (Ouest algérien). *Bull. Soc. géol. France*, Paris, sér. 7, t. XIII, p. 28-37, 1 fig.

ELMI S. (1975) — Notice géologique de la feuille Largentière à 1/50 000 (XXVIII-38) (Jurassique). B.R.G.M., Orléans, p. 10-14.

ELMI S. (1980) — Jurassique de la bordure ardéchoise du Massif central français *in* P.C. de Graciansky et M. Lemoine : Paléomarge de la Téthys dans les Alpes occidentales : du Massif central français aux ophiolites liguro-piémontaises. *Géol. alpine*, Grenoble, p. 126-129, 4 fig.

ELMI S. (1983) — La structure du sud-est de la France : une approche à partir de la bordure vivaro-cévenole du Massif central. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, sér. II, t. 296, p. 1615-1620, 2 fig.

ELMI S. (1984) — Tectonique et sédimentation jurassique *in* : Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. BRGM*, Orléans, n° 125, p. 166-175, fig. 3.38-3.45.

ELMI S. (1984) — Bordure vivaro-cévenole *in* : Synthèse géologique du Sud-Est de la France. *Mém. BRGM*, Orléans, n° 125, p. 143-146, fig. 3-22 et 3-23 et p. 207-211, fig. 4.27 à 4.30.

ELMI S. (1984) — Le Mésozoïque de la marge cévenole : nouveaux repères biostratigraphiques, dynamique sédimentaire et diagenèse. Synthèse *in* Colloque national : Programme Géologie profonde de la France. Première phase d'investigation 1983-1984. Thème 11 - Subsidence et diagenèse de la bordure ardéchoise du bassin du Sud-Est. *Docum. BRGM*, Orléans, n° 81 - 11, p. XI-XXVI, 16 text. fig.

ELMI S., DROMART G., GALIEN F., TALBI D. (1984) — Les contrôles de la structuration précoce de la bordure vivaro-cévenole (Hettangien à Oxfordien) *in* Colloque national : Programme Géologie profonde de la France. Première phase d'investigation 1983-1984. Thème 11 - Subsidence et diagenèse de la bordure ardéchoise du bassin du Sud-Est. *Docum. BRGM*, Orléans, n° 81-11, p. 1-22, 9 text. fig.

ELMI S. (Coordonnateur) et al (1985) — Évolution et dynamique de la marge ardéchoise pendant le Mésozoïque. Programme Géologie Profonde de la France. Deuxième phase d'investigation 1984-1985. Thème 11. Subsidence et diagenèse (Ardèche). *Docum. BRGM*, Orléans, n° 95-11, p. 13-50, 17 fig.

ELMI S. (1987) — Cartes paléogéographiques. Trias supérieur (formation bariolée d'Ucel) à Callovien moyen *in* Subsidence et diagenèse de la marge ardéchoise du bassin du Sud-Est. Programme « Géologie Profonde de la France » GPF 3. *Docum. BRGM*, Orléans, n° 123, p. 26-55, fig. 8-20.

ELMI S., DROMART G. (1987) — Cartes paléogéographiques. Callovien supérieur à Tithonique *in* Subsidence et diagenèse de la marge ardéchoise

du bassin du Sud-Est. Programme « Géologie Profonde de la France » GPF 3. *Docum. BRGM*, Orléans, n° 123, p. 56-63, fig. 21-24.

ELMI S. (1989) — Stages in evolution of late Triassic and Jurassic platforms : the example from the Western Margin of the Subalpine Basin (Ardèche, France). *Soc. Econom. Petrol. Mineral.*, spec. publ., Intern. Assoc. Sedim., 48 p., 29 fig. (sous presse).

FABRE G. (1894) — Stratigraphie des petits Causses entre Gévaudan et Vivarais. *Bull. Soc. géol. France*, sér. 3, t. XXI, p. 640-674, 7 fig., pl. XXI-XXIII.

FEIST-CASTEL M. (1971) — Sur les charophytes fossiles du bassin tertiaire d'Alès (Gard). *Geobios*, vol. 4, fasc. 3, p. 157-172.

FINELLE J.C. (1981) — Contribution à l'étude du Trias de la bordure sous-cévenole ; stratigraphie sédimentologie. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, univ. Dijon, 241 p., 70 fig., 4 pl., XII tabl.

FREDET J.M. (1987) — Tectonique et sédimentation en domaine continental : évolution du bassin paléogène d'Alès (Gard). Thèse doctorat, univ. Claude Bernard, Lyon I, 250 p., 85 fig., 1 carte.

FRÈRE I. (1984) — Le bassin stéphanien des Cévennes (Gard). Dynamique du remplissage, place du charbon, cinérites. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, univ. de Dijon, 172 p.

GÈZE B. (1949) — Étude géologique de la Montagne Noire et des Cévennes méridionales. *Mém. Soc. géol. Fr.*, nouv. sér., t. XXIV, n° 62, 215 p.

GRAND'EURY C. (1890) — Géologie et paléontologie du bassin houiller du Gard. Saint-Étienne. impr., Théolier, 354 p., 22 pl., 1 carte.

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.*, 268, (D), n° 19, p. 2319-2332, 2 fig.

GRAS H. (1970) — Étude géologique détaillée du bassin houiller des Cévennes (Massif central français), 305 p., 125 fig., 4 tabl., 6 pl., 4 ann (inédit).

GRAS H. (1970) — Contribution à l'étude géologique du bassin houiller des Cévennes. *Bull. BRGM*, (2), 1, 4, p. 7-31, 13 fig.

GRAS H. (1971) — Synthèse stratigraphique du bassin 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 (bordure sud-est du Massif central français). *C.R. Acad. Sc.*, t. 272, (D), p. 3005-3008, 1 fig.

HAMET J., ALLÈGRE C. (1973) — Datation  $^{87}\text{Rb}$ - $^{87}\text{Sr}$  du massif granitique du Mendic et des porphyroïdes à l'Est de la Montagne Noire. Un exemple de relations entre pluton et volcans. *Contr. Mineral. Petrol.*, 38, pp. 291-298.

HAMET J., MATTAUER M. (1977) — Age hercynien, déterminé par la méthode  $^{87}\text{Rb}$ - $^{87}\text{Sr}$ , du granite de l'Aigoual. Conséquences structurales. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 80-84.

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.

HORON O. (1963) — Carte des gisements de fer en France et notice.

LAPADU-HARGUES P. (1948) — La faille de la Borne et ses minéralisations, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5<sup>e</sup> série, t. XVIII, p. 37-50.

LAPADU-HARGUES P. (1967) — Note sur le quartzite de Peyremale (Gard) dans la série métamorphique de la Cézarenque (Massif central français). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 158.

LAUNAY L. de — Traité de métallogénie, gîtes minéraux et métallifères. t. III, p. 738, t. I, p. 756.

LEDOUX (1868) — Les gisements de fer de l'Ardèche.

LE HEGARAT G, REMANE J. (1968) — Tithonique supérieur et Berriasien de la bordure cévenole. Corrélation des ammonites et des calpionelles. *Géobios*, Lyon, n° 1, p. 7-70, 16 tabl., 10 pl.

LE HEGARAT G. (1973) — Le Berriasien du Sud-Est de la France. Thèse, univ. C. Bernard, Lyon, n° 149, 2 fasc., 576 p., 70 fig., 55 pl., 32 tabl.

LÉVEQUE M.H., LANCELOT J.R. (1986) — Mise en évidence de témoins orthogneissiques cadomiens dans le Sud du Massif central. 11<sup>e</sup> RAST, Clermont-Ferrand, Soc. géol. France, p. 113.

LIVET G. (1943) — Sur le terrain houiller du Gard. *Bull. Ind. Minér. Fr.*, n° 472-479, pp. 117-601.

LIVET G. (1943) — Bassin houiller du Gard. Étude géologique. *Rev. ind. Min.*, n° 472 à 479.

LOUIS J. (1948) — Une coupe du terrain houiller du Gard au Nord de Bessèges. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 5<sup>e</sup> sér., t. 18, pp. 223-224.

LOUIS J. (1954) — Tectonique des bassin houillers de la bordure orientale du Massif central. Impr. Lémery et fils, Lyon, 173 p., 1 atlas, 9 pl.

MAIGROT M. — Généralités sur les exploitations de gîtes sulfurés de Lozère. *Minéraux et fossiles*, n° 46, 1978.

MALBOS J. de (1839) — Observations géologiques sur les montagnes du Vivarais. *Bull. Soc. géol. France*, (1), t. X, p. 325-340.

MANGOLD C. (1971) — Stratigraphie des étages bathonien et callovien du Jura méridional. Thèse, univ. Cl. Bernard, Lyon, n° d'ordre 718, 2 fasc., 369 p., 119 fig.

MARSAULT J.B. (1914) — Contribution à l'étude du bassin houiller du Gard. *Bull. Soc. Industr. Minér. Fr.*, (5), pp. 339-413.

MARTEL E.A. (1890) — «Les Cévennes». Delagrave, Paris.

MARTEL E.A. (1894) — «Les Abîmes». Delagrave, Paris.

MAZENOT G. (1939) — Les *Paleohoplitidae* tithoniques et berriasiens du Sud-Est de la France. *Mém. Soc. géol. France*, Paris, t. XVIII, mém. 41, 303 p., 8 fig.

MIALHE J. (1980) — Le Massif granitique de la Borne (Cévennes). Thèse 3<sup>e</sup> cycle, univ. Clermont II, 136 p.

MILLOT G. (1941) — Terminaison du bassin d'Alès et structure du bassin à lignite et schistes bitumineux de Vagnas. Dipl. Ét. Sup., Paris, 29 p.

NICOU P. (1906) — Les calcaires asphaltiques du Gard. *Ann. Mines*, 1906, t. X, p. 513-568.

OKALA J. (1966) — Hydrogéologie de la plaine de Jalès (Ardèche). Dipl. Ét. Sup., Montpellier.

PARADIS (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.

PASCAL H. (1970) — Contribution à l'étude hydrogéologique de la bordure karstique sous-cévenole. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Montpellier.

PELLET J. (1960) — Brève introduction à une nouvelle étude des séries de la Cézarenque aux environs de Génolhac (Gard). Broch. ronéo inédite, 11 p.

PELLET J. (1972) — Données lithologiques et structurales sur les terrains cristallins cévenols affectés par l'accident de Villefort. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. LXI, n° 282, 238 p.

PICTET F.J. (1867) — Études paléontologiques sur la faune à *Terebratula diphyoides* de Berrias (Ardèche). Mélanges paléontologiques. Gevry, éd., Bâle, t. 2, p. 43-130.

RECROIX F. (1981) — Étude géologique et métallogénique du bassin triasique d'Alès : sédimentologie, paléogéographie ; relations des minéralisations avec les ombilics de subsidence à évaporites et les structures positives

à séries réduites. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, univ. P. & M. Curie, Paris, n° 81-19, 214 p., 66 text. fig., 4 pl., 11 tabl. h.t., 2 coupes h.t., 1 carte h.t.

ROCHETTE J.M. (1984) – Niveaux volcaniques et minéralisations antimonières en Cévenne. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, univ. P. et M. Curie, Paris 6, 133 p.

ROGER G. (1965) – Les minéralisations de la Cézarenque et du S.E. du Mont Lozère. *Bull. BRGM*, n° 6.

ROGER G. (1969) – Étude géologique de la Cézarenque et du S.E. du Mont Lozère. *Mém. BRGM*, n° 66, 88 p.

ROGER G. (1971) – Relation entre quelques gisements filoniens et leurs terrains ; contrôle et sources de la minéralisation. Thèse doc. fac. Sc. univ. Paris.

ROMAN F., BRUN P. de (1909) – Note sur le Jurassique inférieur et moyen des environs de Saint-Ambroix (Gard). *Ann. Soc. linéenne Lyon*, t. LVI, 43 p., 2 fig.

ROMAN F. (1910) – Faune saumâtre du Sannoisien du Gard. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4<sup>e</sup> sér., t.X, p. 927, 955.

ROMAN F., BRUN P. de (1924) – Étude sur le Callovien de la vallée du Rhône. *Trav. Lab. Géol. Lyon*, Mém. 5, 128 p., 30 fig., XII pl.

ROQUES M., VACHETTE M. (1970) – Age au strontium sur roches totales des migmatites de la zone axiale de la Montagne Noire et du massif de granite du Mendic (Massif central français). *C.R. Acad. Sc.*, t. 270, sér. D, pp. 275-278.

SABOURDY G., VIALETTE Y. (1975) – Age des gneiss de Peyrolles. 3<sup>e</sup> RAST, Montpellier, Soc. géol. France, p. 331.

SAMAMA J.C. (1969) – Contribution à l'étude des gisements de type « red beds ». Étude et interprétation de la géochimie et de la métallogénie du plomb en milieu continental : cas du Trias ardéchois et du gisement de Largentière. Thèse Sc. nat. fac. Sc. Nancy, vol. 1, 116 p. et vol. 2, 146 p.

SHUAIB S.M. (1952) – Géologie de la partie méridionale des Cévennes dans le Massif central français. Clermont-Ferrand, 79 p.

SIGNOLLES C., VALLERON M.M. (1979) – Mise en évidence de Campanien continental (faciès provençal) à Salavas (Ardèche, S.E. de la France) : description, sédimentologie, paléogéographie. *Géobios*, Lyon, n° 12, fasc. 1, p. 107-112, 3 fig.

SIGNOLLES C. (1980) – Le Crétacé supérieur du Département de l'Ardèche (Sud-Est de la France) : Stratigraphie, Sédimentologie, Paléogéographie. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, univ. Claude Bernard, Lyon, 94 p., 55 fig., pl. I-V, 2 cartes h.t.

SPY-ANDERSON F.L. (1980) — La bordure vivaro-cévenole au Trias dans la région des Vans (Ardèche) : histoire tectono-sédimentaire, évolution diagenétique d'encroûtements dolomitiques de Piémont et de la plaine alluviale. Thèse doct. spéc., Lyon, inédit, 158 p., 50 fig., 6 tabl., 3 pl., 2 cartes. Lyon I, 158 p., 50 fig., 6 tabl., 3 pl., 2 cartes.

SPY-ANDERSON F.L. (1981) — Dolocrites et nodules dolomitiques, résultats de la dolomitisation directe, en milieu continental, de sédiments terrigènes de la « formation bariolée supérieure » (Keuper) de la région des Vans (Ardèche, Sud-Est de la France). *Bull. BRGM*, sér. 2, sect. I, no 3, p. 195-205, 5 fig., 1 pl.

TAUGOURDEAU LANTZ J, LACHKAR G. (1985) — Stratigraphie par les marqueurs palynologiques sur la bordure ardéchoise du bassin du Sud-Est : deuxième contribution-étude de sondages. In Programme Géologie profonde de la France. Deuxième phase d'investigations 1984-1985. GPF 2. Thème 11. Subsidence et diagenèse de la bordure ardéchoise du bassin du Sud-Est. *Docum. BRGM*, Orléans, n° 95-11, p. 149-163, 3 tabl., 3 pl.

THIRION (1934) — Les Cévennes minières, les mines et minerais de Pb, Zn, Cu, Ag des environs de Villefort (Lozère, Gard, Ardèche). *Rev. indust.*, janvier 1934.

TURC R. (1960) — Le bassin houiller du Gard. I. Mise au point des connaissances géologiques actuelles. II. Levé cartographique au Nord d'Alès. Dipl. Ét. Sup., fac. Sc. Montpellier.

VALETTE J.N. (1968) — Données sur la géologie du bassin tertiaire d'Alès (Gard). *Bull. BRGM*, 2<sup>e</sup> sér., sect. I, n° 3, p. 17-30.

VERGELY P., ZADEH-KABIR H. (1988) — Étude par photo-interprétation comparée de la région de Largentière—Les Vans (Languedoc septentrional, France) : utilisation des photographies aériennes, des images par satellites et des images radar. *Bull. Soc. géol. France*, Paris, C87, t. IV, n° 2, p. 303-314, 11 fig.

VIALETTE Y., SABOURDY G. (1977) — Age et origine des granitoïdes du Mont Lozère dans le Massif central français. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, pp. 127-129.

VIALETTE Y., SABOURDY G. (1977) — Age du granite de l'Aigoual dans le Massif des Cévennes. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, pp. 130-132.

VIÉ G. (1960) — Les filons barytiques des Balmelles. *Mines et métallurgie*. N° 5.

VINET L. (1977) — Étude de géodynamique externe du synclinal de Saint-André-de-Cruzières (Ardèche). Dipl. ét. approfondies, Lyon, inédit, 55 p. dact., 21 fig., 10 pl.

### **Cartes géologiques à 1/80 000**

Feuille *Alès* :

1<sup>re</sup> édition (1901), par G. Fabre et L. Cayeux

2<sup>e</sup> édition (1923), par P. Thiéry

3<sup>e</sup> édition (1967), par P. Lapadu-Hargues, B. Cèze, J. Fabre, J. Germa *et al.*

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

864 - *Largentière* (1974), par A. Weisbrod, J.C. Samana, S. Elmi, E. Berger

887 - *Genolhac* (1988), par J. Pellet

889 - *Bourg-Saint-Andéol* (1989), par M. Pascal *et al.*

912 - *Alès* (1978), par G.M. Berger *et al.*

### **Carte des gîtes minéraux**

Carte des gîtes minéraux de la France à 1/50 000, feuille Lyon, par Meloux (1978)

Carte des ressources minérales du Massif central à 1/1 000 000, par Embarger *et al.* (1979), BRGM

### **Carte hydrogéologique à 1/200 000 (Atlas CERH Montpellier)**

Carte hydrogéologique des Cévennes et du Bas-Vivarais, par J.B. Boissin (1975)

### **Carte de la végétation à 1/200 000 (publiée par le CNRS)**

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

## *DOCUMENTS CONSULTABLES*

La Banque des données du sous-sol du BRGM 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 cités en bibliographie, peuvent être consultés au Service géologique régional Rhône-Alpes, 29, boulevard du 11 Novembre, 69600 Villeurbanne en ce qui concerne le département de l'Ardèche et au Service géologique régional Languedoc-Roussillon, 1039, rue de Pinville, 34000 Montpellier pour le département du Gard.

Les résultats de l'inventaire des sondages sont également consultables au BRGM, Maison de la géologie, 77, rue Claude Bernard, 75005 Paris.



TABLEAU DES ÉQUIVALENCES DE NOTATIONS

1/50 000 Bessèges	1/50 000 Alès	1/80 000 Alès 3 <sup>e</sup> éd.		1/80 000 1 <sup>re</sup> éd.
j9 Tithonique	j9 Tithonique (Portlandien)	j8-7 Port- landien (Thithonique)		j7 Tith. sup. j6 Tith. inf.
j7-8c Kimméridgien (partie terminale)	j8 kimméridgien sup.	j6-5		j5
j7-8b Kimméridgien (partia moy.)				
j7-8b Kimméridgien (partie inf.)	j7 Kimm. inf.	j4		
j6b Oxf. terminal	j6	j3 sup. inf.		j4 j3
j6a Oxf. sup.				
j5 oxf. moy.	j5	j2		j2
j4 Oxf. inf.				
j3c j3b j2c-3a	j3 j2b	j1 jI, jI-III jII-III		j1
j2a-b Bathonien inf. moy.				non reconnu
j1b Bajocien sup.	j1b	jIV		jIV-a
l8-j1a Toa. sup. Bj. moy.	l8-j1a	l5		jIVb
l7(8) Toarcien	l7	l4		l4
l6 Domérien	l6	l3 l3a l2b		l3c
l4-5 Carixien Siné. sup.	l5 l4			l3a-b
l3 Siné. inf.	l3	l2a		l2
l2 Hettangien	l2	l1b		l1b
l1 Hettangien basal	l1	l1a		l1a
t9 Rhétien	t10	l1		l1
ts (avec tsD)	t7-9	t3-1		
tm	t3-6	tl-III		
ti	t2	tl-IV		

## AUTEURS DE LA NOTICE

Serge ELMI, professeur à l'université Claude Bernard de Lyon I : histoire géologique (Mésozoïque et Cénozoïque), description des terrains (Trias, Jurassique), tectonique *p.p.* ; coordination.

Paul BROUDER, maître de conférences à l'université Pierre et Marie Curie de Paris VI : description des terrains (terrains métamorphiques et roches éruptives), métamorphisme, tectonique des terrains anté-stéphaniens.

Guy BERGER, ingénieur géologue au BRGM : aperçu géographique et géologique d'ensemble, histoire géologique (Paléozoïque), description des terrains (Houiller, Tertiaire, Quaternaire), tectonique *p.p.*, végétation et cultures, documents complémentaires ; coordination.

Henri GRAS, chef géologue aux Houillères du Centre-Midi : Houiller (extraits et résumés de publications antérieures).

Robert BUSNARDO, maître assistant à l'université Claude Bernard de Lyon I : description des terrains (Crétacé).

Pierre BÉRARD, ingénieur hydrogéologue au BRGM : hydrogéologie.

Christian VAUTRELLE, ingénieur au BRGM : ressources minérales.

