



## BRIGNOLES

La carte géologique à 1/50 000  
BRIGNOLES est recouverte par les coupures suivantes  
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :  
à l'ouest : AIX (N° 235)  
à l'est : DRAGUIGNAN (N° 236)

Pertuis	Tavernes	Salernes
Aix- -en-Provence	BRIGNOLES	Draguignan
Aubagne- -Marseille	Cuers	Collobrières

**CARTE  
GÉOLOGIQUE  
DE LA FRANCE  
A 1/50 000**

BUREAU DE  
RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES  
ET MINIÈRES

# BRIGNOLES

XXXIII-44

*Au coeur de la  
"Provence à bauxite"*

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Boîte postale 6009 - 45060 Orléans Cédex - France



# NOTICE EXPLICATIVE

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	2
HISTOIRE GÉOLOGIQUE .....	3
DESCRIPTION DES TERRAINS .....	5
<i>ROCHES VOLCANIQUES</i> .....	5
<i>TERRAINS PRIMAIRES</i> .....	6
<i>TERRAINS SECONDAIRES</i> .....	6
<i>TERRAINS TERTIAIRES</i> .....	14
<i>TERRAINS QUATERNAIRES</i> .....	15
DESCRIPTION DES UNITÉS TECTONIQUES .....	16
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS .....	20
<i>EAUX SOUTERRAINES</i> .....	20
<i>SUBSTANCES MINÉRALES</i> .....	21
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE .....	22
<i>SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES</i> .....	22
<i>BIBLIOGRAPHIE</i> .....	23
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i> .....	25
<i>COUPES RÉSUMÉES DES SONDAGES</i> .....	26
AUTEURS .....	30

## INTRODUCTION

La feuille Brignoles couvre des territoires qui assurent la transition entre la basse Provence occidentale et la basse Provence orientale.

Malgré une hétérogénéité résultant d'un émiettement structural très apparent, on peut y distinguer plusieurs unités orographiques et géologiques qui se répartissent de part et d'autre de l'*arc de Barjols*, aire triasique irrégulière occupant la partie centrale de la feuille, sans en atteindre la bordure sud.

● À l'Ouest de l'*arc de Barjols*, se succèdent du Nord au Sud :

- les plateaux néojurassiques de Pourrières et des Selves, s'enfonçant partiellement au Sud sous :
- la demi-cuvette néocrétacée d'Ollières, relevée à l'Ouest contre l'anticlinal d'Ollières, de direction NW—SE,
- la terminaison orientale du bassin crétacé de l'Arc, qui s'allonge à l'Ouest sur près de 80 km (cf. feuilles Aix-en-Provence et Martigues),
- le chevauchement de l'Aurélien, se prolongeant à l'Ouest par celui de l'Olympe (feuille Aix).

● À l'Est de l'*arc de Barjols*, on peut distinguer du Nord au Sud :

- la cuvette crétacée et éocène de Pontevès—Rognette,
- le massif jurassique des Bessillons,
- la cuvette jurassique de Correns,
- la terminaison orientale du synclinal néo-jurassique et néocrétacé du Val-Vins et le chevauchement du Val-Vins.

● La bordure méridionale de la feuille fait apparaître d'Ouest en Est :

- les collines jurassiques du Piégu, de Camp-Doux et du moulin de Caramy qui représentent la bordure nord-orientale du massif de la Sainte-Baume ;
- les cuvettes crétacées d'Engardin et de Camps-la-Source, bordées au Nord par les collines jurassiques de la Celle.

Au point de vue orographique, l'altitude moyenne des reliefs est d'environ 400 mètres. Les points culminants sont, au Sud-Ouest le mont Aurélien (875 m), au Nord-Ouest les plateaux de Pourrières (622 m), au Nord-Est le Gros Bessillon (813 m) et au Sud-Est le Roc du Candelon (647 m).

Les chaînons, plateaux et dépressions s'ordonnent en alignements E—W à W.NW—E.SE. Mais à cette direction classiquement « provençale » échappent l'anticlinal d'Ollières et l'*arc de Barjols*.

Le réseau hydrographique comprend un certain nombre de cours d'eau permanents tributaires de l'Argens, le principal d'entre eux. Ce sont, au Sud le Caramy, né au pied du massif d'Agnis (feuille Cuers) ; au centre le Cauron, qui prend sa source à l'Est de Nans-les-Pins (feuille Cuers) ; au Nord, l'Eau-Salée, qui représente le prolongement du ruisseau de Varages (feuille Tavernes).

L'Argens, qui prend sa source à Seillons, est surtout alimenté au départ par les ruisseaux de la Meironne et d'Ollières, et par la source karstique de Seaux.

Tous ces cours d'eau s'écoulent finalement vers l'Est. Seul l'Arc, dont ne figure sur la feuille qu'un tronçon du cours supérieur, s'écoule à l'Ouest.

## HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Des variantes très sensibles dans l'interprétation paléogéographique apparaîtront selon que l'on raisonne dans le cadre local, ou que l'on tente une intégration au schéma d'ensemble de la Provence qui implique des déplacements tangentiels de la couverture mésozoïque et paléocène de plusieurs dizaines de kilomètres.

Aussi, la reconstitution des aires sédimentaires originelles ne saurait s'appuyer sur de simples déductions tirées de leurs positions relatives, puisque leur distribution présente résulte de la tectogenèse tertiaire qui a bouleversé la paléogéographie.

*Au Trias* il est malaisé de se faire une idée de la physiographie régionale d'après les éléments dont on dispose sur la feuille. Les terrains datés de cette période ont été en effet soumis, du fait de leur constitution, à une tectonique halocinétique : ils ont ainsi beaucoup plus souffert des déformations ultérieures que tous les autres niveaux.

Les intercalations volcano-sédimentaires du Muschelkalk moyen méritent une mention spéciale car elles confirment que la Provence a connu au Trias une longue période d'extension avec volcanisme sous-marin.

*Pendant le Jurassique*, la région va être immergée en permanence et la bathymétrie pourra être assez importante. L'Hettangien paraît devoir être toutefois rattaché davantage au cycle triasique qu'au cycle jurassique. Le Lias moyen et supérieur n'est pas représenté de façon homogène en tous secteurs, ce qui est dû moins à une paléogéographie mouvante qu'aux effets des déformations tectoniques ultérieures.

Les faciès et la faune témoignent de l'installation d'une plate-forme carbonatée qui devrait s'approfondir vers le Nord et vers l'Ouest. L'augmentation de la puissance du Domérien et du Toarcien vers le Sud et le Sud-Est n'échappent pas à ce schéma ; elle est due à l'intervention locale de la subsidence. D'autre part, certaines variations de faciès à l'intérieur d'un même étage sont peut-être liées à des paléodéformations mineures. Le *hard-ground* du sommet de l'Aalénien—Bajocien inférieur pourrait être attribué à l'une d'elles.

Le Dogger correspond à une nette augmentation de la bathymétrie avec de puissants marno-calcaires à Ammonites. Au Bathonien supérieur se développent néanmoins des faciès calcaires au Nord-Est et à l'Est, en relation avec l'individualisation du haut-fond du moyen Verdon (feuille Tavernes), alors qu'à l'Ouest (en Sainte-Victoire, feuille Aix) et au Sud-Ouest dans l'Aurélien (et en Sainte-Baume, feuilles Cuers et Aubagne-Marseille) se prolonge presque partout une sédimentation marno-calcaire.

Au début du Jurassique supérieur, s'instaurent des conditions de plate-forme carbonatée de moins en moins profonde avec calcaires et dolomie. Cependant la diversité des faciès et leur distribution indiquent des conditions hydrodynamiques changeantes ; les augmentations de puissance dans certaines directions résultent d'une nette tendance à la subsidence. La puissance du Portlandien est, par exemple, multipliée par 3 lorsqu'on passe, dans l'Ouest de la feuille, de l'Aurélien aux plateaux de Pourrières. C'est une variation en sens opposé que l'on observe pour le Séquano-Kimméridgien entre ces mêmes plateaux et le secteur W.NW de Brignoles.

*L'histoire crétacée* est très largement dominée par une épéirogenèse ayant abouti pendant l'Albien supérieur—Cénomaniens inférieur à l'émersion d'une grande partie de la plate-forme carbonatée néojurassique et éocrétacée. On sait que cette période conduisant à l'émersion bauxitique est fort importante pour l'histoire de la Provence.

La feuille Brignoles comprend une portion de la surface d'érosion pré-bauxitique que l'on peut reconstituer si l'on considère, dans les feuilles voisines, les territoires ayant valeur d'autochtone relatif. D'une façon générale, le mur de la bauxite devient de plus en plus ancien vers l'Est, direction dans laquelle est aussi de plus en plus récent son toit. Ce dernier, par la nature de ses faciès, indique une transgression au Cénomalien supérieur, une régression au Turonien inférieur, une transgression à l'Angoumien et une régression au Santonien supérieur.

Ces vicissitudes préludent à l'installation du régime fluvio-lacustre dont on observe l'extension vers le Nord à la fin du Crétacé, période à partir de laquelle l'histoire de la région sera presque entièrement continentale.

À la fin du Crétacé, des mouvements mettant fin à la biostasie fuvélienne s'amorcent au Bégudien (anticlinal d'Ollières). La phase maastrichtienne (ou « dano-bégudienne ») correspond à des mouvements importants, en compression.

Il est difficile de supputer l'emplacement initial, sur la feuille Brignoles, de ces fortes flexures à regard nord qui ont dû s'ériger, comme ailleurs en Provence, au cours de cette phase préliminaire qui a modifié la répartition des aires de sédimentation et de subsidence.

*Pendant l'Éocène*, la plus grande partie du territoire est émergée et il ne subsiste que la gouttière de Rognette.

C'est vers le début du Bartonien, que se dessinent les structures majeures de la région, avec déplacement vers le Nord de la couverture décollée sur le Trias. Mais les chevauchements ne sont pas ici aussi spectaculaires que sur les feuilles voisines (en particulier Aubagne-Marseille, Aix et Cuers). Seul le massif de l'Aurélien recouvre le bassin de l'Arc avec une flèche de plusieurs kilomètres.

Il faut d'autre part remarquer que c'est par comparaison avec la tectogenèse du reste de la Provence que l'on est conduit à placer la phase principale de déformation à la fin de l'Éocène. Le seul argument dont on dispose sur la feuille est l'attribution des Sables bleutés du synclinal de Rognette au Sparnacien. Certains auteurs, en la contestant, rajeunissent l'âge de la phase tangentielle.

Parmi les déformations visibles sur la feuille, le chevauchement de Val-Vins est le seul qui soit dirigé du Nord vers le Sud, le dernier terrain affecté étant le Bégudien. L'âge de la mise en place de cette unité reste douteuse, qu'il s'agisse d'un sous-charriage du synclinal bauxitifère sous la cuvette de Correns pendant la phase fin-éocène, ou d'un contrecoup de la première phase alpine.

Quoi qu'il en soit, le relèvement de la Provence calcaire vers l'Est, amorcé pendant l'épéirogenèse médiocrétacée, a facilité la déchirure de la couverture amincie et allégée et son éparpillement sur le Trias en unités plus ou moins indépendantes.

Cette étape de la tectogenèse provençale est marquée par la mise en place des « bandes » ou « arcs triasiques », dont on connaît des exemples sur les feuilles voisines. L'arc de Barjols correspond à ce type de structure dont la genèse est encore controversée, sans doute parce que les déformations auxquelles a donné lieu le comportement spécial du Trias ne sont pas encore bien connues en Provence. La feuille Brignoles ne fournit pas des éléments capables de faire avancer la question, en l'état actuel des recherches.

Nous mentionnerons cependant les deux hypothèses qui sont proposées pour rendre compte de la mise en place des arcs triasiques.

L'allure singulière des bandes triasiques qui découpent comme à l'emporte-pièce un bâti déjà structuré constitue un argument qui a été avancé pour étayer la première hypothèse selon laquelle certains panneaux se seraient érigés en horsts après la phase tangentielle des mouvements provençaux, puis auraient été érodés ensuite jusqu'au niveau du Trias.

Cette hypothèse se heurte à deux principales difficultés : d'une part l'allure le plus souvent sinueuse des bordures d'arcs (et c'est le cas de celui de Barjols) s'accorde mal avec une tectonique cassante ; d'autre part, on ne connaît pas de série détritique résultant de l'érosion de la couverture correspondante.

L'argument présenté dans la première hypothèse permet également de défendre la seconde hypothèse : les bandes résulteraient de déchirures de la couverture pendant la phase tangentielle, ce qui place le Trias dans une situation favorable à de nouvelles déformations pendant l'Oligocène, puisqu'il ne supporte plus aucune charge ; cette hypothèse, qui ne suppose pas l'érosion problématique d'une couverture post-triasique, rend compte également du découpage irrégulier des terrains à la périphérie des bandes.

Même s'il est certain que *pendant l'Oligocène* des déformations ont affecté les structures antérieures, l'absence quasi générale de sédiments datés rend difficile une interprétation précise des mouvements. Seulement identifiés dans l'angle sud-ouest de la feuille, des calcaires lacustres et brèches calcaireuses de faciès connus à Saint-Zacharie (feuille Aubagne-Marseille) scellent des déformations intervenues immédiatement après la phase tangentielle.

Il est enfin probable que le contact Aurélien—arc de Barjols a évolué pendant l'Oligocène en une flexure à regard nord. Cet accident se situe en effet sur une ligne de fractures qui sur plus de 40 km s'allonge W.SW—E.NE du bassin de Marseille à l'arc de Barjols.

En bordure sud de ce faisceau, on sait que l'on trouve plusieurs unités tectoniques surélevées pendant l'Oligocène (massif d'Allauch, Trias de l'Huveaune, dôme de la Lare... ; cf. Aubagne-Marseille).

*Pendant le Miocène*, la région a connu une intense pédiplanation. La surface réalisée a ensuite été entaillée par un réseau de cours d'eau s'écoulant vers le Nord ou le Nord-Est. La paléotopographie en cours d'élaboration depuis le Bartonien a ainsi permis le dépôt du Miocène continental. Les sédiments, aujourd'hui disséminés, ont dû présenter une certaine continuité, y compris sur les surfaces séparant paléotalwegs et dépressions.

L'installation d'une cuvette lacustre à l'extrémité sud-ouest de l'arc de Barjols (environs de Châteauneuf) est liée au blocage des circulations vers l'Ouest.

L'histoire miocène n'est encore en fait qu'imparfaitement connue. Des incursions de la mer alpine se sont produites comme en atteste la présence de minéraux résiduels (quartz émoussé, glaucophane, épidote) au sein des *terra rossa* pontopliocènes en voie de démantèlement sur divers vestiges de la surface d'aplanissement. Cette dernière a pu supporter, selon certains, une sédimentation marine de plate-forme au Tortonien.

La surface pré-tortonienne a été relevée à la fin du Miocène et au *Pliocène*. Ce contrecoup de la phase alpine tardi-tectonique a provoqué un rajeunissement des reliefs et modelé la topographie actuelle. Le basculement de la Provence vers le Sud est en particulier à l'origine d'une inversion des drainages.

C'est au *Ponto-Pliocène* que s'élaborent sous un climat chaud et humide les terres rouges fersiallitiques à partir d'éléments résiduels empruntés aux roches sous-jacentes.

## DESCRIPTION DES TERRAINS

### ROCHES VOLCANIQUES

β. **Ankaratrites.** Le Trias de l'extrémité sud de l'arc de Barjols est traversé par une lave néphélinique (ankaratrite) qui forme une large coulée, voûtée en anticlinal et

occupant la butte du Poulagnier, 1 km environ au Nord-Ouest de Rougiers. S. Gueirard (1954) y a distingué trois faciès : à texture grenue (type pegmatitoïde), à texture finement cristalline (type ophitique) et à texture microlitique (type fluidal). Ce dernier faciès est généralement altéré. Une datation absolue a donné un âge triasique :  $202 \pm 6$  MA (J.-C. Baubron, 1974).

## TERRAINS PRIMAIRES

r. **Permien.** Sur le territoire de la feuille Brignoles, le Permien n'est connu que dans le cœur du petit dôme de Terrubi, 3 km au Nord-Est du Val. Il y affleure sur une surface inférieure à 1 km<sup>2</sup>. Il est représenté par des pélites rouges à rares intercalations conglomératiques.

## TERRAINS SECONDAIRES

### Trias

t1-2. **Trias inférieur. Le Grès bigarré provençal** n'affleure que dans le dôme de Terrubi, où il est légèrement discordant sur le Permien. Cette formation, dont la position exacte (Trias inférieur ou Trias moyen) n'est pas bien fixée, est constituée par des grès arkosiques blancs ou rosés, à dragées de quartz et à stratification souvent entrecroisée. Son épaisseur est de l'ordre d'une dizaine de mètres.

### Muschelkalk et Lettenkohle

#### • Au Nord de l'Argens

t3-4. « **Anhydritgruppe** ». Dolomies fortement cargneulisées, souvent feuilletées, associées à des marnes dolomitiques. La puissance est de quelques dizaines de mètres.

t5. **Calcaires à intercalations marneuses.** Le Muschelkalk calcaire est constitué par 60 à 80 m de calcaires sublithographiques gris-fumée, avec des intercalations marneuses ou marno-calcaires jaunes et des lits plus ou moins dolomités. *Coenothyris vulgaris* est abondant, ainsi qu'*Encrinus liliiformis*, *Hoernesia socialis* et *Lima* sp. Sur des feuilles voisines, ce niveau a fourni *Ceratites nodosus*.

t6. « **Lettenkohle** ». **Dolomies.** Cette formation est constituée par quelques mètres de dolomies zonées, feuilletées en altération et renfermant de rares empreintes de Myophories.

#### • Au Sud de l'Argens

Contrairement à ce qui a été fait au Nord de l'Argens, on a distingué plusieurs formations dans la partie inférieure de l'étage : des niveaux carbonatés, des assises marno-évaporitiques et une formation volcano-sédimentaire. Par contre, dans la partie supérieure, on a bloqué les calcaires et les dolomies sous la même notation.

t3. **Muschelkalk inférieur. Calcaires et dolomies.** Dolomies cargneulisées bréchi-formes, surmontées par des calcaires gris-fumée, bien stratifiés, à vermiculations abondantes. L'ensemble est épais de quelques dizaines de mètres.

t4M. **Muschelkalk moyen. Marnes et évaporites.** 20 à 40 m de marnes dolomitiques blanches ou jaunes, alternant avec des niveaux gypsifères, des cargneules ou des dolomies et se terminant souvent au sommet par 3 ou 4 m de dolomie compacte de teinte brique.

t4B. **Muschelkalk moyen. Intercalations volcano-sédimentaires.** Au sommet du Muschelkalk moyen, ce sont deux niveaux de laves basaltiques relativement compactes, mais s'altérant rapidement, associés à des faciès volcano-sédimentaires à fragments de basaltes remaniés. Ils sont séparés par une assise de cargneule gris

clair ; à la base les formations sont fines, jaunes ou brunes, bien stratifiées (3 à 4 m) ; au sommet, ce sont des conglomérats grossiers à éléments volcaniques (10 à 12 m).  
t5-6. **Muschelkalk supérieur. Calcaires et dolomies.** La partie inférieure est constituée par des calcaires compacts et noduleux, avec quelques passées marneuses. Certains niveaux sont très fossilifères, avec notamment *Coenothyris vulgaris* et *Encrinurus liliiformis*. La microfaune est abondante à la base et la microflore au sommet (Calcaires à Dasycladacées).

La partie moyenne correspond aux calcaires gris-fumée dans lesquels s'intercalent irrégulièrement de fines passées de calcarénites. On y observe une alternance rythmique de calcaires argileux gris ou jaunes et de calcaires gris-fumée (Calcaires bicolores), ayant livré *Myophoria goldfussi* et *Enantiostreon subspondyloides*.

La partie supérieure, rapportée à la Lettenkohle, est à l'état de calcaires dolomitiques ou de dolomies claires, sans faune, bien stratifiés.

La complexité de la structure ne permet guère des mesures précises d'épaisseur. Dans la tranchée de chemin de fer au Nord de Boulon (J.-P. Caron, 1969), la puissance de la partie inférieure est de 16 m et celle de la partie moyenne de 14 mètres. Quant à la Lettenkohle, elle n'est visible, là, que sur 5 m, mais elle semble devoir atteindre une quinzaine de mètres.

## Keuper et Rhétien

### ● Au Nord de l'Argens

t7-9. **Keuper.** Il n'a pas été subdivisé. Il constitue un ensemble puissant de *marnes irisées*, souvent à cristaux de quartz bipyramidés, de bancs de dolomies, d'amas de cargneules. Il se termine par des alternances de dolomies blanches à débit parallélépipédique et de marnes vert-réséda, évoquant un peu le faciès de l'Hettangien.

### ● Au Sud de l'Argens

t7-9M, t7-9C. **Keuper marneux, Keuper calcaire.** Dans la partie sud de l'arc de Barjols, J.-P. Caron a pu individualiser trois unités. À la base, ce sont des argiles et marnes bariolées, à stratification confuse (t7-9M). Vient ensuite une assise de calcaire dolomitique beige (t7-9C). Au sommet apparaît un deuxième niveau d'argiles et de marnes (t7-9M) difficile à différencier du niveau inférieur quand on ne connaît pas la polarité de la série. Les niveaux marneux peuvent comporter au contact d'accidents des amas de gypse blanc, gris ou rouge, plissotés, très analogues à ceux du Muschelkalk.

L'épaisseur des calcaires est de 20 à 30 mètres. Celle des marnes est difficile à évaluer ; elle est d'ailleurs très variable pour des raisons essentiellement tectoniques.

t10. **Rhétien. Calcaires, marno-calcaires, cargneules et marnes.** Le Rhétien est constitué par quelques dizaines de mètres de calcaires sublithographiques gris-fumée, de marno-calcaires jaunes en plaquettes, de lits de fausse cargneule et de marnes esquilleuses vert-réséda. Les lumachelles à *Avicula contorta* ne sont pas rares, ainsi que les *bonebeds*. Le sommet de l'étage est constitué par des calcaires durs de couleur beige rosé ou café au lait, parfois dolomitisés, qui ont été distingués sur une partie de la feuille sous la notation t10b ; dans ces mêmes zones la partie inférieure de l'étage a été notée t10a. L'épaisseur des calcaires supérieurs ne dépasse pas quelques dizaines de mètres.

## Jurassique

jBr. **Jurassique indifférencié. Brèche tectonique.** À l'Ouest de Tourves, brèche tectonique dolomitisée, à éléments empruntés au Dogger, au Callovo-Oxfordien et au Kimméridgien.

Sur le front nord de l'Aurélien, brèches tectoniques débitées en écailles et exploitées comme marbre (mab), à éléments attribuables à différents niveaux du Jurassique supérieur et au Crétacé supérieur (en particulier le Santonien).

Ces brèches, fréquemment dolomitisées, peuvent être associées à des fragments de bauxite. Le minerai peut être aussi remanié et constituer alors le ciment de la brèche, ou de faux joints entre des blocs de grandes dimensions.

12. **Hettangien. Dolomies** claires, bien litées, à débit parallélépipédique et sans fossiles. À la partie inférieure, on note des intercalations minces de marnes dolomitiques vertes. Au sommet, on observe des *mud-cracks* sur les surfaces bien dégagées des bancs. L'épaisseur normale varie de 100 à 200 m, mais sur le front nord de l'Aurélien, elle peut être considérablement augmentée, du moins en apparence, du fait de multiples replis et duplicatures.

14-j1a. **Lias moyen et supérieur à Bajocien inférieur. Calcaires à silex.** La formation, épaisse de quelques dizaines de mètres, est constituée par des calcaires zoogènes gris à silex, souvent de teinte brune et à patine safranée, riche en fossiles silicifiés. Au Sud de Brignoles, sur la colline de Notre-Dame de l'Espérance, le Domérien a été identifié par *Modiola thiollieri*, *Chlamys textorius*, *Rhynchonella curviceps*, *Terebratula subpunctata*, *T. punctata* et *T. jauberti*.

Le Toarcien est caractérisé par *Pseudogrammoceras quadratum* et *Rhynchonella curviceps*, *Hildoceras* sp., *Haugia* sp. La partie supérieure de l'étage (Aalénien inférieur de Haug) est plus fossilifère, notamment à l'Est de Brignoles : *Dumortieria levesquei*, *D. prisca*, *D. curvata*, *D. multicostata*, *Plagiostoma hersilia*, *P. pseudovalis*, *Terebratula infraoolica*.

Le Bajocien inférieur constitue le *hard-ground* qui termine la formation avec *Ludwigia corrugata*, *Sonninia adicra*, *Coeloceras baylei*, *Modiola cuneata*, *Pecten laeviradiatus*, *Rhabdocidaris copoides*.

#### **Jurassique moyen et supérieur (parties nord, est et sud-est)**

j1b-2a. **Bajocien supérieur et Bathonien inférieur. Marno-calcaires.** Il s'agit d'une formation marno-calcaire et marneuse à empreintes de *Cancellophycus*, souvent micacée. Elle est puissante de 150 m sur le Gros Bessillon et de 200 m près de Brignoles. Les Ammonites indiquent soit le Bajocien : *Cosmoceras baculatum*, soit le Bathonien : *Grossouvreia* sp. On récolte en outre : *Entolium valauryense*, *Plagiostoma ovalis*, *Arcomya schardti*. Près du Val existent des intercalations de calcaires zoogènes.

j2bC, j2bM. **Bathonien supérieur. Calcaires, marno-calcaires.** Dans la partie orientale de la feuille, le Bathonien supérieur est représenté par des calcaires argileux jaunes, à cassure esquilleuse, atteignant 140 m sur les Bessillons et 100 m près du Val. Ils ont fourni *Oecotraustes bombordi* et *O. nodifer*.

Dans l'angle nord-ouest de la feuille, au Nord de Saint-Maximim, la formation bathonienne a été subdivisée en fonction de la lithologie ; sa majeure partie, à l'état de calcaires zoogènes clairs, a été notée j2bC. Le sommet constitué par des horizons marneux et marno-calcaires gris, a été distingué par un figuré et affecté de la notation j2bM.

j2-3. **Callovien. Calcaires sublithographiques.** Le Callovien franc est représenté par quelques mètres de calcaires sublithographiques à cassure cireuse se terminant par un *hard-ground*. Les Ammonites indiquent en général le Callovien moyen (*Calliphylloceras disputabile*, *Brichtia luceoni*, *B. suevum*, *Perisphinctes cheyensis*, *P. submutatus*, *Reineckeia anceps* sur la feuille Tavernes) ou un niveau un peu plus élevé (*Pachyceras crassum*). Il passe vers le bas à des marno-calcaires, admettant vers le haut des intercalations de marnes grises légèrement micacées, dont la base empiète certainement sur le Bathonien.

j4-5. **Oxfordien inférieur et moyen. Marnes.** L'Oxfordien inférieur est représenté par une mince couche de marnes jaunes ne dépassant pas 2 m et reposant sur un *hard-ground* ferrugineux callovien. Les fossiles, calcaires ou pyriteux, sont fréquents et indiquent l'Oxfordien supérieur (*Creniceras crenatum*, *Neolissoceras erato*, *Oppelia subcostaria*, *Peltoceras arduennense*, *Perisphinctes athletoides*, *P. sarasini*, *Sowerbyceras tortisulcatum*, *Glossothyris douvillei* sur la feuille Tavernes).

Au-dessus vient un ensemble qui se caractérise par ses alternances de calcaires sublithographiques gris et de marno-calcaires noduleux gris verdâtre riches en fossiles (*Alligaticeras regalmicense*, *Enaspidoceras oegir*, *Epipeltoceras bimmamatum*, *Ochetoceras canaliculatum*, *Perisphinctes birmensdorfensis*, *P. helenae*, *P. lucingensis*, *P. orbigny*, *P. wartae*, *Sowerbyceras protortisulcatum*, *S. tortisulcatum*, *Taramelliceras callicerum*, *Trimarginites arolicus* d'après des récoltes sur la feuille Tavernes). Une partie du Rauracien est certainement incluse dans la partie haute de la formation qui atteint de 40 à 60 mètres.

j5. **Oxfordien moyen (Argovien). Calcaires blancs ou marno-calcaires.** Dans le coin nord-est de la feuille, les marnes et les marno-calcaires disparaissent : l'Argovien passe à des calcaires blancs, caractérisés, près de Barjols, par *Perisphinctes lucingensis* et *Euaspidoceras aegir*. Ces calcaires se retrouvent, sans fossiles, sur le Gros-Bessillon et dans la cuvette de Correns.

j6-8. **Oxfordien supérieur et Kimméridgien. Calcaires sublithographiques.** Dans l'angle nord-ouest de la feuille, ces étages sont représentés par des calcaires sublithographiques de teinte café au lait, à patine claire et bien lités. D'après des récoltes sur la feuille Tavernes, les Ammonites permettent de distinguer une partie inférieure à *Perisphinctes effrenatus*, *P. hypselocyclus*, *P. janus*, *P. stenocyclus*, *Ochetoceras maranti*, et une partie supérieure à *Lissoceras* cf. *subelimum*, *Perisphinctes balderus*, *P. roubyi*. Des calcaires de même faciès mais qui n'ont pas encore livré de fossiles déterminables, se retrouvent entre Bras et Brignoles dans la partie occidentale du synclinal du Val, soit en grosses masses paraissant directement superposées au Bathonien, soit en lentilles discontinues disséminées dans les dolomies jurassiques. Au Nord de Camps, existe un liseré de ces mêmes calcaires entre le Bathonien et les calcaires marmoréens du Portlandien. Dans l'angle nord-ouest de la feuille leur épaisseur atteint de 200 à 300 mètres. À l'Ouest-Nord-Ouest de Brignoles, l'ensemble calcaréo-dolomitique rapportable au Kimméridgien dépasse 500 mètres.

j3-8. **Callovien—Kimméridgien indifférenciés. Calcaires.** Entre Seillons et Saint-Maximin, les calcaires compris entre le Portlandien et le Bathonien n'ont pas été différenciés.

j9. **Portlandien. Calcaires blancs.** Lorsque cet étage n'est pas dolomitisé, ce qui n'est pas souvent le cas sur le territoire de la feuille Brignoles, le Portlandien est à l'état de calcaires blancs marmoréens. Il s'agit la plupart du temps de lentilles ayant échappé à la dolomitisation ou de témoins au sommet de l'ensemble dolomitique décrit ci-après.

jD. **Jurassique indifférencié. Dolomies.** Le Jurassique supérieur peut être envahi plus ou moins totalement par de grosses masses de dolomies ruiniformes grises, à stratification plus ou moins nette. Dans la partie nord-ouest de la feuille, la dolomitisation peut descendre jusque dans le Bathonien, mais la plupart du temps, elle s'arrête, plus ou moins haut, au-dessus de cet étage. Des vestiges de calcaires bien conservés ou partiellement assimilés sont conservés çà et là, mais n'ont pas toujours été distingués.

**Jurassique moyen et supérieur (partie sud-ouest)**

j1b-2. **Bajocien supérieur et Bathonien. Marno-calcaires.** Au Sud de Tourves on n'a

pas distingué sur la carte le Bathonien supérieur calcaire (100 m) du Bajocien supérieur—Bathonien inférieur marneux à *Cancellophycus* (100 à 120 m). L'ensemble a été bloqué sous la même teinte avec la notation j1b-2.

Dans l'Aurélien, c'est une série plus monotone de calcaires marneux pyriteux gris-bleu, à intercalations noduleuses et à *Cancellophycus*. À l'Ouest des Puits, le sommet montre des calcaires noduleux plus durs et des lits micacés qui ont livré *Bullatimorphites bullatus*.

j3-6. **Callovo-Oxfordien. Calcaires.** Au Sud de Tourves deux niveaux de calcaire marneux pyriteux en petits bancs encadrent un niveau moyen de calcaire beige clair. Le niveau inférieur, à débit schisteux, est fréquemment micacé. Puissance totale : 40 mètres.

Dans l'Aurélien, calcaire en petits bancs à intercalations noduleuses, avec au sommet deux bancs plus durs contenant des lentilles de calcaire glauconieux. À l'Ouest des Puits, la formation a livré : *Reineckea (Frickites) freii*, *R. grossouvrei*, *R. anceps*, *Choffatia furcula*, *Macrocephalites macrocephalus*. Puissance : 20 mètres.

j7-8D. **Kimméridgien. Dolomies** gris sale, non stratifiées, avec fréquent développement d'un modelé ruiniforme, très décalcifiées (nombreuses poches de sable). La base montre, entre Rougiers et Tourves, des lentilles de brèche intraformationnelle à éléments anguleux. Des fragments de dolomie noire à cassure fétide semblent provenir de la base de cet horizon. Puissance : 50 à 60 mètres.

j7-8. **Kimméridgien. Calcaires** sublithographiques beiges, à patine blanche, bien lités, mais d'aspect souvent massif (corniche de l'Aurélien). Au sommet, lits irréguliers de calcaire noduleux se terminant par un *hard-ground* (valves de Brachiopodes, radioles d'Oursins et plages glauconieuses). Un niveau de chailles est parfois visible à quelques mètres du sommet de l'étage. Puissance : 150 mètres.

j9aD. **Portlandien inférieur. Dolomie** vacuolaire à stratification oblique, paraissant dériver de l'épigenèse d'une ancienne calcirudite. Faciès très altérés, souvent pulvérulents, avec poches de sable. Puissance : la centaine de mètres, au Sud de Tourves et Rougiers, 150 m et plus dans l'Aurélien.

j9b-n1. **Portlandien supérieur—Berriasien. Calcaires blancs** très légèrement argileux peu épais (10 à 20 m), avec, à la base, des calcaires sublithographiques beiges et des dolomies finement cristallisées, blanches à beige clair. Un horizon non constant de *grumeaux noirs* (concentration de matière organique), à contours anguleux peut constituer un horizon repère entre les deux étages, le plus souvent confondus sous un même faciès de calcaire blanc (200 m de puissance au total).

j9bD. **Portlandien supérieur. Dolomies.** L'ensemble j9b-n1 peut passer latéralement (Sud de Tourves) à des dolomies grises en gros bancs, souvent très altérées en surface, et contenant localement quelques lentilles de calcaire dolomitique.

#### Crétacé inférieur

j7-n4. **Kimméridgien à Barrémien indifférenciés. Dolomies.** Dans l'angle sud-ouest de la feuille, au Sud de Logis-de-Nans, la bordure septentrionale du plateau de Nans-les-Pins (feuille Cuers) est constituée par des dolomies d'âge indéterminé pouvant aller du Jurassique supérieur au Barrémien.

n2. **Valanginien. Calcaires et calcaires marneux.** Sur l'anticlinal d'Ollières, ont été attribués à cet étage des calcaires marneux jaunâtres à lits noduleux, à faune peu caractéristique : *Exogyra cf. couloni*, *Terebratula* sp..., surmontant des calcaires gris à joints ondulés peu épais. Puissance totale : environ 30 mètres.

n4-5aU. **Barrémien et Bédoulien inférieur. Calcaires à faciès urgonien.** Dans la klippe de Nans, calcaires souvent disloqués et recristallisés anciennement attribués au Valanginien, ayant livré dans des bancs de calcaire blanc massif à intercalations

de nodules grossiers une microfaune du Barrémien. L'ensemble passe en continuité au Bédoulien supérieur (une centaine de mètres de puissance au total).

n5b-6a. **Bédoulien supérieur et Gargasien.** Dans la partie nord de la klippe de Nans, des calcaires bicolores à silex légèrement argileux, joints ondulés et intercalations de calcaire noduleux renferment *Orbitolina conoidea*. Ils passent à leur partie supérieure à des calcaires noduleux et marneux gris-jaune, sans intercalations de calcaires. Ces terrains sont d'un faciès analogue dans la série renversée de la Sainte-Baume (feuille Marseille-Aubagne).

Al. **Bauxite.** Elle paraît correspondre à l'Albien et, de fait, manque toujours là où existe cet étage. Elle est bien développée dans les synclinaux de Camps (région d'Engardin), de Pélicon et du Val. Dans ces plis, elle forme une couche plus ou moins continue épaisse de quelques mètres. Dans le synclinal de Rognette, elle prend son type haut-varois caractérisé par un régime de poches karstiques, souvent de grand volume. Elle est en général peu siliceuse. Elle est recouverte en discontinuité par son toit crétacé qui peut aller du Cénomaniens au Valdonnien ou au Rognacien. Au Nord de Camps, la bauxite est remplacée par un mince niveau limoniteux.

Sur la bordure orientale du synclinal de l'Arc et dans le bassin d'Ollières le matériau d'aspect bauxitique qui affleure assez largement et qui a été retrouvé par sondages au Nord de Pourcieux est une pseudobauxite (kaolinite + hématite-goethite), la boehmite y étant rare. À l'Est d'Ollières, a été exploité autrefois, par un puits de mine, un faciès différent, gris, sans oxydes ferriques, utilisé comme réfractaire (*flint-clay*). Sous la couche, sur les calcaires portlandiens apparaissait localement dans la mine une brèche à ciment de calcaire lacustre à Characées et galets de calcaires crétacés, urgoniens en particulier (Esterle).

n7. **Albien. Calcaires à silex.** Dans l'angle sud-est du territoire de la feuille affleurent des calcaires à silex attribués à l'Albien : ils sont discordants sous les termes plus élevés du Crétacé. Sur la feuille voisine Collobrières on a récolté une faunule renfermant deux espèces albiennes (*Silesites* cf. *nepos* et *S. sp. gr. de balearensis*) et une forme du Clansayésien (*Hypacanthoplites* sp.). Sur la feuille Collobrières, l'Albien repose sur de l'Aptien, ce qui n'est pas le cas sur la feuille Brignoles.

### Crétacé supérieur

c2. **Cénomaniens.** Dans le synclinal de Camps, à la bordure sud duquel il affleure de façon continue, seul est représenté le Cénomaniens supérieur. Il est constitué par des calcaires argileux à Préalvéolines et grandes Huîtres, surmontés par des calcaires à Rudistes. L'épaisseur est faible (7 m au total). Aussi, cet étage n'a-t-il été distingué sur la carte qu'en un seul point près de l'Escarelle, à l'W.SW de Brignoles, où il forme un placage isolé reposant directement sur le Jurassique supérieur et où il renferme des Foraminifères (*Goupillaudina lecointrei*, *Richelina prismatica*, *Quinqueloculina* sp., *Nezazzata* sp., *Dictyopsella* sp.). Partout ailleurs, dans cette bordure sud du synclinal de Camps, le Cénomaniens supérieur a été bloqué avec la formation superposée des calcaires à Rudistes turoniens et coniaciens, notés c3-4.

Le Cénomaniens n'existe pas dans le synclinal de Pélicon où la bauxite est surmontée par le Turonien saumâtre, ni dans le synclinal du Val où la transgression est encore plus tardive (Coniacien—Santonien inférieur).

c3-4. **Turonien—Coniacien.** Dans le flanc nord du synclinal de Camps, le Turonien repose en discordance sur le Jurassique supérieur ; de bas en haut, on observe 5 m de calcaires à Rudistes (*Hippurites vasseuri*), 4 m de calcaires sableux à stratification oblique, 4 m de calcaires sableux gris-noir à Foraminifères et débris de Gastéropodes et d'Huîtres. Au-dessus, le Coniacien comprend : 15 m de calcaires à Rudistes (*Vaccinites giganteus*), 5 m de sables et grès arkosiques à petites Rhynchonelles et 5 m de calcaires sableux à débris coquilliers.

**Dans le flanc sud du synclinal de Camps**, au-dessus du Cénomaniens supérieur, le Turonien est formé de 2 m de calcaires à Rudistes (*Biradiolites* cf. *angulosus*), 5 m de calcaires à Dicyclines, Miliolites et entroques et 3 m de marnes gris-bleu et de calcaire noir sapropélien. Le Coniacien débute par une barre à Rudistes puissante de 15 m : biostromes à *Vaccinites giganteus* alternant avec des calcaires à Foraminifères. Cette formation est surmontée par 5 m de micrites à Miliolites et de biostromes à *Hippurites* cf. *socialis*, puis par 4 m d'argilites et de grès arkosiques et enfin par des calcaires bioclastiques sableux à gros Bryozoaires et Rudistes, notamment *Vaccinites* cf. *moulinsi*, *Praeradiolites plicatus* et *Biradiolites fissi-costatus*.

**c4. Coniacien.** À l'extrémité ouest du versant sud du synclinal de Camps, entre les massifs de la Loube et de la Sainte-Baume, les niveaux qui surmontent la bauxite ont été représentés sous la notation c4. Mais, en réalité, ils comprennent, comme plus à l'Est, outre une quinzaine de mètres de Coniacien, une dizaine de mètres de Turonien supérieur et 6 ou 7 mètres de Cénomaniens supérieur.

**c4-5. Coniacien—Santonien non différenciés.** Dans les synclinaux du Val et de Pélicon, les deux étages ont été bloqués : ils constituent un ensemble épais de quelques mètres (jusqu'à 20 m) de calcaires sableux jaunes, de calcaires à Miliolites et de calcaires noduleux à Rudistes (au Val, *Biradiolites* cf. *angulosus* et *B.* aff. *canaliculatus*).

**c5. Santonien. Marnes et calcaires à Rudistes.** Dans la partie sud-ouest du synclinal de Camps, le Santonien a été distingué : il comporte 2 ou 3 minces barres de calcaires à Rudistes (*Vaccinites beaussetensis*, *Hippurites sublensis*, *Radiolites galloprovincialis*) séparés par des marnes panachées et des grès grossiers, soit au total une quinzaine de mètres de sédiments.

Vers la bordure orientale du bassin de l'Arc, le Santonien apparaît seulement sous formes d'écaillés sous le chevauchement de l'Aurélien (calcarénites à Miliolites et petites dents de Squales). Il est mieux représenté plus au Sud vers le Recours (calcaires et marnes d'une vingtaine de mètres d'épaisseur) où il forme le toit de la bauxite. En revanche le Santonien manque dans les sondages au Nord de Pourcieux et dans le bassin d'Ollières.

**c5-6a. Santonien—Valdonnien non différenciés. Marnes, calcaires, sables.** Autour de Camps, dans la partie centrale du synclinal, les épandages terrigènes remplacent dès le Santonien, les formations récifales à Rudistes : il est difficile de séparer sur la carte cet étage du Valdonnien avec lequel il forme un ensemble de grès coquilliers, de marnes bariolées et de calcaires, puissant de plusieurs dizaines de mètres.

**c5b-6a. Brèche des Lambès.** Il n'en existe qu'un seul affleurement, à l'Est du Val, sur la bordure de la feuille. Cette formation se développe plus largement sur la feuille Draguignan. Elle comporte, de haut en bas, des argiles rouges à galets roulés (calcaire jurassique, rhyolite, granite), une brèche polychrome à éléments de calcaires jurassiques et enfin des argiles rouges. Des débris de Radiolitidés ne paraissant pas remaniés ont été observés dans la brèche.

**c6a. Valdonnien. Marnes et calcaires.** Cet étage, qui est l'équivalent continental du Campanien inférieur, atteint, dans le synclinal du Val, 60 à 80 m d'épaisseur. Il y est représenté par des sables fluviatiles feldspathiques bariolés, roses, jaunes ou blancs, à galets de quartz, de rhyolite et d'autres roches cristallines, associés à des marnes également bariolées.

Le Valdonnien est réduit sur la bordure du bassin de l'Arc et dans celui d'Ollières à quelques mètres d'argiles bariolées à lentilles gréseuses avec localement des calcaires noduleux blanchâtres ou jaunâtres, les grès contiennent souvent des fragments roulés de *pseudo-bauxite*, avec souvent kaolinite blanche secondaire.

c6b. **Fuvélien. Calcaires marneux et marnes.** Équivalent continental du Campanien supérieur, le Fuvélien affleure dans le Sud-Est du territoire de la feuille et consiste en un faisceau de bancs de calcaires gris, fins et durs, de marno-calcaires gris, d'argiles jaunes ou grises, de filets ligniteux à *Corbicula concinna*, *Unio galloprovincialis*, *Melania gabrieli*, *M. ollierensis*, *M. sanctarum*. Il forme une longue cuesta dans le synclinal du Val où son épaisseur oscille entre 20 et 60 mètres. Il se retrouve également dans le synclinal de Camps, où il constitue le terme le plus élevé.

Sur la bordure orientale du synclinal de l'Arc, le Fuvélien n'affleure que partiellement car il est masqué de plus en plus largement en direction du Sud par le Bégudien discordant.

Recoupés par divers sondages au Nord de Pourcieux, les calcaires lacustres fuvéliens présentent une épaisseur de 130 m environ. Ce sont des calcaires gris à Charophytes et Algues du genre *Munieria*, à dents de Crocodiliens et Corbicules, Unios, Mélanies, etc. On y trouve quelques minces intercalations de marnes charbonneuses, résidus des niveaux ligniteux connus et autrefois exploités dans les environs de Trets et surtout près de Fuveau et de Gardanne (feuille 1/50 000 Aix, n° XXXII-44) où l'extraction continue.

Le bassin d'Ollières est séparé du synclinal de l'Arc par un affleurement de calcaires blancs et de dolomies du Jurassique supérieur et des calcaires plus ou moins argileux ou noduleux du Néocomien, cette « bande d'Ollières » limitée par failles ou flexures correspondant à un horst. Au Sud du village d'Ollières, le long de l'autoroute on retrouve les calcaires lacustres fuvéliens mais des marnes à smectite, grises ou bariolées, apparaissent dans la partie supérieure ; au Nord du village les calcaires lacustres passent presque totalement à des marnes grises puis à des argiles rouges fluviatiles à lentilles sableuses, la kaolinite y étant souvent le minéral argileux prépondérant (des fragments de carapaces de Tortues sont fréquents dans les sables). On tient là la bordure septentrionale du lac fuvélien.

c6. **Valdo-Fuvélien.** Dans le coin sud-ouest de la feuille, vers Logis-de-Nans et Bastide-Blanche, les deux sous-étages valdonnien et fuvélien n'ont pas été séparés sur la carte.

c7a. **Bégudien. Argiles.** Ce sous-étage, équivalent du Maastrichtien inférieur, affleure largement, d'une part, à l'Est, dans le synclinal du Val et d'autre part, à l'Ouest, à la terminaison orientale du bassin de l'Arc et dans l'unité d'Ollières.

Il est constitué par des marnes et des argiles panachées jaunes, roses ou blanches, souvent sableuses, accompagnées de lentilles de sables feldspathiques. Dans le synclinal du Val, un horizon-repère, formé par des grès à pisolithes, épais de quelques mètres, a pu être suivi. Il a livré quelques ossements de Reptiles, au-dessus de la Bastide-Essartènes. Dans le bassin de l'Arc, on a des calcaires gris ou rosés à Characées, alternant avec des marnes grises, des argiles rouges et des grès. Là faune, en dehors de quelques Unios, se réduit à des Gastéropodes (*Viviparus beaumonti*, *Cyclophorus heliciformis*, *C. galloprovincialis*, etc.). L'épaisseur est de l'ordre de 300 mètres.

Dans l'angle sud-ouest, dans la zone de contact entre la Sainte-Baume, l'Aurélien et l'arc de Barjols, le Bégudien est représenté par des poudingues polygéniques à ciment argilo-gréseux et passées de grès argileux contenant des pisolithes et des galets de quartz. Ce dépôt, de teinte rouge à jaune safran, jalonne la bordure sud de l'Aurélien.

c7bL, c7bA. **Rognacien. Calcaires lacustres, grès et argiles à Reptiles.** Le Rognacien (ou Maastrichtien supérieur) est présent dans le synclinal de Rognette, dans l'angle nord-est de la feuille.

Il comporte un horizon inférieur argilo-gréseux, noté c7bA, constitué par des alternances d'argiles bariolées rouges ou jaunes, de grès grossiers jaunes ou roses

et de marno-calcaires à gros pisolithes enrobant souvent des coquilles d'Unios et un horizon supérieur calcaire, noté c7bL, formé de marno-calcaires lacustres blanc rosé et de calcaires lacustres blancs, noduleux ou non, alternant avec des marnes mauves et des bancs de brèches calcaires. Les épaisseurs respectives de ces horizons sont de l'ordre de 200 m et 20 à 50 mètres. Le long du massif des Bessillons, le faciès calcaire est remplacé par des brèches essentiellement formées de cailloutis portlandiens, montrant l'existence d'une faille le long de la bordure méridionale du synclinal de Rognette. Un fait analogue est connu sur la feuille Draguignan, sur la bordure sud du synclinal de Salernes, dans le défilé de la Bouissière. Dans les grès et argiles à Reptiles, les ossements dispersés de ces derniers (*Aepirosaurus priscus* et *Rhabdodon priscus*) ne sont pas rares, ainsi que les fragments de coquilles qui arrivent parfois à constituer des sortes de lumachelles.

## TERRAINS TERTIAIRES

### Paléogène

c7b-e3. **Rognacien à Sparnacien. Argiles rouges.** Le Paléogène provençal débute par une série d'argiles rouges dont la base peut empiéter sur la partie supérieure du Rognacien. Dans le cadre de la feuille Brignoles, cette formation est représentée dans le synclinal de Rognette où elle atteint 70 à 120 m d'épaisseur. Il s'agit surtout d'argiles rouges, généralement micacées, pouvant fournir dans leur partie tertiaire des coquilles brisées d'œufs d'Oiseaux (*Ornitholitus*) et vers leur base des fragments de coquilles d'œufs de Dinosauriens. On y observe des intercalations de brèches polychromes, de calcaires lacustres, de grès et de conglomérats quartzeux.

e3-4. **Sables bleutés.** Des sables bleutés fluviatiles, légèrement carbonatés, à dragées de quartz et petits galets de roches cristallines s'observent dans l'angle nord-est de la feuille, dans le synclinal de Rognette, où leur épaisseur atteint 240 mètres. Ces sables qui admettent souvent, vers leur base, des inclusions d'argiles rouges micacées, ont été datés par des Vertébrés, sur la feuille Tavernes, dans le synclinal de Rians, qui prolonge le précédent. Entre autres ont été récoltés des Reptiles : *Podocnemis* nov. sp., *Allognathosuchus* cf. *haupti* et des Mammifères : *Pelycodus* cf. *eppi*, *Leilhardina* sp., *Protodomus* sp., *Paschatherium* cf. *dolloi*, *Hyopsodus* sp., *Hyracotherium* cf. *cuniculus*, *Diacodexis* *gazini*, *Paramys* cf. *pourcyensis*, etc. Cette faune date les sédiments du Sparnacien (\*).

g1C, g1B. **Oligocène. Calcaires, brèches.** Dans l'angle sud-ouest de la feuille, au voisinage de la klippe de Nans, on a attribué à l'Oligocène (g1C) un calcaire lacustre blanchâtre à jaune clair, se débitant en plaquettes et discordant sur le Valdo-Fuvélien. À la Tuilière, on y observe des intercalations de marnes calcaireuses blanchâtres et de lits noduleux. Cette formation représente l'équivalent de l'horizon à Striatelles bien développé sur la feuille Aix, dans la région de Saint-Zacharie.

On a également rapporté à l'Oligocène des poudingues et des brèches à éléments de calcaires locaux et ciment de calcaire lacustre. Cette formation a été notée g1B et elle est associée en bordure nord de la klippe de Nans aux niveaux g1C.

### Miocène continental

Le Miocène moyen continental n'est pas rare sur l'ensemble de la feuille, où il remplit des paléotalwegs creusés dans une surface post-bartonienne et anté-

(\*) L'âge sparnacien des Sables bleutés est contesté par plusieurs auteurs, notamment par F. Touraine (1966, 1976), qui attribuent cette formation à l'Oligocène, en se basant sur la présence d'une faune d'invertébrés. La co-existence de deux faunes contradictoires ne paraît pas devoir être mise en doute, mais certaines conditions de gisement sont peut-être discutables : aussi, semble-t-il que l'on puisse admettre que la formation a été remaniée au moins partiellement. Mais il reste à préciser le processus, l'ampleur et la chronologie de ce phénomène (note de J. Rouire).

vindobonienne ; il peut s'étaler sur cette dernière. Il ne prend quelque continuité qu'au Sud-Ouest de Barjols. Il a été possible de représenter cinq faciès différents sur la carte.

mB. **Brèches.** Autour de la butte de Seillons, on a distingué des placages ou des bancs de brèches dans le Vindobonien marneux.

mP. **Conglomérats, cailloutis.** On désigne sous cette rubrique des cailloutis d'origine très locale ou encore des poudingues d'origine plus lointaine, à gros blocs roulés noyés dans un ciment de marne jaune. On les observe dans la région de Bras, où ils tapissent le fond de paléotalwegs, ou bien encore au Sud de Barjols.

mG. **Grès.** On a séparé des bancs de grès, souvent conglomératiques, entre Brue-Auriac et le cours supérieur de l'Argens. Plus au Sud, dans la région de Cantaillac et de Logis-de-Nans, on a un conglomérat à éléments locaux, avec prédominance de galets de Muschelkalk à la base, et parfois galets de quartz. Le ciment argilo-gréseux est rubéfié. Ce conglomérat est souvent discordant sur le Trias et paraît provenir du remaniement de poudingues du Crétacé supérieur ou de l'Oligocène sur lesquels il est souvent discordant. Entre Logis-de-Nans et Brandine, cette formation est très souvent associée à des blocs de taille très variable appartenant à différents niveaux du Jurassique supérieur.

mC. **Calcaires lacustres, travertins.** Autour de Seillons et surtout dans la région de Brue-Auriac et de Barjols, le Vindobonien est à l'état de calcaires lacustres en plaquettes et filets ligniteux, à *Chara*, *Valvata dromica*, *Hydrobia mayeri*, *Bythinia tentaculata* et *Planorbis larteti*. Ces calcaires sont souvent accompagnés par des travertins jaunes qui ont reçu la même notation.

À l'extrémité sud-ouest de la feuille, au Nord de Cantaillac, on retrouve un calcaire lacustre vacuolaire à débris végétaux, croûtes et amas de calcite, et intercalations irrégulières de brèches calcaires. Cette formation très rubéfiée est discordante sur le Trias ; elle est subordonnée à la formation gréseuse mG, ou passe latéralement à cette dernière.

mM. **Argiles, marnes.** C'est le faciès le plus répandu : il affleure largement de Seillons à Barjols. Ce sont des marnes et des argiles jaunes, à concrétions calcaires, avec *Helix larteti*, *H. sylvana*, *H. carinulata*, etc.

## TERRAINS QUATERNAIRES

U. **Tufs indifférenciés.** Les placages de tufs, liés à des sources souvent encore fonctionnelles, sont fréquents. Les plus importants se rencontrent à Brignoles, près du Val, près de Correns, à Barjols et à Seillons.

Ew. **Éboulis en masses anciens.** À la limite ouest de la feuille, sur le flanc nord de l'Aurélien, ils sont généralement consolidés et les gros blocs y sont fréquents.

Ex. **Éboulis en masses rissiens.** Également sur le flanc nord de l'Aurélien ainsi qu'au pied des reliefs de la Sainte-Baume, de Nans à l'Escarelle, ils sont marqués par une certaine tendance à l'encroûtement et quelquefois recoupés par des appareils postérieurs.

CPx. **Épandages remaniés.** À la limite ouest de la feuille, c'est la plus orientale d'une série de grandes coulées de cailloutis cryoclastiques, qui se développent sur la feuille Aix, convergeant vers le bassin supérieur de l'Arc, à partir de l'Olympe-Aurélien et passant progressivement à des dépôts plus roulés de même origine.

Cx. **Colluvions rissiennes.** Toujours sur le flanc nord de l'Aurélien, on a distingué des limons et des cailloutis recoupés par des formes attribuables au modelé wurmien (versants, glacis ou vallons).

Py. **Épandages de piedmont wurmiens** : Cailloutis.

Cy. **Colluvions wurmiennes**. Dans de nombreux talwegs, des limons et des cailloutis, anciennement attribués à une action fluviale, proviennent en réalité de glissements sur les pentes et de ruissellements aréolaires. Leur attribution au Würm est vraisemblable.

Fy. **Alluvions anciennes**. Surtout caillouteuses, elles forment de rares placages dans les vallées de l'Argens et du Caramy, qu'elles dominent de 15 à 25 mètres.

Fz. **Alluvions récentes**. Principalement formées de cailloutis et de graviers, elles prennent de l'extension, surtout dans les vallées de l'Argens et du Caramy.

Eb. **Éboulis : blocs éboulés**. De gros blocs éboulés de Jurassique sont à signaler dans les gorges de l'Argens, 1 km à l'Est de Châteauevert. L'âge est indéterminé.

E. **Éboulis parfois cryoclastiques**. On a groupé sous cette rubrique divers éboulis de pentes, généralement formés de cailloutis cryoclastiques en placages relativement minces. Ils s'étalent sur le versant nord de l'Aurélien, entre le Piégu et la klippe de Nans, au Nord de la Loube, dans la vallée de l'Argens ainsi que sur le flanc sud des Bessillons. Les âges ne sont pas toujours précisés, mais il s'agit, la plupart du temps, de formes wurmiennes (notamment à l'Aurélien) ou post-wurmiennes.

X. **Terrils, dépôts artificiels**. Des déblais de carrières ont été figurés lorsque leur volume est suffisant pour modifier localement le paysage : Est de Seillons, Nord de la Loube, etc.

**N. B.** — En ce qui concerne les terrains quaternaires, l'examen de la feuille fait apparaître d'emblée un certain contraste entre les parties orientale et occidentale. À l'Ouest, la majeure partie des formations superficielles masquant le substratum, sont attribuées aux colluvions wurmiennes Cy. À l'Est, elles sont presque toutes assimilées aux alluvions récentes Fz. La délimitation entre ces deux zones est assez subjective et dépend des différents auteurs (dont l'effort principal a porté sur le substratum). Mais cette juxtaposition n'est pas entièrement arbitraire : elle correspond dans une large mesure à la réalité. Pour rétablir entièrement celle-ci, il suffit de considérer que dans la partie ouest, qui constitue, en gros, l'amont des axes de drainage, les apports latéraux (= colluvions) sont sans doute prédominants, mais qu'à proximité de ces axes, il existe aussi certainement des alluvions proprement dites, wurmiennes ou récentes. De même, dans la partie est, où les vallées sont bien individualisées, le fait que les apports longitudinaux (= alluvions) prédominent nettement n'exclue pas l'existence de dépôts colluviaux dans plusieurs zones relativement éloignées des cours d'eau.

## DESCRIPTION DES UNITÉS TECTONIQUES

### QUEST DE L'ARC DE BARJOLS

● **Les plateaux de Pourrières et des Selves** représentent le prolongement oriental des enveloppes jurassiques de la montagne Sainte-Victoire (feuille Aix). Les couches, comprises entre la base du Dogger et le Berriasien s'agentent malgré des ondulations locales mineures, en une unité monoclinale faiblement inclinée au Sud-Ouest vers la petite cuvette d'Ollières.

Au Nord-Est, on remarque l'existence entre Brue-Auriac et Pallières (cette dernière localité sur Tavernes) d'un champ de fractures où les directions N 170 -

175°E et N 75 - 85°E sont dominantes. La première direction coïncide grossièrement avec l'orientation de structures triasiques de l'arc de Barjols au Sud-Ouest de cette localité.

À l'Est, les assises sont indifféremment recoupées par l'arc de Barjols, ce qui montre la relative indépendance des deux structures.

Au Sud, les collines s'étendant entre Seillons et Saint-Maximin sont à rattacher à cette première unité. Les couches y sont inclinées à l'Ouest et au Nord-Ouest de façon à dessiner une enveloppe périclinale convexe à l'Est, qui peut représenter l'ancienne fermeture orientale du bassin de l'Arc, profondément modifiée dans sa structure par la tectonique fini-éocène.

● **La cuvette d'Ollières** est modelée dans les assises relativement tendres du Valdo-Fuvélien et du Bégudien. La structure est celle d'un synclinal très dissymétrique se fermant par faille au contact de l'anticlinal qui lui fait suite à l'Ouest.

La discordance du Crétacé supérieur fluvio-lacustre sur le Portlandien et le Berriasien de l'unité précédente par l'intermédiaire d'une formation bauxitique fournit une donnée intéressante pour la paléogéographie de cette région au Crétacé moyen.

L'anticlinal ou *bande* d'Ollières présente une structure singulière : on passe en effet d'une aire monoclinale au Nord-Ouest à une voûte déprimée en selle dans la partie centrale, enfin à un demi-dôme évoluant en pli-faille au Sud-Est (Défends de Saint-Maximin), tandis que se produit une déviation d'axe d'environ 45°.

Dans la partie centrale, le Jurassique supérieur plonge très rapidement à l'Ouest sous le Valdo-Fuvélien discordant comme dans la cuvette d'Ollières, cet ensemble de couches étant lui-même recouvert en discordance par le Bégudo-Rognacien du bassin de l'Arc. Ces discordances superposées indiquent qu'avant la phase maastrichtienne sont ici intervenus des mouvements avant le dépôt du Bégudo-Rognacien. Il s'agit donc là de structures fini-crétacées, alors que les plis du Défends de Saint-Maximin, liés à la mise en place du chevauchement de l'Aurélien datent de la tectonique fini-éocène, avec reprises plus tardives (oligocènes).

Une dislocation très accusée des calcaires néojurassiques résulte de ces tectoniques superposées. Une contamination dolomitique, la dissolution karstique, des phénomènes de décompression ont communiqué à l'ensemble un aspect particulièrement chaotique acquis au cours de plusieurs cycles d'altération continentale (tranchées autoroute A7 et N7, fronts de taille des anciennes carrières de brèches exploitées comme marbre au Nord du Défends de Saint-Maximin).

Exemple typique de tectonique polyphasée provençale, la région de Saint-Maximin correspond donc à un remarquable carrefour structural.

● **Le bassin de l'Arc** qui s'étend essentiellement sur la feuille Aix n'est représenté ici que par une petite portion de sa terminaison orientale. La série fluvio-lacustre plonge rapidement au Sud-Ouest (plus de 320 m de Bégudo-Rognacien dans le forage S.4, au Sud-Sud-Est de Pourcieux), direction dans laquelle la série monoclinale disparaît sous le chevauchement de l'Aurélien.

● **Le chevauchement de l'Aurélien** constitue avec celui de l'Olympe qui le prolonge à l'Ouest (feuille Aix) une vaste demi-klippe d'allure nettement synclinale superposée par faille plate au fluvio-lacustre du bassin de l'Arc. L'accident tangentiel est repris au Sud par une forte flexure au contact du Trias de l'arc de Barjols, et par failles verticales au contact du Jurassique du dôme de la Lare jouant comme autochtone relatif (feuille Aubagne-Marseille).

Les différents lambeaux de Crétacé supérieur marin affleurant au Sud de l'Aurélien entre Logis-de-Nans et la dépression du Recours (Sud de Saint-Maximin) se situent d'autre part toujours en contrebas du Jurassique de l'Aurélien, mais au-dessus des topographies occupées par le Trias. Ils ont valeur d'écaillés prises entre le chevauchement de l'arc de Barjols. Il faut ajouter à ces faits que les petites écaillés

frontales de l'Aurélien, surtout constituées de calcaires néojurassiques, comportent des fragments de niveaux divers de Crétacé supérieur, y compris du Santonien, des éclats de bauxite, le ciment apparaissant souvent comme une bauxite remaniée.

On peut en conclure qu'au cours de sa mise en place, l'Aurélien a rabotté une paléotopographie représentée par les remplissages du bassin de l'Arc en voie d'érosion (éléments fluvio-lacustres dans les écailles) et par le substratum de ces remplissages dont on peut déduire la constitution d'après les éléments présents dans les écailles. Cette constitution reste conforme à ce que l'on connaît aux affleurements (cuvette d'Ollières), ou grâce aux forages (Gardanne nord, feuille Aix).

La forte flexure ramenant au Sud de l'Aurélien le Trias de l'arc de Barjols fait donc également plonger très rapidement le reste de la série secondaire vers le Nord. Au cours de la tectogenèse, l'Aurélien a dû décapiter un paléorelief qui ne nous est plus connu que grâce aux écailles poussées au front de la structure.

L'amplitude du mouvement tangentiel qui a assuré la mise en place de l'Aurélien est donc beaucoup plus grande que si ce massif représentait simplement une partie décollée de la couverture du Trias de l'arc de Barjols.

Le chevauchement de l'Aurélien doit être ainsi interprété comme la partie la plus avancée du chevauchement de la Sainte-Baume, les faciès, en particulier ceux du Jurassique, étant parfaitement homologues.

Cependant, la position structurale des affleurements crétacé supérieur des Puits, au centre de l'Aurélien, demeure ambiguë : lambeau d'une ancienne couverture affaissée entre les failles, ou fenêtre faisant apparaître soit l'autochtone relatif, soit le dos d'une écaille.

### *BORDURE MÉRIDIONALE DE LA FEUILLE*

Cette bordure sera décrite dans deux secteurs distincts s'allongeant l'un à l'Ouest de la D5 (de la Roquebrussanne, feuille Cuers, à Brignoles), l'autre à l'Est de la D5.

#### **• À l'Ouest de la D5**

— Les collines qui s'étendent au Sud de la D1 et de la N7 entre le Vieux-Rougiers et le château Saint-Julien montrent une série allant du Crétacé supérieur du petit graben du Cauron au Lias inférieur. Le contact avec le Trias de l'arc de Barjols peut passer pour vertical jusqu'à l'Ouest de Tourves, puis devient extrêmement confus à l'Est, avec de multiples replis et même de petites écailles de Lias et de Dogger au Sud de la N7.

Le Jurassique supérieur montre par contre une structure tabulaire dans les collines du Piégu et du moulin de Caramy, et l'on passe à la série bauxitifère tranquille des plateaux nord de Mazaugues (feuille Cuers).

Ce premier ensemble représente l'autochtone relatif du chevauchement de la Sainte-Baume auquel appartient, à l'Ouest, la demi-klippe de l'Aurélien, déjà décrite, et la moitié nord de la klippe de Nans-les-Pins.

— La klippe de Nans, dont la moitié sud figure sur la feuille Cuers, est une petite unité synforme d'axe NE—SW superposée au Crétacé supérieur du graben du Cauron. Elle se rattache structurellement au Sud-Ouest à l'unité allochtone de Roqueforcade (feuilles Aubagne-Marseille et Cuers).

Parmi les divers arguments permettant de démontrer l'allochtonie, longtemps controversée, de ce lambeau, citons la position de la bavure triasique de la bordure nord, ainsi que l'existence de l'Urgonien et de l'Aptien dans une région affectée par l'érosion médiocrétacée (lacune de l'Hauterivien supérieur au Turo-nien supérieur). Les circonstances qui ont par ailleurs assuré la conservation de l'Urgonien dans ce secteur sont les mêmes qu'à Orgnon (coin nord-est d'Au-

bagne-Marseille) : d'une part, dysharmonie liée à la lithologie ayant permis aux calcaires rigides de l'Urgonien de « prendre de l'avance » pendant le chevauchement, d'autre part, préservation des terrains créacés dans des affaissements ayant très localement affecté l'allochtone.

● **À l'Est de la D5** : les gouttières créacées d'Engardin et de Camps-la-Source et les collines jurassiques de la Celle.

En bordure nord des unités chevauchantes de la montagne de la Loube (feuille Cuers) s'allongent d'Ouest en Est et sensiblement alignées, les gouttières d'Engardin et de Camps-la-Source. Il existe entre les deux une différence d'altitude de 150 m environ au niveau du seuil du Candelon.

Dans le val d'Engardin, le Santonien et le Turonien sont discordants sur le Jurassique supérieur avec bauxite intercalée, alors que dans le val de Camps, la lacune est moins importante (présence de l'Albien et du Cénomanién).

La réunion des deux synclinaux en une seule unité se heurte à deux difficultés :

- la première est d'ordre paléogéographique : il s'agit de la fermeture extrêmement rapide, vers l'Ouest, de la lacune médiocréacée ;
- la deuxième est d'ordre stratigraphique et structural : le soubassement jurassique ne se présente pas, de part et d'autre du méridien de la Celle, ni avec la même constitution ni avec la même structure : réduit aux dolomies supérieures et au Bathonien supérieur de structure très simple au Nord d'Engardin, le Jurassique est complet, plissé et faillé au Nord de Camps. Seule la tectonique éocène peut être responsable d'une telle dissemblance.

On est ainsi conduit à envisager l'hypothèse de l'allochtonie du synclinal de Camps et de son support, si toutefois l'on admet que le chevauchement de la Loube (feuille Cuers) présente une certaine amplitude. On remarquera qu'au point de vue cartographique les dissemblances évoquées apparaissent de part et d'autre de la retombée nord de l'unité allochtone du Candelon, elle-même située sur le trajet du vallon de l'Amarron.

Que l'on attribue les différences existant entre le val d'Engardin et celui de Camps à des paléodéformations créacées ou aux effets de la tectonique fini-éocène, il demeure une certaine incertitude dans l'interprétation structurale de ce secteur.

## EST DE L'ARC DE BARJOLS

● **La cuvette créacée de Rognette** correspond à une gouttière synclinale néocréacée et éocène d'axe W.NW—E.SE qui se prolonge sur la feuille voisine Tavernes. Une partie du comblement est constituée par les Sables bleutés varois, ici considérés comme sparnaciens, mais dont l'âge a été remis en question. Le synclinal est chevauché au Sud par le Jurassique du massif des Bessillons.

● **Le massif des Bessillons** comporte une série jurassique présentant certaines affinités avec celles de l'Aurélien et de la Sainte-Baume. Elle chevauche avec une amplitude probablement assez limitée le synclinal de Rognette. La série est ployée par un mouvement synclinal d'axe W.NW—E.SE. Cette structure relativement simple se complique beaucoup vers Pontevès et sur la bordure du synclinal de Rognette, le contact s'établissant par une zone d'écaillés, alors que sur les arrières du chevauchement on observe un décollement plus ou moins prononcé sur le Trias, antiforme au Sud de Petit Bessillon.

● **La cuvette de Correns** correspond elle aussi à une structure synclinale. La série jurassique s'y complète jusqu'au Malm, car contrairement au massif des Bessillons, il n'y a pas eu d'inversion de relief par rapport au Trias des bordures. Sur son bord méridional, la série montre de nombreux étirements et replis, avec mouvements

dirigés du Nord vers le Sud (vallon d'Ambonnet et du Réal-Martin), et l'on passe progressivement au chevauchement du Val-Vins.

● **Le chevauchement du Val-Vins**, qui se prolonge sur la feuille Draguignan est constitué de terrains essentiellement jurassiques identiques à ceux de la cuvette de Correns, dessinant un lobe convexe au Sud. Le contact tangentiel, nettement marqué de Miraval au vallon de la Ribeirotte (Nord-Est du Val), montre un chevauchement de l'ensemble sur le Crétacé supérieur fluvio-lacustre du synclinal de Val-Vins. Des lambeaux de Trias jalonnent irrégulièrement le contact qui fait apparaître, au Nord du Val, des éclats de Jurassique supérieur associé à de la bauxite, ainsi qu'un témoin de la formation détritique dite Brèche des Lambès (Ouest de la chapelle Saint-Cyriaque).

● **Le synclinal du Val-Vins** qui se prolonge également sur la feuille Draguignan n'est en fait représenté que par l'un de ses flancs, et par une portion de sa partie axiale au Nord du Val. Le reste de la structure est, soit entièrement masqué par le chevauchement (feuille Brignoles), soit débité en un système de replis, écailles et petits recouvrements dont la géométrie très complexe est connue grâce aux sondages réalisés en vue de l'exploitation de la bauxite (feuille Draguignan).

Sur la feuille Brignoles, le demi-synclinal n'offre pas en lui-même de complication particulière, même si sa position structurale et ses rapports avec le Trias prêtent à discussion, notamment entre Bras et la Bastide Vaube et à l'Ouest de Brignoles.

## RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

### EAUX SOUTERRAINES

Les calcaires et dolomies couvrent plus de 80 % de la superficie de la feuille ; ces terrains sont le siège de circulations de type karstique qui donnent lieu à de très nombreuses résurgences.

Au *Jurassique supérieur* correspondent des massifs bien individualisés, couvrant de très grandes superficies et de structure en général simple : ils s'étendent le plus souvent au-delà des limites de la feuille. Ce sont eux qui nourrissent les sources les plus importantes. C'est ainsi que la source de l'Argens (débit variant entre 100 et 3000 l/s) est issue de l'extrémité orientale du massif de la Sainte-Victoire qui nourrit aussi, dans le même secteur, la source de Seaux et l'exsurgence temporaire de la Meyronne. Le massif de l'Aurélien a ses exutoires au-delà des limites de la feuille (Saint-Zacharie, dans la vallée de l'Huveaune, feuille Aix). Au Sud de Tourves, dans la vallée du Caramy qui recoupe l'extrémité orientale du massif de la Sainte-Baume se trouvent les sources de Lieutaud et des Lecques. La source des 13 Raies est l'exutoire principal du synclinal du Val, au Sud du village. Le massif de Correns, traversé en gorges (vallon Sourn) par l'Argens, a son exutoire principal au village même.

Les *calcaires du Lias* sont également aquifères mais très compartimentés hydrogéologiquement du fait de la tectonique qui les affecte ; ils ne nourrissent que des exsurgences de faible débit, mais qui sont, par contre, très nombreuses. Les circulations souterraines dans les massifs calcaires ont posé d'importants problèmes d'exhaure aux exploitations de bauxite dont les travaux traversaient ces massifs au-dessous du niveau hydrostatique (exploitations de Pélicon et Merlanson, dans le Lias, à l'Est de Brignoles, exploitations au Sud de Saint-Julien, dans le Jurassique supérieur, provoquant le tarissement de cette dernière source).

Extrêmement tectonisés, les *calcaires et dolomies triasiques* sont en fait drainés, au long de leur parcours, par les vallées de l'Argens et surtout du Cauron

qui les recourent, et les sources sont alors peu nombreuses. Cependant, dans cette dernière vallée, se situent les sources d'Aguilée et surtout des Gours Bénits. Autour de Tourves, à la limite méridionale du massif triasique, existent les sources de la Foux, Baou-Mouron et Font-Rouvière.

L'ensemble du *Crétacé supérieur* (grès ou calcaires intercalés dans des marnes) est peu perméable. L'exploitation à ciel ouvert des bauxites, à l'Est du Val, à la limite de la feuille, n'a provoqué, dans ces terrains de couverture, que des venues d'eau peu importantes.

Dans les *alluvions* de la vallée du Caramy, entre Tourves et Brignoles, s'écoule une nappe drainée par la rivière.

## SUBSTANCES MINÉRALES

Les substances utiles et minérales sont assez nombreuses dans le secteur couvert par la feuille Brignoles et leur répartition est relativement régulière sur l'ensemble de la feuille.

Parmi les matériaux qui abondent le plus, il faut citer les calcaires qui constituent l'ensemble des chaînons et des collines de la région.

*Les calcaires durs* ont été exploités en de très nombreuses carrières pour l'ornementation, la fabrication de la chaux et les granulats.

Au Sud de Pourcieux, Saint-Maximin et au Val, des *calcaires marbriers* bréchiques ont été exploités et vendus sous le nom de *brèche orientale, jaune marcillet*.

Au Sud de Brignoles, la carrière du Candelon a produit des marbres connus sous le nom de *brèche rosée, rouge* ou *violette de Brignoles* veinée de calcite; elle ne fournit plus que des granulats pour le granito et les bétons.

Dans de nombreux secteurs du Sud de Saint-Maximin, de Rougiers, ces mêmes niveaux calcaires ont fourni (anciennement) la pierre en vue de la fabrication de la chaux.

*Des granulats pour le bâtiment et la viabilité, des pierres à bâtir, des moellons* ont été ou sont exploités dans les calcaires des secteurs de Pourcieux, d'Ollières, de Seillons, de Saint-Maximin.

*Des dolomies* (17 à 19 % MgO) ont été extraites des niveaux calcaires dolomitiques du Nord-Ouest de Brignoles pour la construction.

*Les cailloutis et les graviers* des alluvions du Caramy ont été exploités à l'Est de Tourves entre la RN 7 et la rivière, comme granulats à béton et pour la viabilité.

*Le gypse* a été exploité, autrefois, pour la fabrication du plâtre à La Celle, au Val.

*Les argiles « flint »* d'Ollières (kaoliniques), de couleur rouge, marron, jaunâtre, violette ont été employées dans la fabrication des réfractaires. Ces argiles renfermaient 40 % de silice, 35 % d'alumine, 2 à 3 % d'oxyde de titane et 1 à 2 % d'oxyde de fer. Elles ont été exploitées au Nord d'Ollières par la Société des Mines de Villerouge et Albas (filiale de la Société italienne Ferromine, de Gênes, qui dépendait du groupe Finsider, de Rome); selon la teneur en fer des argiles flints, trois qualités étaient distinguées; l'extraction (à ciel-ouvert et en souterrain, comme au quartier de Beauvillard) a été arrêtée en 1964.

### Bauxite

Brignoles est le centre d'un important bassin bauxitifère. L'extraction est concentrée sur les deux bandes synclinales complexes allongées E—W qui encadrent la zone anticlinale de Brignoles.

Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle l'exploitation a commencé artisanalement par le creusement de petits puits et de descenderies effectué directement par les proprié-

taires du sol ou leurs agents, sur les parcelles de terrain leur appartenant ; les poches sans toit et les affleurements de qualité exceptionnelle (1 à 2 % de silice) ont été écrémés, et des galeries ont été tracées en couche à très faible profondeur, souvent jusqu'à la surface piézométrique.

Entre 1918 et 1939 des travaux souterrains plus importants ont exploité l'aval-pendage des affleurements, par puits et descenderies, jusqu'à plus de 200 m (Pélicon).

Après la seconde guerre mondiale et surtout à partir de 1954, une exploration systématique par sondages a été entreprise dans tout le bassin. En 1961 la nouvelle législation minière définie pour la bauxite a permis en outre le regroupement à partir de 1962 des petites exploitations anciennes, en concessions plus grandes où les techniques d'extraction moderne ont pu être appliquées.

Actuellement trois sociétés sont en activité dans le bassin : Aluminium-Péchiney (anciennement groupe Péchiney-Ugine-Kullmann), Alu-Suisse, et la Société anonyme des Bauxites et Alumines de Provence (SABAP, cette société n'exploitant cependant pas de gisements sur la feuille Brignoles, mais à l'Est sur la feuille Draguignan). Une quatrième société, le Comptoir d'Extraction et Vente de Bauxite (C.E.V.B., Lafarge), a été dissoute au 1<sup>er</sup> janvier 1977 et ses biens sont en liquidation.

Dans le synclinal nord, d'Ouest en Est, les centres d'extraction sont : le permis d'exploitation de la Brasque (Aluminium-Péchiney, anciennement Alu-Suisse), la concession de la Grande Bastide (Aluminium-Péchiney), le permis du Carnier (ex-C.E.V.B.), la concession du Val et celle de Vins—Saint-Christophe (Aluminium-Péchiney). Dans la zone sud, d'Ouest en Est encore, se trouvent les permis de Saint-Julien (Alu-Suisse ; ils s'étendent surtout sur la feuille Cuers), d'Engardin (Aluminium-Péchiney), de Pélicon-les-Pourraques (anciennement Aluminium-Péchiney et naguère C.E.V.B.) et de Merlançon (ex-C.E.V.B. aussi).

L'extraction s'est élevée, dans le Var, à environ 40 Mt, et, sur le territoire de la feuille Brignoles, à environ 6 Mt de bauxite, et les ressources sont importantes. La production de l'ensemble du bassin du Var a été en 1976 de 1 743 000 t, employant un personnel de 19 ingénieurs et cadres supérieurs, 147 cadres de maîtrise et 596 ouvriers mineurs.

Divers indices ont été reconnus par ailleurs, comme à Bras dans le secteur de la Bastide d'Anadeau (400 m de sondages Aluminium-Péchiney en 1972) et dans la région du mont Aurélien. Au Nord de Pourcieux des travaux de reconnaissance avec sondages ont été effectués par Aluminium-Péchiney en 1957-1963.

## DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

### SITES CLASSIQUES ET ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements géologiques complémentaires ainsi que des itinéraires dans le *Guide géologique régional : Provence*, par C. Gouvernet, G. Guieu, C. Rousset (2<sup>e</sup> édition, 1979), Masson éd., Paris :

- *itinéraire 10* : vallée du Gapeau, Sainte-Beaume orientale, région de Carcès et de Cabasse, bordure de la dépression permienne entre Carnoules et Toulon ;
- *itinéraire 13* : bordure sud-orientale du bassin de l'Arc.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANGELIER J., AUBOUIN J. (1976) — Contribution à l'étude géologique des bandes triasiques provençales de Barjols (Var) au bas Verdon. *Bull. B.R.G.M.*, 2<sup>e</sup> série, sect. I, n<sup>o</sup> 3, pp. 187-217, 18 fig.
- ARNAUD M., MONLEAU Cl. (1974) — Stratigraphie et sédimentologie du Jurassique de Barjols (Var). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 278, pp. 193-196.
- AUBOUIN J., MENNESSIER G. (1963) — Essai sur la structure de la Provence. *In* livre à la mémoire du professeur Fallot, *Mém. h. s. Soc. géol. Fr.*, t. II, pp. 45-98.
- AUBOUIN J., CHOROWICZ J., THIÈLE R. (1976) — La terminaison orientale du chevauchement sud-provençal de la Sainte-Baume à la Loube et du Candelon (Var). *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. XVIII, n<sup>o</sup> 1, pp. 179-190.
- BAUBRON J.-C. (1974) — Sur l'âge triasique du Volcan de Rougiers (Var). Méthode potassium-argon. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 279, pp. 1159-1162.
- CARON J.-P. (1969) — Livret guide de l'excursion des 1 et 2 octobre 1969 sur le Trias de Provence. *Trav. Lab. Sci. Terre, Fac. St-Jérôme*, Marseille, sér. C, n<sup>o</sup> 1, 19 p.
- COPPOLANI M.-F., GUIEU G., ROUSSET C. (1973) — Données nouvelles sur la paléogéographie miocène et la néotectonique en Basse-Provence occidentale. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 276, pp. 493-496.
- DURAND J.-P., GUIEU G. (1966) — La région sud-orientale du bassin de l'Arc et la bordure de l'Aurélien et du Défends de Saint-Maximin (Var). *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, t. XXVI, pp. 53-68.
- EISENLOHR B., GUIEU G., MASSE J.-P., PHILIP J. (1973) — Sur l'existence du Néocène, du Cénomanien et du Turonien marins dans le massif de la Loube (Var). Conséquences paléogéographiques et tectoniques. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 277, pp. 2461-2463.
- EISENLOHR B. (1974) — L'allochtonie du massif de la Loube (Var) et du Trias qui le borde. Conséquences structurales. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 279, pp. 731-734.
- GODET B. (1976) — Étude stratigraphique et structurale de la partie occidentale du massif de Bras et de ses bordures (Var). Thèse doct. spéc., Univ. de Provence.
- GUIEU G. (1972) — Sur la structure de la partie orientale du massif de la Sainte-Baume. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 5, p. 204.
- GUIEU G. (1972) — Sur l'allochtonie de la colline nord de Nans-les-Pins (Var). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 274, pp. 2755-2758.
- GUIEU G., ROUSSET C. (1979) — Les massifs de l'Olympe et de l'Aurélien représentent la zone frontale du chevauchement de la Sainte-Baume (Bouches-du-Rhône et Var, France). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 289, pp. 623-626.

- GUIEU G., ROUSSET C. (1978) — Structures, paléostrutures, paléogéographie et genèse des bauxites en Provence. *Bull. B.R.G.M.*, (2), sect. II, n° 3, pp. 311-322.
- LAJOINIE J.-P., LAVILLE P. (1979) — Les formations bauxitiques de la Provence et du Languedoc. Dimensions et distribution des gisements. *Mém. B.R.G.M.*, n° 100, 146 p., 11 fig., 6 cartes h.t.
- LANQUINE A. (1929) — Le Lias et le Jurassique des Chaînes provençales, I. Le Lias et le Jurassique inférieur. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XXXII, n° 173, 385 p.
- LANQUINE A. (1935) — Le Lias et le Jurassique des Chaînes provençales, II. Le Jurassique moyen et supérieur. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. XXXVIII, n° 191, 135 p.
- LUTAUD L. (1957) — La tectogenèse et l'évolution structurale de la Provence. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam.*, p. 103-112.
- MASSE J., PHILIP J. (1976) — Paléogéographie et tectonique du Crétacé moyen en Provence : révision du concept d'isthme durancien. *Rev. Géogr. phys. Géol. dynam.*, (2), vol. XVIII, fasc. 1, pp. 49-66.
- MENNESSIER G. (1959) — Étude tectonique des confins alpino-provençaux entre le Verdon et l'Argens. *Mém. Soc. géol. Fr.*, n. s., t. XXXVIII, fasc. 4, n° 87, 174 p., 8 pl.
- MENNESSIER G. (1959) — Étude tectonique sur le Massif de la Loube. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (7), t. 1, pp. 43-51.
- MENNESSIER G. (1975) — Étude tectonique du massif de Bras (Var) et description détaillée des synclinaux bauxitifères à partir des travaux miniers (feuilles Draguignan et Brignoles à 1/50 000). *Bull. B.R.G.M.*, 2<sup>e</sup> série, sect. I, n° 3, pp. 184-213.
- MENNESSIER G. (1978) — Étude tectonique de l'ancienne mine de bauxite de Pélicon à l'Est de Brignoles (Var). *Bull. B.R.G.M.*, 2<sup>e</sup> série, sect. I, n° 4, pp. 305-315, 6 fig.
- NICOD J. (1967) — Recherches morphologiques en Basse-Provence calcaire. *Méditerranée, Revue Géographique des Pays Méditerranéens*, Ophrys, Gap, 557 p.
- PHILIP J. (1970) — Les formations calcaires à Rudistes du Crétacé supérieur provençal et rhodanien. Thèse, Marseille, 438 p.
- PHILIP J. (1974) — Les formations calcaires à Rudistes du Crétacé supérieur provençal et rhodanien : stratigraphie et paléogéographie. *Bull. B.R.G.M.*, 2<sup>e</sup> série, sect. I, n° 3, pp. 107-151.
- POPOFF M. (1973) — La bande triasique de Barjols (Var) : la bordure sud-occidentale. Thèse, Université Paris VI.

PUCCINI G. (1978) — Géologie et hydrogéologie du Nord-Ouest varois. Thèse doct. spéc., Univ. de Provence.

REPELIN J. (1899) — Sur le Trias de Rougiers (Var) et sur l'existence dans cette région de phénomènes analogues aux pépérites d'Auvergne. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 2 p.

ROUSSET C. (1969) — Le bombement varois; relations entre la bauxitisation au Crétacé moyen en Provence et l'évolution originale de la région en régime karstique. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 268, pp. 2331-2336.

TOURAINÉ F. (1966) — Découverte de l'Oligocène à Montmeyan et dans les fossés oligocènes du Var. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 66.

TOURAINÉ F. (1976) — L'Oligocène nord-varois : nouvelle mise au point. *Géol. alpine*, t. 52, pp. 115-133.

Les Sables bleutés varois, Séance de la Société géologique de France du 5 février 1973. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 1, p. 11 à 31 (9 communications).

#### **Bibliographie pour les bauxites**

Parmi les très nombreuses thèses et publications se rapportant au bassin minier du Var, on pourra trouver une sélection de références et des articles synthétiques dans le volume consacré aux publications du 3<sup>e</sup> congrès international ICSOBA (Nice, 1973). Imprimeries réunies de Chambéry, Aluminium-Péchiney éditeur.

#### **Cartes géologiques de la France à 1/80 000**

Feuille *Aix* : 1<sup>re</sup> édition (1889), par Collot et Jacquot

2<sup>e</sup> édition (1950), par C. Combaluzier, G. Corroy, G. Denizot, J. Goguel, A. Lanquine, A.-F. de Lapparent, L. Lutaud

3<sup>e</sup> édition (1967), coordination par J. Rouire

Feuille *Draguignan* : 1<sup>re</sup> édition (1891), par Ph. Zürcher

2<sup>e</sup> édition (1964), par A.-F. de Lapparent, P. Bordet, G. Mennessier

#### **Carte des gîtes minéraux de la France à 1/500 000**

Feuille *Marseille* (1980), coordination par J. Méloux

### *DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES*

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés soit au S.G.R. Provence—Alpes—Côte d'Azur, Domaine de Luminy, route Léon Lachamp, 13009 Marseille, soit au B.R.G.M., 191, rue de Vaugirard, 75015 Paris.

COUPES RÉSUMÉES

Numéro d'archivage S.G.N.	Désignation	Coordonnées Lambert	
		x	y
1022-1-02	Pourcieux, S.55	878,53	3 136,96
1022-1-05	Pourcieux, Pelisse	878,64	3 137,61
1022-2-01	Saint-Maximin S1/A8	889,80	3 138,40
1022-3-01	Bras, les Ribas	892,10	3 137,31
1022-3-05	Bras, traversée du Cauron	892,31	3 137,47
1022-3-15	Varages, viaduc	897,38	3 143,54
1022-4-02	Pontevès, S. 29	900,03	3 146,32
1022-4-04	Pontevès, S.31	899,83	3 146,13
1022-5-03 bis	Pourcieux, S.51	880,90	3 134,82
1022-5-05 bis	Pourcieux, S.4	880,14	3 135,68
1022-5-04	Pourcieux, S.52	880,20	3 134,49
1022-5-09	Saint-Maximin, le Défends, S.2	882,00	3 132,86
1022-5-30	Saint-Maximin, S.14	881,65	3 135,10
1022-6-09	Tourves, S.1	888,08	3 128,12
1022-6-64	Tourves, Galerie, S.1	888,46	3 128,00
1022-6-67	Saint-Maximin, S.20	884,11	3 132,94
1022-7-12	Le Val, les Essartènes S.9	897,54	3 134,50
1022-7-61	La Celle, Engardin, S.119	898,67	3 126,81

DES SONDAGES

Altitude en m	Profondeur totale en m	Formations traversées	Profondeur en m du sommet des formations
320	416	Béguvien	
		Fuvélien	218
		Valdonnien	364
		Bauxite	377
		Portlandien	379
330	280	Crétacé supérieur	
		Bauxite	254
		Portlandien	272
267	30	Quaternaire (alluvions, tufs, tourbes)	
265	40	Muschelkalk	24
		Muschelkalk dolomitique	
256	41	Muschelkalk calcaire	9
		Quaternaire (limons et cailloutis)	
250	17	Trias gypseux	11
		Quaternaire (alluvions)	
351	244	Trias (gypse et cargneule)	11
		Éocène	
357	271	Crétacé supérieur	21
		Jurassique supérieur	241
		Éocène	
393	56	Crétacé supérieur	18
		Jurassique supérieur	268
		Béguv-Rognacien	
355	115	Portlandien	54
		Béguv-Rognacien	
409	319	Portlandien	92
		Crétacé supérieur	
497	168	Hettangien et Rhétien	
395	75	Portlandien	
340	28	Quaternaire (alluvions)	
		Keuper	4
		Muschelkalk	24
350	80	Bathonien calcaire	
381	59	Hettangien	
350	192	Béguvien	
		Fuvélien	76
		Valdonnien	119
		Santonien	184
		Bauxite	186
		Jurassique supérieur	187
		Crétacé supérieur	
475	401	Bauxite	396
		Jurassique supérieur	398

Numéro d'archivage S.G.N.	Désignation	Coordonnées Lambert	
		x	y
1022-7-113	Brignoles	897,77	3 130,85
1022-8-05	Le Val, S.5	900,65	3 133,20
1022-8-12	Le Val, S.14	903,14	3 132,90
1022-8-14	Le Val, S.22	901,92	3 133,68
1022-8-30	Le Val, S.16	900,16	3 133,94
1022-8-35	Le Val, S.20 <i>bis</i>	899,40	3 133,97
1022-8-49	Clos de Seillons	904,52	3 128,56
1022-8-79	Le Caramy, A8/S.33	904,43	3 131,36
1022-8-143	Vins, les Lambès	905,91	3 133,67
1022-8-185	Vins, S.90	905,06	3 133,51
1022-8-189	Vins, S.99	905,67	3 133,62

Altitude en m	Profondeur totale en m	Formations traversées	Profondeur en m du sommet des formations
258	280	Dogger marno-calcaire	
		Bajocien inférieur à Lias	225
273	154	Fuvélien	
		Valdonnien	36
		Bauxite	130
		Jurassique supérieur	138
253	145	Valdonnien	
		Coniacien	97
		Bauxite	109
		Jurassique supérieur	116
252	423	Quaternaire (tuf)	
		Béguvien	6
		Valdo-Fuvélien	112
		Coniacien	404
		Jurassique supérieur	410
393	453	Hettangien	
		Crétacé supérieur	110
		Bauxite	444
		Jurassique supérieur	452
340	462	Rhétien	
		Béguvien	12
		Valdo-Fuvélien	280
		Jurassique supérieur	445
275	335	Keuper	
		Jurassique moyen laminé	217
		Jurassique supérieur dolomitique	222
198	26	Quaternaire (limon, sable et tuf)	
		Keuper	11
298	453	Jurassique moyen	
		Lias	
		Keuper	
		Coniacien	420
		Jurassique supérieur	
308	293	Hettangien	
		Rhétien	188
		Valdonnien	199
		Coniacien	242
		Bauxite	289
		Jurassique supérieur	291
272	401	Jurassique moyen	
		Santonien	355
		Valdonnien	374
		Jurassique supérieur	395

## AUTEURS

Ont participé à la rédaction de la présente notice :

- Jean-Pierre DURAND, maître-assistant à l'université d'Aix-Marseille II : description des terrains ;
- Gérard GUIEU, professeur à l'université de Provence : introduction, histoire géologique, description des terrains, description des unités tectoniques, bibliographie ;
- Guy MENNESSIER, professeur à la faculté des sciences d'Amiens : description des terrains ;
- Jacques ROUIRE, ingénieur géologue au Bureau de recherches géologiques et minières : description des terrains, forages, bibliographie, rédaction générale ;
- avec la collaboration de :
  - Lucien DAMIANI et Jean FÉRAUD, ingénieurs géologues au B.R.G.M. : substances minérales ;
  - Guy DUROZOY, ingénieur géologue au B.R.G.M. : eaux souterraines.