

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

VALRÉAS

VALRÉAS

par

J. DEBELMAS

La carte géologique à 1/50 000
VALRÉAS est recouverte par les coupures suivantes
de la Carte géologique de la France à 1/80 000
au Nord : PRIVAS (N° 198)
au Sud : ORANGE (N° 210)

Aubenas	Montélimar	Dieulefit
Bourg-Saint-Andéol	VALRÉAS	Nyons
Pont-Saint-Esprit	Orange	Vaison-la-Romaine

NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
VALRÉAS À 1/50 000

Seconde édition

par

J. DEBELMAS

avec la collaboration de

R. BALLELIO, J.-L. BROCHIER, C. FOURNEAUX,
L. MOÛTIER, J.-M. TRIAT

2004

Editions du BRGM
Service géologique national

Références bibliographiques. Toute référence en bibliographie à ce document doit être faite de la façon suivante :

- pour la carte : DEBELMAS J., BALLELIO R., BROCHIER J.-L., FOURNEAUX C, MOÛTIER L., TRUC G. (2004) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Valréas 2^e édition (890). Orléans : BRGM. Notice explicative par J. Debelmas, avec la collaboration de R. Balesio, J.-L. Brochier, C. Fourneaux, L. Moutier, J.-M. Triat (2004), 75 p.

- pour la notice : DEBELMAS J., avec la collaboration de R. BALLELIO, J.-L. BROCHIER, C. FOURNEAUX, L. MOÛTIER, J.-M. TRIAT (2004) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Valréas 2^e édition (890). Orléans : BRGM, 75 p. Carte géologique par J. Debelmas, R. Balesio, J.-L. Brochier, C. Fourneaux, L. Moutier, G. Truc (2004).

© BRGM, 2004. 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.

ISBN : 2-7159-1890-9

SOMMAIRE

	<i>Pages</i>
RÉSUMÉ - ABSTRACT	5
INTRODUCTION	7
<i>SITUATION GÉOGRAPHIQUE</i>	7
<i>CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL</i>	1
<i>CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	9
DESCRIPTION DES TERRAINS	9
<i>TERRAINS AFFLEURANTS</i>	9
Secondaire	9
Tertiaire	23
Quaternaire	45
ÉVOLUTION TECTONIQUE	49
<i>STRUCTURATION</i>	49
<i>SISMOTECTONIQUE</i>	52
ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE	54
GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	57
<i>SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES</i>	57
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	58
<i>ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE</i>	
<i>ET RISQUES NATURELS</i>	59
<i>SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES</i>	60
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	61
<i>SONDAGES COMPLÉMENTAIRES</i>	61
<i>PRÉHISTOIRE</i>	65
<i>ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES</i>	66
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	70
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	71
AUTEURS	75

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 - Carte schématique du bassin de Valréas (d'après G. Demarcq, 1970, modifié)	8
Fig. 2 - Coupe de l'Aptien supérieur dans la région de Clansayes (inspiré de M. Moullade, 1965)	11
Fig. 3 - Coupe du Cénomanién entre Saint-Paul-Trois-Châteaux et Clansayes (d'après J. Sornay, 1950, et des données inédites de S. Vallaëys, 1999)	14
Fig. 4 - L'altération fini-crétacée entre la vallée de la Berre et Saint-Paul-Trois-Châteaux (d'après J.-M. Triat, 1979)	17
Fig. 5 - L'altération continentale fini-crétacée du Turonien supérieur dans la carrière du Chameau, près Saint-Paul-Trois-Châteaux (inspiré de J.-M. Triat, 1979)	18
Fig. 6 - Le « golfe rhodanien » au Turonien supérieur entre Montélimar et Avignon (d'après J.-M. Triat, 1979, modifié)	20
Fig. 7 - Tableau de corrélation des faciès du Crétacé supérieur à la limite des feuilles Valréas et Orange (d'après J. Sornay, 1950, modifié)	22
Fig. 8 - Coupes du Burdigalien dans la partie nord de la feuille Valréas. En A, isopaques de la formation détritiquè de base montrant l'existence de paléo-vallées fluviales (d'après J.-L. Lesueur <i>et al.</i> , 1990)	26
Fig. 9 - Coupe du Petit Cordy (2,5 km à l'Ouest de Grignan) (inspirée de G. Demarcq, 1970, modifié)	28
Fig. 10 - Le Miocène dans les sondages de Bouchet et Villedieu	32
Fig. 11 - Coupe du Langhien au Nord-Est de Grignan, établie grâce à la tranchée de l'oléoduc Sud-européen (d'après G. Demarcq, 1970)	34
Fig. 12 - Stratigraphie du Miocène de la feuille Valréas (inspiré de G. Demarcq, 1970, modifié)	36
Fig. 13 - Forage de Pierrelatte et schéma de répartition des faciès du Pliocène (d'après R. Ballesio, 1972, complété)	40
Fig. 14 - Coupe Bollène-Visan (d'après R. Ballesio, 1972)	41
Fig. 15 - Golfe pliocène des vallées du Lez et de l'Aigues (d'après R. Ballesio, 1972, simplifié)	42
Fig. 16 - Schéma structural de la vallée du Rhône entre Donzère et Bollène (inspiré de R. Ballesio, 1972)	50
Fig. 17 - Coupes comparées des trois grands forages du Sud de la feuille	62

RÉSUMÉ

Cette feuille est située en rive gauche du couloir rhodanien, entre le défilé de Donzère au Nord et l'agglomération de Bollène au Sud. Elle correspond à la région naturelle dite du Tricastin (Saint-Paul-Trois-Châteaux). Son intérêt géologique porte essentiellement sur les ponts suivants :

- *la stratigraphie du Miocène* qui y offre d'excellents affleurements et des coupes quasi complètes, permettant d'avoir une idée précise sur l'évolution du bassin correspondant. La nouvelle édition de la feuille Valréas précise et complète les travaux classiques de G. Demarcq sur cette formation.

- *l'altération de la série Albien-Turonien*. Les marnes gréseuses sont transformées en grès rutilants (travaux récents de J.-M. Triat), longtemps confondus avec ceux de l'Éocène, à la suite d'une émergence de la région à la limite Turonien-Coniacien, au moins dans sa partie Sud, car partout ailleurs, l'émergence post-turonienne a pu se prolonger jusqu'à la transgression miocène.

- *la structure et l'évolution tectonique du Tricastin*. Le bassin miocène est encadré par deux phases de plissement post-miocène, d'orientation différente, qui lui donne donc la forme d'une alvéole de « carton à œufs ».

- *la sismologie*. Le Tricastin est l'une des régions les plus sismiques du Sud-Est de la France. Un inventaire des principales secousses historiques est donné. Elles traduisent l'effondrement de petits compartiments dans le secteur situé entre Clansayes et Saint-Paul-Trois-Châteaux.

ABSTRACT

The Valréas map area, part of the natural region of Tricastin (Saint-Paul-Trois-Châteaux), lies on the left-hand side of the Rhone corridor, between the Donzère pass to the north and the town of Bollène to the south. The geology of the area can be summarised as follows :

- *the Miocene succession*, which can be observed in quality outcrops as almost complete sections, provides an accurate indication of basin evolution. The new edition of the Valréas map benefits from data that clarify and complement the classic works of G. Demarcq.

- *the weathered Albien-Turonian succession*. Sandy marls have been altered to rutilated sandstone (recent work of J.-M. Triat), considered for a long time as belonging to the Eocene. Weathering occurred during widespread emergence at the passage from the Turonian to the Coniacian, at least in the southern part of area because everywhere else, post-Turonian emergence continued until the Miocene transgression.

- *structural geology and tectonic evolution of the Tricastin*. The Miocene basin is affected by two post-Miocene folding phases, with different orientations, that are responsible for its "egg-box" cavity shape.

- *seismology*. Tricastin is one of the regions with the highest seismicity in southeastern France. The main historical tremors, which caused the collapse of small blocks in the area between Clansayes and Saint-Paul-Trois-Châteaux, are given in the form of an inventory.

INTRODUCTION

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le territoire couvert par la feuille Valréas à 1/50 000 est situé sur la rive est du couloir rhodanien, entre le défilé de Donzère, au Nord, et l'agglomération de Bollène, au Sud. La feuille correspond donc à la région du Tricastin. Curiosité historique, la capitale régionale est Saint-Paul-Trois-Châteaux, dont la dénomination dérive d'une mauvaise interprétation du nom de l'ancien territoire de la tribu gauloise des Tricastini. L'agglomération la plus importante est Valréas qui, historiquement, n'appartenait pas au Dauphiné mais au Comtat-Venaissin et qui représente aujourd'hui encore une enclave du département du Vaucluse dans celui de la Drôme.

Sur le plan climatique, cette région appartient nettement à la Provence, ce que montre une végétation de type garrigue sur les plateaux et reliefs calcaires, avec chêne vert et plantes méditerranéennes typiques. Dans les anciennes zones rurales abandonnées, l'amandier est fréquent, revenu à l'état pratiquement sauvage.

Les cultures manifestent aussi ce caractère méditerranéen avec la présence de la lavande (Salles-sous-Bois, Taulignan, Valréas, Visan) et du chêne truffier (Richerenches, Visan). L'olivier autrefois fréquent a été complètement détruit par l'hiver rigoureux de 1956. La vigne occupe les deux tiers des surfaces cultivées dans la partie sud de la feuille (coteaux de l'Aigues et de l'Hérin) ainsi que plus au Nord, sur la terrasse des Echirouzes. Les terrains plus humides ou irrigués à partir du Rhône sont réservés aux céréales (maïs dominant), au tournesol, à la tomate pour conserverie et aux arbres fruitiers.

CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Sur le plan géologique, l'essentiel de la feuille est constitué par le large synclinal miocène de Valréas qui déborde toutefois sur les feuilles Nyons, à l'Est, Orange et Vaison, au Sud. Au centre de cette vaste cuvette, les terrains tertiaires sont généralement masqués par d'immenses cônes alluviaux wurmiens, à pente très faible, qui s'étendent entre Valréas, Suze-la-Rousse et Tulette (fig. 1).

Le réseau hydrographique est évidemment commandé par l'omniprésence du Rhône dont la vallée occupe toute la bordure ouest de la feuille ; mais celui-ci n'apparaît que dans l'angle nord-ouest de la carte, au débouché du défilé de Donzère. Ailleurs, le fleuve laisse sa place au canal de dérivation de Donzère-Mondragon qui aboutit à l'usine hydroélectrique de Bollène. Ce canal sert aussi de refroidisseur pour la centrale nucléaire du Tricastin.

Sur sa rive gauche, le Rhône reçoit deux affluents. Au Nord, la Berre sépare, d'une part les reliefs urgoniens du Moulon et le pays oligocène

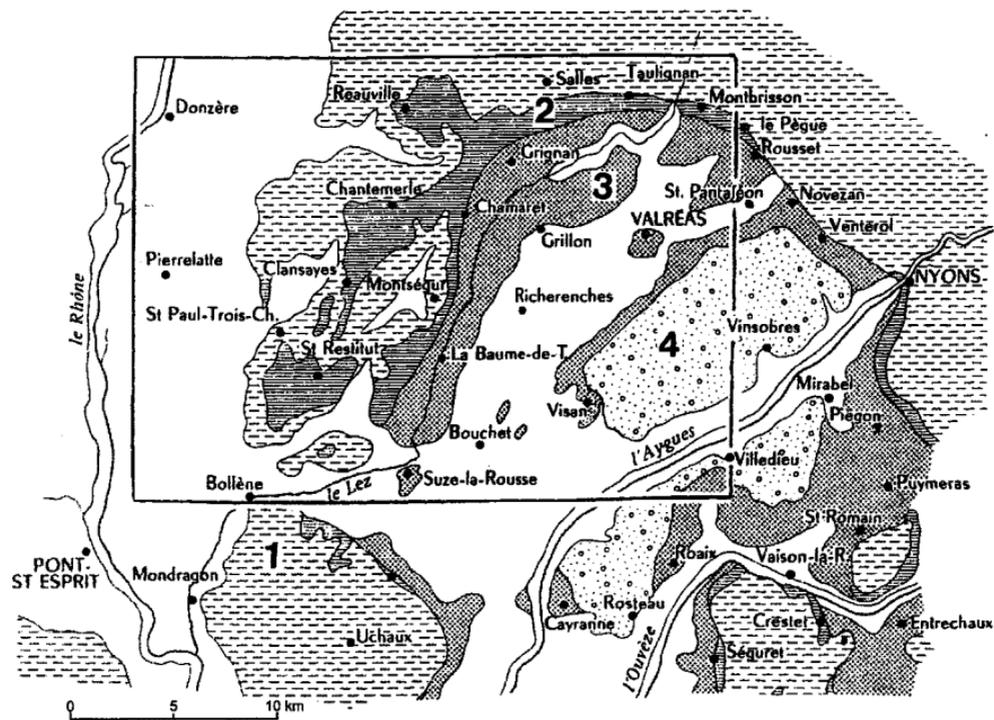


Fig. 1 - Carte schématique du bassin de Valréas (d'après G. Demarcq, 1970, modifié).
 1 : Substratum anté-miocène ; 2 : Burdigalien ; 3 : Langhien-Serravallien ; 4 : Messinien

de Réauville, et d'autre part le pays miocène de Chantemerle, avec le grand plateau burdigalien du Rouvergue. Au Sud, viennent le Lez et ses petits affluents (la Coronne, qui arrive de Valréas, et l'Hérin qui arrive de Visan). Ces cours d'eau drainent une large vallée comblée d'épandages wurmiens à peine disséqués, qui s'étend de Valréas à Suze-la-Rousse. Cette vaste plaine sépare deux ensembles géologiques : à l'Ouest les reliefs de Grignan à Suze-la-Rousse où dominent les molasses burdigaliennes transgressives sur le Crétacé supérieur, et, à l'Est, les reliefs de Valréas à Visan où affleurent les marnes sableuses du Tortonien coiffées des conglomérats messiniens.

Enfin, l'Aigues, autre affluent important du Rhône, n'apparaît que dans l'angle sud-est de la feuille.

Tous ces cours d'eau sont les héritiers d'un réseau fluvial néogène, partiellement envahi par la mer au Pliocène.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

Cette deuxième version de la feuille Valréas a largement repris les levés du Miocène effectués entre 1960 et 1964 par G. Demarcq pour la première édition. Ce remarquable travail, appuyé sur une stratigraphie rigoureuse, n'a été retouché que très localement, notamment dans la région de Visan où une partie des cailloutis tapissant les reliefs est maintenant considérée comme pliocène. Le Pliocène a, en effet, fait l'objet de nouveaux levés (R. Ballesio), rendus indispensables par l'altération des affleurements et l'urbanisation. La feuille tient enfin compte des travaux de J.-M. Triat sur les phénomènes d'altération continentale (ocrication) du Crétacé supérieur et des observations de J. Debelmas sur la structure tectonique.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS AFFLEURANTS

SECONDAIRE

Crétacé inférieur

n5U. **Bédoulien calcaire à faciès urgonien (Aptien inférieur) (250 à 300 m)**. Dénommé « Bédoulien » par les auteurs régionaux, ce niveau est seulement représenté sous son faciès urgonien, il est cantonné dans le quart nord-est de la feuille : défilé de Donzère, hauteurs du Moulon (près de Roussas), principalement, sans oublier le curieux rocher de Pierrelatte et quelques autres affleurements isolés (bois de la Faye au Sud de la Garde-Adhémar).

Ce sont des calcaires massifs, durs, à sections de rudistes. Comme on n'en voit pas la base, on ne peut préciser leur épaisseur, supérieure

aux 250 m visibles (probablement 300 m d'après les résultats de campagnes de prospection sismique). Il s'agit de biocalcirudites micritiques, de biocalcarénites spathiques et de biomicrites à *Matheronia virginiae*, *Toucasia carinata* et *Requienia ammonia*. La microfaune comprend *Orbitolinopsis cuvillieri* associé à des dasycladacées (*Salpingoporella*), de petites formes benthiques (*Textularia*) et des miliolidés (*Rymanolocolina robusta*).

n5B. **Bédoulien calcaréo-marneux (Aptien inférieur) (15 m)**. À leur partie supérieure, les calcaires urgoniens passent progressivement à des calcaires micritiques gris jaunâtre, légèrement marneux, voire gréseux, bien lités, épais d'une quinzaine de mètres, à *Exogyra aquila* et fragments de grosses ammonites indéterminables (lotissement de la Planchette au Sud du col de la Justice). Ces calcaires ceinturent à l'Est le dôme urgonien aplati du Bois de la Faye (au Sud de la Garde-Adhémar). On les retrouve aussi au pied même de cette agglomération, au débouché aval du Val de Magne (Val des Nymphes).

n5G. **Gargasien des auteurs régionaux (Aptien supérieur) (70 m)**. Il comprend deux termes lithologiques :

- n5Ga. **Gargasien inférieur marneux (Aptien supérieur) (25 à 30 m)**. Ce sont des marnes grises, légèrement sableuses, à *Neohibolites semicanaliculatus* et débris de plicatules. Quelques interlits calcaréo-gréseux soulignent la stratification.

- n5Gb. **Gargasien supérieur sableux, avec son niveau « clansayésien » (Aptien supérieur) (40 m)**. Dans la région de Clansayes, les marnes précédentes se complètent à leur sommet, par une quarantaine de mètres de sables fins, argileux et glauconieux, à patine jaune pâle, contenant toujours *Neohibolites semicanaliculatus*. Ces sables sont encore entrecoupés de quelques bancs décimétriques, plus ou moins friables, de grès marneux et glauconieux, à patine rouille, qui disparaissent dans les dix derniers mètres en même temps que la coloration jaune s'accroît (fig. 2).

À la partie supérieure de ces sables jaunes, s'observent des passées graveleuses à stratification entrecroisée et des lits de nodules phosphatés gris ou noirs, jadis exploités. Ce niveau, qui ne dépasse pas 5 m d'épaisseur, a fourni *Acanthoplites bigoureti*, *A. bergeroni*, *Hypacanthoplites nolani*, *Diadochoceras nodosocostatum*, caractéristiques du sommet de l'Aptien (partie inférieure de la zone à *Hypacanthoplites jacobi*). Cet horizon, dit « clansayésien » par les auteurs régionaux, est parfois considéré comme le troisième sous-étage de l'Aptien, succédant au Bédoulien et au Gargasien ; sous-étage dont ce serait ici le stratotype. L'Albien commence au-dessus, avec des sables jaunes à ocre, assez épais.

La série terminale du Gargasien de Clansayes et l'horizon clansayésien ont été surtout étudiés à la fin du 19^e et au début du 20^e siècle, à l'époque où les exploitations de sables et de nodules phosphatés facilitaient l'accès et la qualité des affleurements. La liste des fossiles

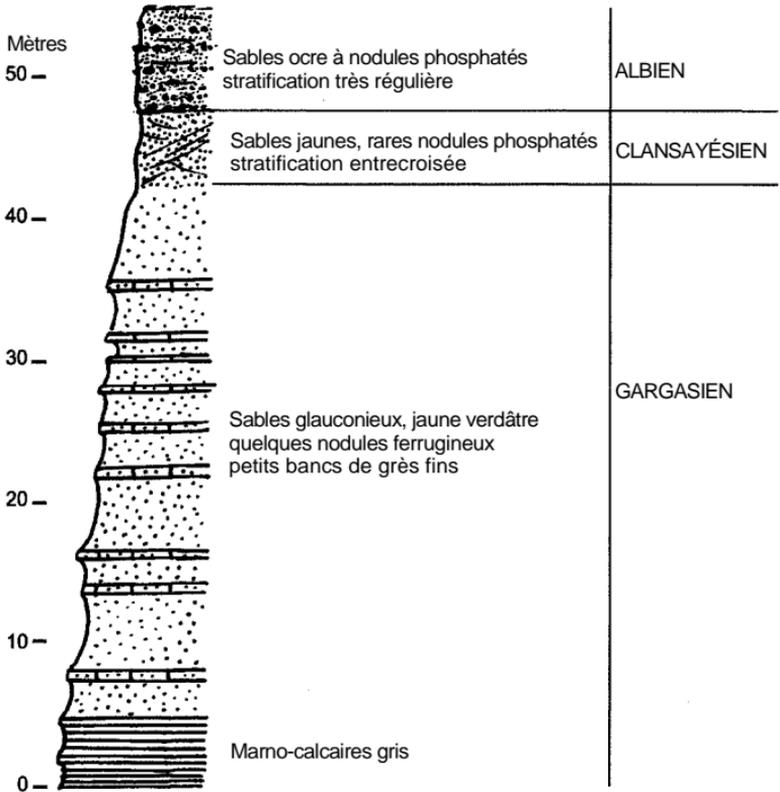


Fig. 2 - Coupe de l'Aptien supérieur dans la région de Clansayes (inspiré de M. Moullade, 1965)

recueillis alors est beaucoup plus complète que celle citée plus haut (voir Moullade, 1965), tant dans les marnes et sables gargasiens que dans les sables clansayésiens sus-jacents. Actuellement, les lieux sont envahis par la végétation, et les anciennes carrières sont écroulées et masquées par une chape de sables meubles, où toute récolte de fossiles est à peu près impossible.

Cependant, l'horizon clansayésien constituée de grès sableux jaunâtres, peut être suivi approximativement au travers des fourrés. Il a donc été représenté sur la carte par un trait coloré que l'on a poursuivi vers l'Ouest jusqu'au Nord de Saint-Paul-Trois-Châteaux. En effet, à la fin du 19^e siècle, on exploitait encore des sables phosphatés jusque dans les collines de Venterol et Chanabasset, et ce faciès est considéré comme un marqueur lithostratigraphique de ce niveau.

La microfaune (ostracodes et foraminifères) n'apporte pas de résultats biostratigraphiques probants. Ceci d'autant plus que les formes se raréfient et disparaissent même dans ce niveau clansayésien et dans l'Albien inférieur, probablement par destruction mécanique des tests au sein d'un milieu de sédimentation agitée et chargé de minéraux abrasifs. Cette microfaune permet cependant d'établir des corrélations avec la coupe de Gargas (Vaucluse), qui laissent à penser que le véritable Clansayésien de Clansayes pourrait, en fait, avoir été détruit par l'abrasion sous-marine évoquée. Ce qui expliquerait la présence d'ammonites remaniées de ce sous-étage dans les sables jaunes de la base de l'Albien et les controverses relatives à la position du Clansayésien dans la nomenclature stratigraphique. Faute de certitudes sur ce point, nous avons maintenu, au moins provisoirement, la présence de Clansayésien sur la carte. Toutefois, ces considérations, jointes à l'état actuel des affleurements, entraînent que le stratotype de ce sous-étage ne peut plus être situé à Clansayes.

n6. Sables glauconieux (Albien, y compris Vraconien) (\pm 100 m). Leur base est difficile à distinguer du Clansayésien. Ce sont des sables plus ou moins marneux, verdâtres (glauconie) mais très souvent colorés en jaune à ocre-rouge par suite de l'altération continentale finicrétacée (voir plus loin). Leur épaisseur, difficile à préciser en raison des mauvaises conditions d'affleurement, est de l'ordre de la centaine de mètres. La stratification est généralement entrecroisée. Ils se terminent par des bancs de grès dans lesquels les anciens auteurs ont signalé des ammonites de l'Albien supérieur qui n'ont pas été retrouvées.

Sur la carte, on n'a pu séparer l'Albien terminal (Vraconien des auteurs régionaux) du reste de l'Albien, bien qu'il existe certainement dans le fond du ravin des Allisses, au pied nord de Clansayes, et à la base des versants est et ouest de la combe du Verger, au Sud de ce même village. Ce sont des sables grésoglaucieux, verdâtres à jaunâtres, à petits bancs irréguliers de grès calcaires gris jaunâtre. Les fossiles y sont très rares. *Mortoniceras inflatum* y a cependant été signalé. J. Sornay (1950) cite aussi, sur le versant Ouest de la butte de

la chapelle Notre-Dame de Toronne, *Anisoceras* cf. *perarmatum*, *Pervinqueria* aff. *rostrata* et *Stoliczkaia* sp. Dans cette coupe, le passage au Cénomaniens est très progressif et la limite difficile à placer.

♣6. **Faciès d'altération de l'Albien** (sables rouges, bruns ou blancs). Voir plus loin.

L'Albien et le Gargasien manquent dans la partie sud de la feuille (sondages de Bouchet et de Suze-la-Rousse ; voir fig. 10).

Crétacé supérieur

c1. **Calcaires gréseux et marnes (Cénomaniens) (150 à 200 m)**. Alternance de bancs de grès ou de calcaires marneux finement gréseux et de marnes, le tout plus ou moins riche en glauconie. Cet ensemble affleure dans l'angle nord-est de la feuille (vallée du Lez) et entre Clansayes et Saint-Paul-Trois-Châteaux (combe du Verger - côte du Serre, où la coupe est la plus complète, fig. 3).

La macrofaune est en général peu abondante, souvent mal conservée, voire remaniée et roulée. *Schloenbachia varians*, *Inoceramus crispi*, *Amphidonte obliquatum* (*Exogyra conica*), *Alectryonia* sp., *Plicatula* sp., oursins (*Discoidea*) se retrouvent à tous les niveaux. En revanche, *Mantelliceras* cf. *mantelli*, *Hyphoplites falcatus* ont été signalés à la base, avec une microfaune à *Rotalipora apenninica*, *R. montsalvensis*, *Praeglobotruncana stephani*. La partie supérieure a fourni *Acanthoceras rothomagense*, *Scaphites æqualis* et de nombreuses rhynchonelles (*Rh. grasiana*, *Rh. latissima*, *Rh. depressa*) avec une microfaune à *Rotalipora cushmani* et *Praeglobotruncana algeriana*.

Le passage au Turonien se fait dans des grès siliceux plus durs, très grossiers, déterminant un relief marqué (crête sommitale de la côte du Serre et vallée du Lez), grès avec lesquels on a fait débiter le Turonien.

♣ ci. **Faciès d'altération du Cénomaniens (sables marron)**. Voir plus loin.

Le Cénomaniens inférieur manque dans le forage de Bouchet, mais il est complet dans celui de Suze-la-Rousse, avec ses faciès habituels, sur une épaisseur de 426 m probablement due à un pendage assez accentué.

C2. **Ensemble calcaréo-gréseux (Turonien) (150 à 200 m)**. Épais de 150 à 200 m, il affleure surtout dans la vallée du Lauzon, sur le revers sud-est du plateau du Rouvergue jusqu'à Solérieux et Montségur, ainsi que dans l'angle nord-est de la feuille (vallée du Lez).

- C2G. **Grès grossier glauconieux (Turonien inférieur) (20 à 30 m)**. Dans la vallée du Lez, il forme un ressaut bien visible et recoupé par la D538. Ce niveau de base est également connu à l'Est

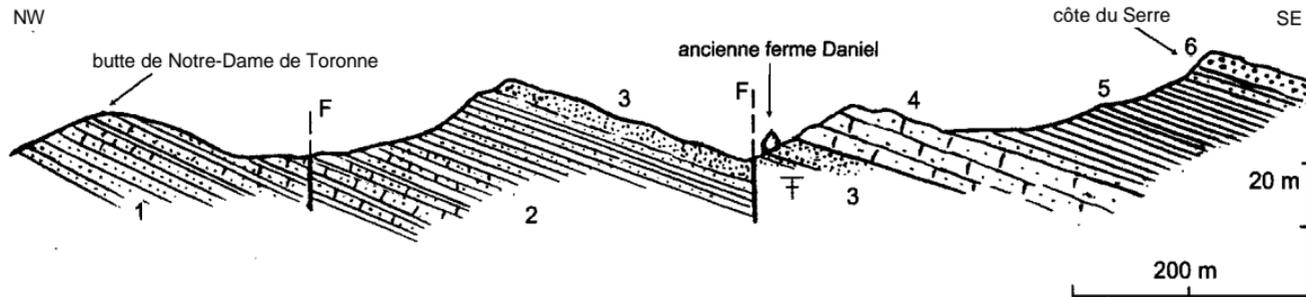


Fig. 3 - Coupe du Cénomanién entre Saint-Paul-Trois-Châteaux et Clansayes (d'après J. Sornay, 1950, et S. Vallaëys, 1999, modifié).

1. Sables glauconieux, jaunâtres à verdâtres, à petits bancs de grès (50 m environ), fortement bioturbés, à *Anisoceras* sp. et *Stoliczkaia* sp.
2. Marnes sableuses à petits bancs gréseux (50 m), toujours bioturbés, ayant fourni jadis *Neohibolites*, *Turrillites*, *Chlamys*, *Epiaster*, *Mantelliceras*, *Exogyra conica*, avec des débris de foraminifères benthiques (*Gavellina cenomanica*) et planctoniques, mal conservés (*Rotalipora*, *Globigerinelloides*).
3. Niveau gréseux comportant d'abord un banc métrique à graviers noirs et fossiles roulés phosphatés (*Rhynchonella*, *Discoidea*, *Holaster*, *Exogyra conica*, *Inoceramus*, *Mantelliceras*). Puis viennent 8 m de grès et sables jaunes, qui ont fourni une faune identique, avec quelques foraminifères benthiques (*Textularia*) et des spicules d'éponges.
4. Calcaires gréseux blancs (20 à 30 m), plus ou moins bioturbés, à spicules d'éponges et radioles d'oursins, *Exogyra conica*, *Acanthoceras* cf. *rothomagensis*, *Acompsoceras* sp., *Schloenbachia* sp., *Inoceramus*, etc. Cet ensemble se termine par une surface durcie discrète, avec bioturbations éparses.
5. Marnes gris blanchâtre, peu ou pas glauconieuses, coupées de petits bancs calcaires discontinus, à *Acanthoceras rothomagensis*, *Cymatoceras pseudoelegans*, *Inoceramus*. Rares foraminifères benthiques (*Nodosaria*, *Gavellina*, *Valvulineria*, *Dorothea*) et pélagiques (*Whiteinella baltica*, *Guembelitra*, *Heterohelix*, *Rotalipora thomei*) du Cénomanién supérieur. Il manque toutefois les foraminifères planctoniques de la zone à Archeocretacea du sommet du Cénomanién.
6. Banc de grès grossier à galets et graviers noirs phosphatés, fragments de fossiles roulés et cassés (*Inoceramus labiatus*, *Ostrea vesicularis*, *Pachydiscus peramplus*, *Rhynchonella cuvieri*, etc.) rattaché au Turonien.

de Saint-Paul-Trois-Châteaux (col entre la ferme Daniel et la combe Guillon), sur 10 à 15 m d'épaisseur. Il se poursuit en surface structurale dans le Bois Noir, au Nord de Solérieux. La microfaune planctonique permet de le dater du Turonien inférieur (*Præglobotruncana helvetica*, *P. canaliculata*, *P. difformis*).

- C2C. **Calcaires micritiques gris, à silex, glauconieux (Turonien) (100 à 150 m)**, plus ou moins gréseux, à stratification entrecroisée, se débitant en dalles ou en plaquettes, sauf là où le faciès devient plus crayeux et plus blanc. La glauconie est pratiquement constante partout. La faune, peu abondante, consiste surtout en oursins fouisseurs limnivores (*Discoidea*, *Holaster subglobosus*), lamelli-branches (*Inoceramus labiatus*, *Ostrea vesicularis*), ammonites (*Pachydiscus peramplus*, *Scaphites geinitzii*) et dents de poissons. À ces formes, s'ajoutent, au Nord de Saint-Pierre-de-Senos, et plus à l'Est, dans les combes des Croilles et de Lamaron, *Cucullæa matheroni*, *Coilopoceras requieni*, *Trochosmila compressa*, *Natica* sp. La microfaune planctonique a donné les espèces déjà citées pour les couches basales, associées à *Marginotruncana angusticarinata*, *M. coronata*, *M. sigali*, *M. renzi*.

L'épaisseur du Turonien calcaire est de l'ordre de 100 à 150 m. Or la vallée de Solérieux y est entièrement creusée, lui donnant ainsi une épaisseur apparente bien supérieure, disposition probablement due à des failles (voir chapitre tectonique).

- C2S. **Grès « ucétiens » à interlits marneux et glauconie (Turonien supérieur) (10 à 20 m)**. Le Turonien se termine par des faciès plus franchement gréseux, toujours glauconieux, avec quelques interlits marneux, qui traduisent des apports importants de produits détritiques venant de l'Ouest. Ces niveaux supérieurs sont conservés au Sud de Chamaret dans la tranchée de l'ancienne voie ferrée Pierrelatte-Nyons, sur une épaisseur de 10 à 20 m, certainement réduite par une érosion postérieure car ils sont directement surmontés par la molasse miocène. L'échelle de la carte n'a pas permis de les représenter.

Le Turonien supérieur gréseux affleure plus largement dans la partie Sud de la feuille, ce qui est normal car on s'approche alors du massif d'Uchaux où il prend un développement considérable (faciès dit « ucétien » - étym. Uzès - des anciens auteurs, Grès de Montmout et de Boncavail de la feuille Orange). Ces grès apparaissent 2 km à l'Est de Saint-Paul-Trois-Châteaux, dans les anciennes carrières du Chameau et de Chanteperdrix, ainsi que dans le soubassement Nord du plateau de Saint-Restitut et à la carrière Saint-Michel, 1 km au Sud de Solérieux. Dans ces trois localités, ils sont fortement altérés en sables bigarrés (cf. paragraphe consacré aux altérations du Crétacé supérieur).

Leur âge a été établi à la carrière Saint-Michel où les sables blancs du fond de la carrière sont surmontés de quelques bancs de calcaires gréseux jaunâtres qui ont fourni des gastéropodes (*Trajanella amphora*, *Turritella uchauxensis*), des lamelibranches et des ammonites (*Scaphites turonensis*) du Turonien supérieur (Porthault et Truc, 1969).

Les Grès « ucétiens » se développent enfin plus au Sud et, cette fois, peu ou pas altérés, sur le plateau du Mont Joly, entre Bollène et Suze-la-Rousse. Ils y forment la butte d'Angremont et, surtout, celle du Mont Joly où ils sont coiffés par le Miocène. Ce sont des grès blancs ou jaunes, plus ou moins ferrugineux, avec des zones entièrement sableuses, jadis exploitées ici et là. Ils ont donné des débris d'huîtres et de rudistes silicifiés (*Hippurites*, *Orbignya*). L'épaisseur visible est de l'ordre d'une vingtaine de mètres mais, une fois de plus, le Miocène tronque la série et le passage au Coniacien n'est pas visible.

Le Turonien a été recoupé par les forages de Bouchet et de Suze-la-Rousse sous un Burdigalien quasi-horizontal (voir coupes en couleur en marge de la carte). Il y montre une alternance de grès calcaires plus ou moins grossiers et de marnes gréseuses. À Suze, la formation est altérée dans les 150 m supérieurs (sables argileux et grès ocrés) et atteint au total une épaisseur de 843 m, ce qui pose un problème. En effet, même si l'épaisseur relevée dans les affleurements de cette feuille passe de 200 m à près de 400 dans le forage de Bouchet et, plus au Sud, dans le massif d'Uchaux (feuille Orange, et Philip *et al.*, 1984), c'est-à-dire vers l'axe du sillon rhodanien (fig. 6 et 7), les 843 m du sondage de Suze ne peuvent s'expliquer que par un pendage local assez fort de la formation (60° environ seraient nécessaires à partir d'une série épaisse de 400 m) ou un jeu de failles assez complexe. On aurait là l'indication d'une tectonique anté-burdigalienne, plus exactement anté-campanienne, bien connue plus à l'Est, dans la fosse vocontienne.

∞C2. **Faciès d'altération du Turonien.** Voir ci-après.

Altérations continentales de la série Albien-Turonien

Elles se traduisent par la formation de sables bigarrés, cartographiés comme éocènes dans la première édition de la feuille. Depuis les travaux de J.-M. Triat (1979) et de Guendon *et al.* (1983), l'essentiel de ces sables est considéré comme d'âge crétacé supérieur. On les décrira du Nord au Sud car cette altération affecte la surface d'un monoclinale à pendage sud, allant de la vallée de la Berre à Saint-Paul-Trois-Châteaux, et de l'Albien, au Nord, jusqu'au Turonien, au Sud (fig. 4).

- *Dans le bassin de la Berre*, l'altération affecte les grès et sables albiens (n°6) qui sont jaunis et ocrifiés sur des épaisseurs de quelques mètres à quelques dizaines de mètres. Il existe localement des grès quartziteux durs coiffant la série altérée (butte du château de Roussas) mais, le plus souvent, celle-ci est constituée de 20 à 40 m de grès

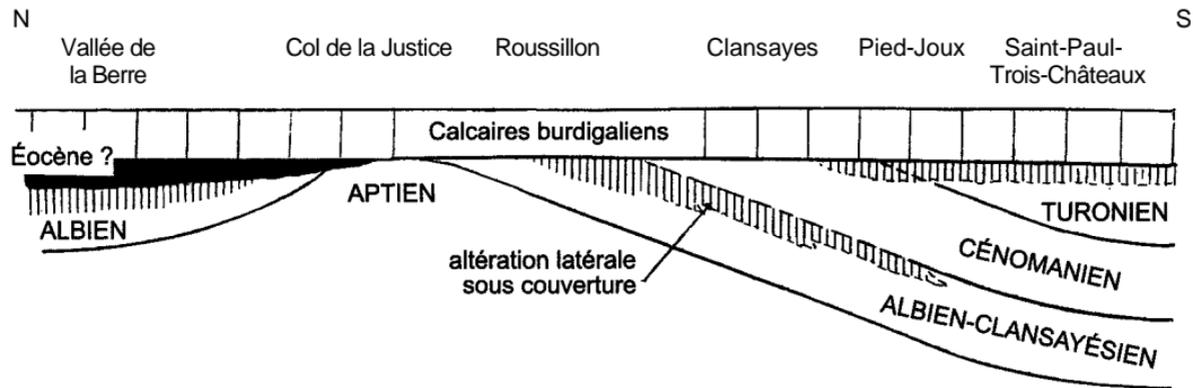


Fig. 4 - L'altération fini-crétacée entre la vallée de la Berre et Saint-Paul-Trois-Châteaux (d'après J.-M. Triat, 1979)

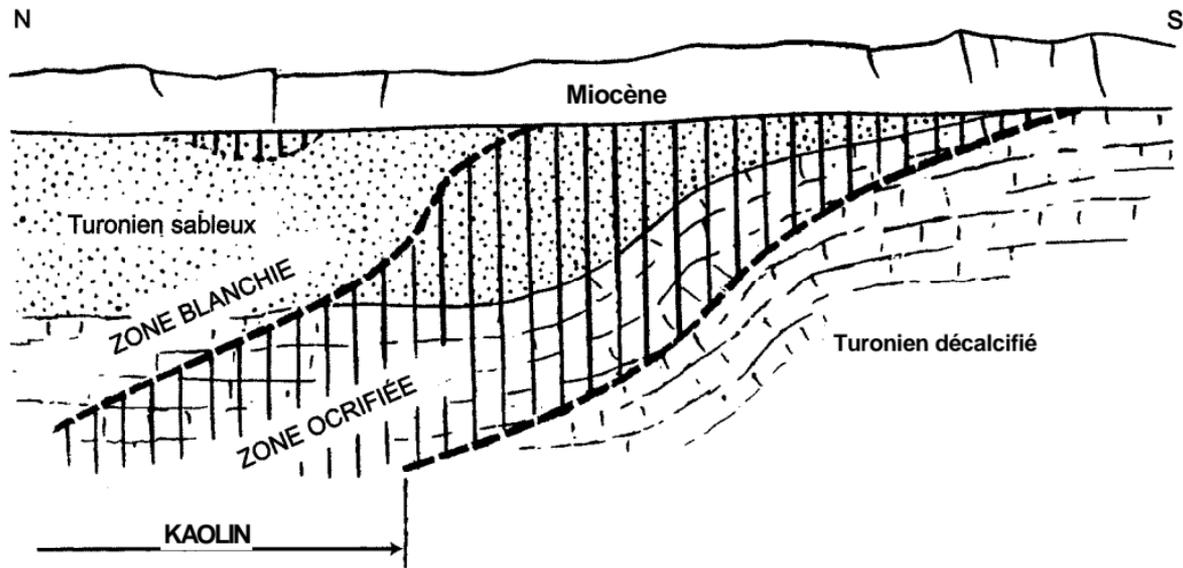


Fig. 5 - L'altération continentale fini-crétacée du Turonien supérieur dans la carrière du Chameau, près de Saint-Paul-Trois-Châteaux (inspiré de J.-M. Triat, 1979)

sableux ocre ou blancs, friables, dans lesquels quelques bancs isolés soulignent l'ancienne stratification. Des grès ocreux plus durs couronnent souvent les affleurements érodés en aiguilles déchiquetées (sablères de Roussas et, en rive gauche de la Vence, ravin des Brugières).

L'« ocrification » résulte de l'altération de la glauconie, qui libère du fer. Celui-ci est oxydé en goethite, de couleur jaune, ou en hématite, de couleur rouge. La fraction phyllosilicatée-alumineuse de la glauconie et les argiles d'origine (smectite et illite) sont hydrolysées et remplacées par de la kaolinite, minéral argileux caractéristique des faciès ocreux (la kaolinite a d'ailleurs été jadis exploitée ici dans de nombreuses carrières). Le blanchiment intervient plus tard, avec l'élimination de la goethite et des oxydes de fer par lessivage, en conditions réductrices. Ce départ de fer et la libération de silice sont à l'origine de cuirasses superficielles, ferrugineuses ou siliceuses.

En quelques points (cimetière de Roussas, le Creux Rouge et le Serre Rouge, respectivement au Sud-Est et à l'Est des Granges Gontardes, pentes à l'Est du col de la Justice), le complexe « ocrifié » et parfois blanchi, est surmonté de sables rouges qui semblent bien le raviner ou reposer sur lui par l'intermédiaire d'un lit de concrétions calcaires (calcrète). Il s'agit de dépôts plus récents, liés à la sédimentation éocène. Cette question sera reprise à propos de l'Éocène.

- *Au Nord de Clansayes*, les phénomènes d'ocrification du bassin de la Berre se retrouvent au lieu-dit Roussillon, sur le versant Sud de l'anticlinal surbaissé du col de la Justice, à noyau aptien (fig. 4). Ils affectent toujours l'Albien et avec les mêmes effets. C'est encore le cas à la butte du Devès et dans le secteur de Clansayes, mais on a ici un cas d'« altération latérale sous couverture » (Triat, 1979), c'est-à-dire que les faciès ocreux qui apparaissaient jusqu'ici en surface, s'enfoncent dans l'Albien supérieur - Vraconien gréseux qu'ils colorent en brun-jaune entre deux ensembles plus marneux et plus imperméables (butte de Notre-Dame de Torronne).

Cette teinte brun-jaune est toujours due à de la goethite qui épigénise le ciment de calcite et enduit les grains de quartz aux dépens de la glauconie qui est décolorée. Le tout s'accompagne d'une décarbonatation générale permettant l'individualisation de sable aux dépens des grès calcaires (sables marron de la base de la colline Notre-Dame de Torronne). Cette ferruginisation de la roche reste modeste et n'atteint pas ici le stade de l'ocrification (pas de kaolinisation).

- *Dans la région de Saint-Paul-Trois-Châteaux*, c'est le Cénomaniens (Nc1) qui est altéré (buttes de Châtillon et de Pied-Joux). Les grès sont jaunis et ocrifiés, avec poches de sables roux et restes d'une cuirasse siliceuse démembrée (blocs épars de quartzites massifs, bruns ou blancs). Ces caractères se retrouvent à 3 km au Sud-Ouest de Saint-Paul-Trois-Châteaux, près de Bollène-Écluse, entre la combe de Fontcouverte et le Serre Blanc, au toit d'un compartiment de grès cénomaniens isolé par des failles anté-burdigaliennes.

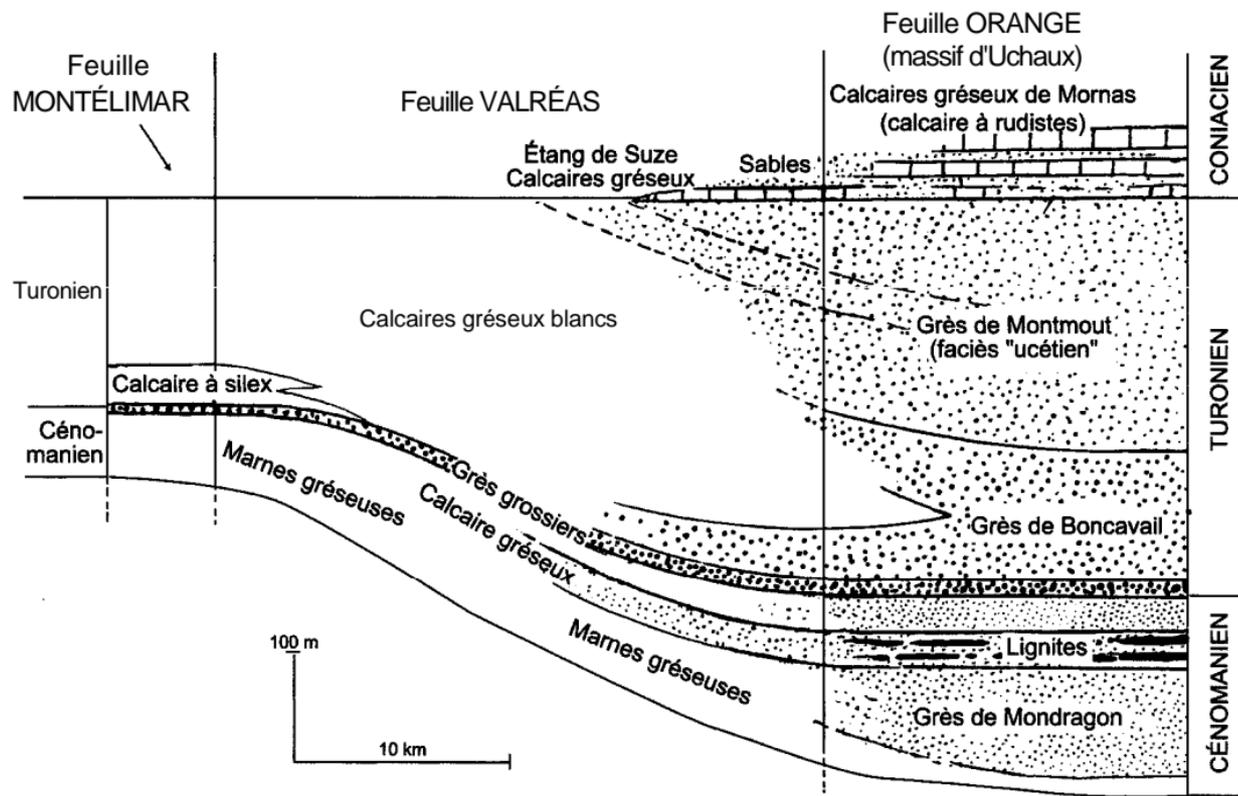


Fig. 6 - Tableau de corrélation des faciès du Crétacé supérieur à la limite des feuilles Valréas et Orange (d'après J. Sornay, 1950, modifié)

• *Au Sud-Est d'une ligne Bollène - Saint-Paul-Trois-Châteaux*, c'est le Turonien ([^]C2) qui est altéré. Les carrières du Chameau - Chanteperrix et de Solérieux-Saint-Michel, le talus de la D59a sous le village de Saint-Restitut, en donnent de bons affleurements. On a dit que le Turonien se montrait ici sous deux faciès, des calcaires gréseux blancs à la base, et des sables blancs « ucétiens » au sommet (« Grès d'Uchaux »).

À la carrière du Chameau (improprement appelée carrière de Chanteperrix par J.-M. Triat qui en a donné une description précise en 1979), le calcaire gréseux inférieur est décalcifié. Il ne reste que la trame siliceuse où abondent les spicules de spongiaires, si bien que la roche est une véritable spongolite, légère et dépourvue de calcaire, associée à des grès friables. Le tout est ocrifié suivant une bande oblique, discordante sur la stratification (fig. 5).

Au-dessus, les Sables ucétiens sont rubéfiés et kaolinisés (la carrière exploitait ce kaolin) suivant une bande oblique à la stratification, puis on passe vers le Nord à des sables blancs, toujours riches en kaolin, probablement blanchis par lessivage.

Sous le village de Saint-Restitut, le Turonien supérieur se présente sous la forme de grès sableux ou quartzitiques, de teinte rousse, directement surmontés par la molasse miocène. Enfin, à la carrière de Solérieux-Saint-Michel, on voit des sables blancs surmontés de grès et de sables kaoliniques rouges et jaunes contenant les calcaires gréseux fossilifères cités plus haut, à faune du Turonien supérieur. Il est difficile de dire ici dans quelle mesure les sables blancs du fond de la carrière ont été blanchis par lessivage ou s'il s'agit de leur teinte d'origine.

Enfin, dans le forage de Suze-la-Rousse, on a dit que le sommet du Turonien était altéré sur 150 m d'épaisseur sous la forme de sables argileux ocre et de grès grossiers de même teinte.

• *L'âge de cette altération* est probablement la limite Turonien-Coniacien (fig. 6) car le Coniacien marin existe à peu de distance (étang de Suze, ravin sous les ruines du château de Chabrières) et n'est pas altéré ou fort peu. L'altération serait liée à l'émersion de la bordure nord-ouest d'un golfe rhodanien marin se terminant en cul-de-sac dans la région de Bagnols-sur-Cèze (fig. 7). Cette émergence est liée à des plissements modestes connus dans la région d'Uzès où le Coniacien est discordant sur le Turonien. Cette discordance s'observe aussi, bien que faible (10 à 20°), sur la feuille Valréas, dans le ravin du château de Chabrières.

C3. Calcaires gréseux et sables jaunes (Coniacien) (20 à 30 m) (fig. 7). Ils affleurent surtout autour de l'étang de Suze (en fait, un marais en cours de comblement naturel au cœur d'une doline colmatée d'argile de lessivage). Leurs rapports avec le Turonien supérieur n'y sont pas visibles. Ses couches basales s'observent sur la D59 (route de Saint-Paul-Trois-Châteaux à Suze), quelques centaines de mètres après sa traversée du Lauzon. Ce sont des grès jaune pâle, d'abord grossiers, puis plus calcaires, qui ont fourni, au carrefour de la D59 et de la route

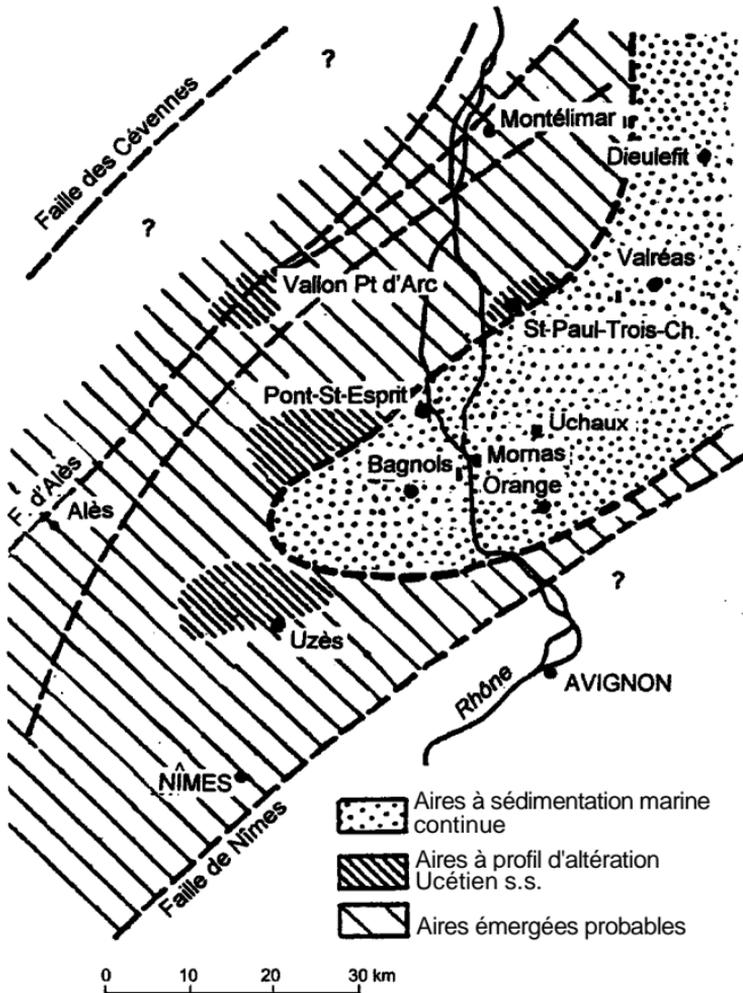


Fig. 7 - Le « golfe rhodanien » au Turonien supérieur entre Montélimar et Avignon (d'après J.-M. Triat, 1979, modifié)

gravillonnée menant à l'étang de Suze, *Rhynchonella cotheani* (forme plutôt turonienne), *Exogyra plicifera* et *Janira quadricostata* qui sont des formes franchement sénoniennes, connues dans les Grès verts de Dieulefit et les Grès jaunes de Piolenc. Il s'agit donc probablement de Coniacien inférieur. Au-dessus, se développent des sables jaunes, épais de 20 à 30 m, tapissant la cuvette de l'étang. Ils sont exploités dans une grande carrière située sur le bord nord de la dépression, où ils sont directement surmontés par la molasse burdigalienne.

Vers le bord sud-ouest de l'étang, et toujours aux approches du contact avec le Miocène, les sables jaunes sont couronnés par des grès grossiers, calcareux, assez durs, de teinte jaune rousse. L'homogénéité de la coloration jaune de la formation dans toute la cuvette exclut qu'il s'agisse d'une altération continentale du type de celle que l'on observe aux carrières de Saint-Michel et Saint-Paul-Trois-Châteaux. Elle s'explique par le remaniement des altérites antérieures.

Un autre affleurement attribué au Coniacien se situe sur le bord sud du plateau de Saint-Restitut, sous les ruines du château de Chabrières, dans la combe menant au Serre de Bourreau. Sous la molasse burdigalienne, apparaissent là des calcaires gréseux clairs, bien stratifiés, coupés de quelques bancs plus massifs, qui ont fourni des débris d'*Exogyra*. Ces calcaires, subhorizontaux, reposent en légère discordance sur les calcaires blancs, plus ou moins crayeux et gréseux, du Turonien, à pendage 15° Sud. Aucune trace d'altération n'apparaît au contact (peu visible d'ailleurs), mais la discordance s'accorde bien avec l'existence, évoquée plus haut, de mouvements à la fin du Turonien.

Le Coniacien a été retrouvé dans deux forages près de Suze-la-Rousse (DSU-1 et 27) sous la forme de sables argileux jaunes et de grès jaunâtres à roussâtres, plus ou moins calcaires et glauconieux, épais d'une trentaine de mètres.

TERTIAIRE

Paléogène

e. **Sables rouges et blancs (Crétacé supérieur altéré ? Éocène ?)**. On a attribué à l'Éocène, avec doute, des sables rouge vif, plus rarement blancs, qui ravinent apparemment les formations antérieures dans le quart Nord-Ouest de la feuille (région de Roussas, Valaurie, les Granges Gontardes) ; mais ces formations antérieures étant le plus souvent les sables bariolés - jaunes à ocre-rouge - du Crétacé supérieur altéré, on peut évidemment se demander s'il ne s'agirait pas d'une altération de type latéritique les ayant affecté à l'Éocène. On les a représentés sur la carte avec une couleur et un indice particuliers.

Au Sud du col de la Justice (entre Valaurie et Clansayes), ils reposent directement sur les marnes aptiennes sans intermédiaire de sables blancs ou ocreux (fig. 4).

Ces sables rouges et blancs sont quelquefois indurés en bancs gréseux, localement plus ou moins quartziteux par silicification secondaire, bancs qui forment des lentilles irrégulières au sein des sédiments meubles à stratification généralement entrecroisée. Il existe aussi des lentilles argileuses kaoliniques et des concrétions calcaires éparses ou en lits plus ou moins réguliers. Au Serre Rouge, à l'Est des Granges Gontardes, un niveau calcaire concrétionné sépare assez régulièrement les faciès rouges et les sables blancs, ocre ou rouge pâle sous-jacents. Enfin, la présence de gravelles latéritiques et celle de blocs d'opale très pure témoignent du remaniement de cuirasses latéritiques et de silcrètes ayant pu séparer les deux formations.

Les faciès blancs associés à ces sables rouges, sont difficiles à interpréter : ils peuvent s'être formés par décoloration des couches rouges ; mais l'absence de graviers latéritiques remaniés en leur sein, renforcerait l'idée que la totalité de la formation, quelle que soit la couleur, est crétacée.

g2. Oligocène. C'est l'époque où apparaissent, dans la vallée du Rhône, des dépressions lacustres à saumâtres liées à un mouvement de distension général préfigurant le couloir où s'engouffrera la transgression marine miocène. Sur la feuille Valréas, comme sur celle de Montélimar, l'Oligocène est entièrement lacustre (bien que, localement, des influences saumâtres ne puissent être écartées). Il n'affleure que dans la partie nord de la feuille où il prolonge celui du plateau de Montjoyer (feuille Montélimar). Il repose partout en discordance stratigraphique sur son substratum. On peut y distinguer :

- **g2a. Marnes blanches et roses, avec un banc inférieur de calcaire lacustre (Stampien inférieur) (50 m environ,** mais deux forages effectués près de Salle-sous-Bois ont trouvé des épaisseurs de 103 et 108 m). Complexe de marnes blanches, parfois rubéfiées, peut-être par remaniement des sables éocènes sous-jacents (notamment au Sud et Sud-Est de la Garde Adhémar, à la Sanglarde et à la ferme des Lioures, dans les bois de Grignan, où ces affleurements rubéfiés ont été indiqués sur la carte par une couleur particulière). Ces marnes ont connu localement une influence saumâtre car, dans leur aire d'affleurement, à l'Est de Valaurie, existent deux lieux-dits « gypières » (gypsières) : sur la D541 (route de Grignan) et près de l'embranchement de la D56a (route de Réauville). En ce dernier point, les ruines d'anciens fours à plâtre de la fin du 19^e siècle sont encore visibles (mais indiqués comme fours à chaux sur le fond topographique à 25 000). De fait, Charles Lory signale, dans sa « Description géologique du Dauphiné » (1864, p. 398), l'existence de plusieurs carrières de gypse sur la commune de Réauville dont la principale montrait une couche de gypse de 4 m d'épaisseur sous des marnes rougeâtres.

L'édition précédente de la feuille indique la présence, à la partie supérieure de ces marnes, de *Hydrobia dubuissoni*, *Neritina aquensis*,

Limnea garnieri qui n'ont pas été retrouvées. Par lavage, ces marnes ont donné des ostracodes lacustres et des pollens (*Pinus*, *Tilia*), non caractéristiques.

Elles contiennent un niveau calcaire épais de 10 à 20 m (« banc calcaire inférieur ») qui a été indiqué sur la carte par une couleur particulière. Ce niveau prolonge celui formant le plateau de Montjoyer où il a été daté par *Limnea longiscata*, *Planorbis bosqueti*, *Planorbarius cornu*. Sur la feuille Valréas, il n'a été reconnu qu'au Nord de Roussas, dans la vallée de la Vence. Il n'existe plus au Nord de Taulignan où l'ensemble de l'Oligocène s'amincit et disparaît entre le Turonien et le Burdigalien (Nord de la ferme de la Condamine).

- g2b. **Barre supérieure de calcaire lacustre et marnes rouges sommitales (Stampien supérieur = Chattien ou Aquitainien des auteurs) (20 m).** Cette « barre calcaire supérieure » forme une dalle épaisse d'une vingtaine de mètres, faiblement inclinée vers le Sud où elle forme le Bois de la Clave et le plateau de Plan-Long près Réauville, le plateau de la Garde-Adhémar - Val des Nymphes, à l'Ouest, le Bois de Grignan et la butte du village de la Salle-sous-Bois, à l'Est. Au-delà de ce village, elle s'amincit rapidement et disparaît aussi au Nord de Taulignan.

Le faciès est comparable à celui de la barre inférieure : calcaire lacustre blanc, dur, à grain fin, souvent perforé ou vacuolaire (traces végétales ?). L'édition précédente de la feuille y indique la présence de *Limnea pachygaster*, *Helix ramondi*, *Planorbis cornu* qui n'ont pas été retrouvés, pas plus que les formes signalées à Aleyrac et Montjoyer sur la feuille Montélimar (*Potamides lamarcki*, *P. lauræ*, *Nystia ducharceli*, *Helix raulini*).

À l'Est des Granges Gontardes, isolé au milieu de la vallée (Nord du lieu-dit, Combe de Berre, cote 106), un affleurement isolé de calcaire blanc, à grain fin et nombreuses perforations minuscules, a fourni des characées et de petits gastéropodes. Il s'agit certainement d'un calcaire lacustre oligocène dont on ne peut préciser la position dans la série précédente.

Miocène

Il a fait l'objet de nombreux travaux de G. Demarcq (voir bibliographie), largement utilisés dans ce qui suit.

m2. **Grès et sables, marnes et calcaires (Burdigalien indifférencié) (15 à 150 m).** Ce niveau correspond à une transgression marine dans la vallée du Rhône, dont les dépôts sont régulièrement représentés à la base du Miocène où ils déterminent en général une barre ou un ressaut. Épais de 15 à 150 m en fonction des irrégularités de la topographie antérieure, le Burdigalien est représenté par des faciès assez variés qui vont de grès (ou de sables) plus ou moins calcaires, à des marnes et des calcaires francs. Les fossiles, souvent

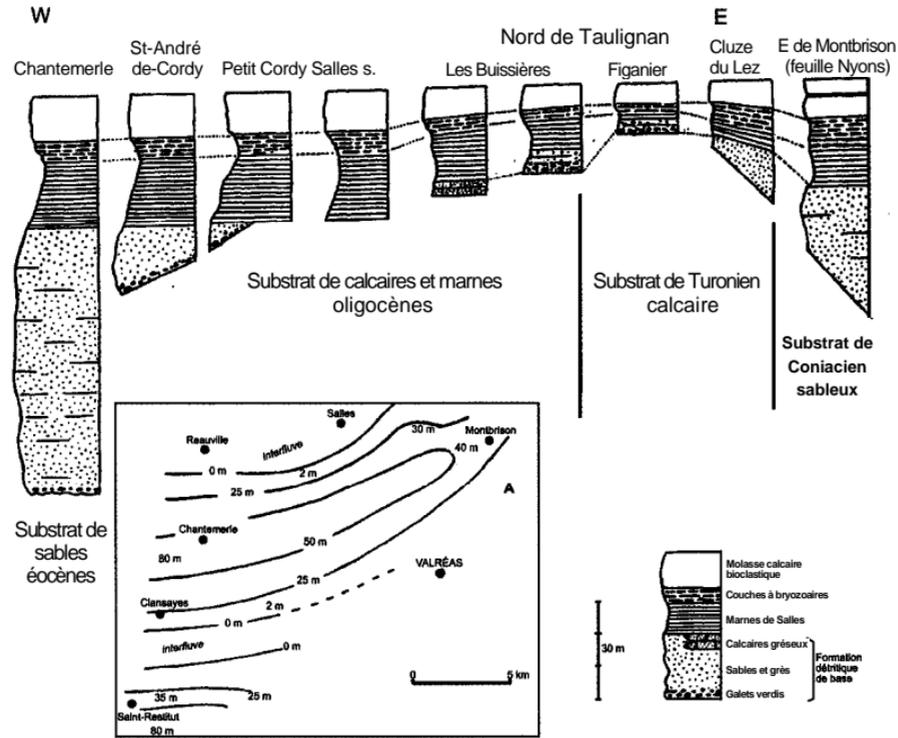


Fig. 8 - Coupes du Burdigalien dans la partie nord de la feuille Valréas.

En A, isopaques de la formation détritico de base montrant l'existence de paléo-vallées fluviales (d'après J.-L. Lesueur et al., 1990)

brisés par l'agitation du milieu de dépôt, sont des lithothamniées, des bryozoaires, des lamellibranches (*Chlamys praescabriusculus*, *C. latissimus*, *Pecten subbenedictus*, *P. paulensis*, *Ostrea* sp.), des échinodermes (*Cidaris*, *Echinolampas*, *Psammechinus dubius*, balanes), des dents de raies et de requins.

La coupe la plus complète et la plus épaisse de la feuille se situe sur le bord nord-ouest du synclinal de Valréas, dans les environs de Clansayes et Chantemerle. Elle montre trois formations superposées, qui ont été distinguées sur la carte (fig. 8) :

- m2RC. **Molasse de base de Chantemerle (Burdigalien) (4 à 80 m)**. Ce niveau est particulièrement développé dans la région de Chantemerle (80 m) mais on le suit jusqu'à Saint-Restitut (« Molasse de Saint-Restitut » des auteurs) (60 m). Ce sont des grès calcareux, plus ou moins grossiers et friables, pouvant passer à de véritables sables, jaune verdâtre (glauconie), à stratification entrecroisée, à débris fréquents de bryozoaires et de lamellibranches (*Chlamys praescabriusculus*, *C. davidi*, *Scutella paulensis*, *Anomia* sp.J. La base de la formation montre souvent des galets polygéniques roulés, à enduit vert sombre de glauconie. Leur taille va du centimètre à plus d'un mètre (ferme de Saint-Amand, près Clansayes, au carrefour de la D273 et de la D481) et leur nature variable : calcaires et silex crétacés, calcaires lacustres oligocènes, blocs d'opale ou de calcédoine représentant des fragments de silcrètes crétacés ou éocènes (Saint-Amand).

Sur le plan sédimentologique (Lesueur *et al.*, 1990), la Molasse de Saint-Restitut montre la superposition de plusieurs barres de grès grossiers à microconglomératiques, à stratification oblique, décimétrique à métrique, migrant vers le Sud sur des surfaces faiblement inclinées dans cette direction. Entre ces barres, existe un remplissage de grès sableux fins à moyens, à stratification oblique d'angle très faible, voire à lamination plane, représentant un dépôt transgressif en recouvrement (onlap) sur les grès grossiers sous-jacents. Les relations géométriques entre ces deux types de dépôt indiquent qu'aux phases de progradation des barres tidales succèdent des phases de creusement de chenaux, puis de comblement en recouvrements progressifs avant reprise de la progradation.

- *Vers le Nord* (Bayonne et Réauville), le Burdigalien basai, reposant généralement sur les calcaires lacustres oligocènes, est plus lité, plus calcaire et plus riche en débris d'organismes mais il s'agit toujours d'une molasse gréseuse, verdâtre, irrégulièrement consolidée (quelques sablières à l'Ouest de Réauville), à bryozoaires, balanes, dents de *Lamna* et fragments indéterminables de pectens et d'huîtres.

- *Vers l'Est* (Taulignan et Montbrison), le niveau détritique de base s'amincit et disparaît, sauf au niveau d'une lentille fossilifère située au Nord de Taulignan, lieu-dit les Buissières, à l'Est de la D9, ou bien est remplacé par des marnes blanches à galets verdis, équivalent probable

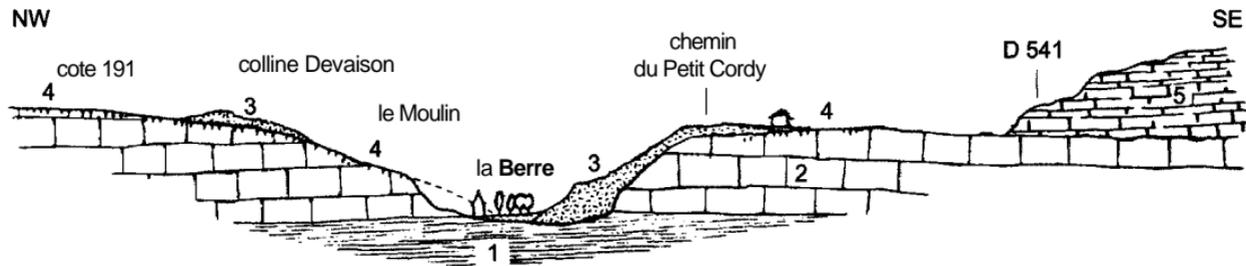


Fig. 9 - Coupe du Petit Cordy (2,5 km à l'Ouest de Grignan) (inspiré de G. Demarcq, 1970, modifié).

1 : Marnes oligocènes ; 2 : Calcaires oligocènes ; 3 : Molasse détritique verdâtre ; 4 : « Boutonnière » oligocène du Petit Cordy ; 5 : Marnes de Salles

des Marnes de Salles et représentées comme telles sur la carte. Il réapparaît sous sa forme classique à la Clue du Lez (10-20 m) où il montre des colonies d'algues (lithothamniées) concrétionnées, donnant à la roche un aspect faussement conglomératique. Il s'épaissit ensuite à la limite des feuilles Valréas et Nyons.

- *Vers le Sud* (Clansayes et Chamaret), cette formation basale s'amincit: elle n'est plus représentée que par quelques mètres d'un calcaire gréseux grossier, plus ou moins rognonneux, parfois à galets verdis à sa base, qui représente en fait l'ensemble du Burdigalien.

La formation détritique de base du Burdigalien repose en légère discordance sur les termes antérieurs. Les coupes où cette discordance est mesurable sont assez rares. C'est le cas notamment au Sud de Chamaret, dans les environs du carrefour de la D71 et de la petite route des Barquets. Là, en plusieurs points, le Burdigalien repose sur le Turonien avec une discordance angulaire de 10 à 25°. Par ailleurs, la formation détritique de base du Burdigalien souligne les paléoreliefs éventuels du substratum qu'il transgresse. En fait, elle comble d'anciennes vallées fluviales datant de la période continentale antérieure au Miocène et ennoyées lors de la transgression du terme suivant (fig. 8A). Au niveau des seuils les séparant, le conglomérat de base à galets verdis persiste mais à la base des Marnes de Salles.

Dans le détail, certaines dispositions locales méritent d'être signalées. C'est ainsi qu'au Petit Cordy (2,5 km à l'WNW de Grignan), la formation détritique, épaisse de 4 à 5 m seulement, à cailloux verdis à sa base, remplit un talweg fossile, ici ré-entaillé par la Berre, et englue une ancienne falaise oligocène haute de quelques mètres. Le calcaire oligocène apparaît donc en boutonnière entre les maisons (encore fondées sur le Miocène) et le talus des Marnes de Salles, plus au Sud, qui transgressent directement l'Oligocène (fig. 9). Une disposition analogue, mais moins spectaculaire, existe en amont, au Moulin du Foulon (pont de la D4 sur la Berre).

Un autre cas de talweg fossile étroit ayant piégé les formations conglomératiques de base, est celui des vallons de Fioc et des Hauts Barquets, au Sud-Ouest de Chamaret, entaillés dans le Turonien calcaire : des marnes blanches à galets verdis affleurent dans le talweg (qui est donc un talweg fossile) et manquent totalement à la base du Burdigalien revêtant les plateaux voisins.

- m2S. **Marnes de Salles, à galets verdis (1) à la base (Burdigalien) (5 à 35 m)**. Ce faciès marnocalcaire, blanc, épais de 5 à 35 m, est souvent masqué par les cultures et les alluvions. Peu ou pas détritique, il montre des petits bancs réguliers, à cassure conchoïdale, mais peut aussi se débiter en plaquettes irrégulières. La proportion de calcaire va de 55 à 70 %. Dans les entailles fraîches liées au creusement de l'oléoduc européen en 1961, ces marnes ont fourni *Chlamys praescabriusculus*, *C. scabrella*, *Pecten subbenedictus*, *P. paulensis*, *P. josslingi*. En quelques points, ce niveau marneux blanc vient directe-

ment en contact avec le substratum pré-miocène et renferme alors les galets verdis caractéristiques de la base du Burdigalien. C'est le cas au Nord-Est de Taulignan (ferme des Condamines et de Baumes-Chaix) et au Sud-Est de Clansayes (de la ferme Saint-Amand au Bois Noir). En ce dernier point, les marnes contiennent aussi de gros blocs d'opale (silcrètes crétacé supérieur démantelés).

À sa partie supérieure, ce calcaire marneux blanc montre souvent un niveau plus friable, de 1 à 3 m d'épaisseur, très riche en bryozoaires. Les meilleurs affleurements sont situés en rive droite de la Clue du Lez, au lieu-dit Roua. Les bryozoaires y sont associés à *Pecten pseudo-beudanti*, caractéristique du Burdigalien, et à des radioles de *Cidaris avenionensis*. Microfaune d'ostracodes (de la biozone A de Carbonnel, à *Loxococoncha linearis*) et de foraminifères du Burdigalien (association à *Globigerinoides quadrilobatus*).

Les Marnes de Salles font transition, lithologiquement parlant, avec la formation suivante, surtout vers le Sud de la feuille où elles disparaissent à la latitude de Saint-Paul-Trois-Châteaux en prenant un faciès de plus en plus calcaire, mais toujours très blanc (butte de Saint-Paulet).

m2R. Molasse du Rouvergue et de Saint-Restitut (Burdigalien) (10 à 20 m). Elle forme les plateaux du Rouvergue et de Saint-Restitut. Épaisse de 10 à 20 m, c'est une roche beige ou blanche, compacte, à grain fin. Elle offre un faciès de calcaire bioclastique zoogène, généralement peu détritique (1 à 8 % de quartz), si bien que le terme de molasse (grès à ciment calcaire) est lithologiquement impropre mais il a été consacré par l'usage et l'utilisation de cette roche. Elle a été, en effet, largement exploitée dans de nombreuses carrières, actuellement abandonnées.

Les fossiles y sont relativement rares mais on y retrouve les formes précédemment citées avec, en plus, *Chlamys latissimus* var. *restitutensis*, *Hemipatagus* (*Maretia*) *ocellatus*.

Variations de faciès du Burdigalien vers le Sud. Le Burdigalien se réduit dès le parallèle de Chamaret. Les couches détritiques de base, surmontées des Marnes de Salles existent encore, bien que très minces, dans la partie amont des vallons de Saint-Chande et de Fioc, mais disparaissent rapidement vers le Sud, les premières n'étant plus représentées que par 4 à 5 m de grès glauconieux à galets verdis à Fioc ainsi qu'au débouché des vallons de Saint-Chande et des Bas Barquets. On a dit plus haut qu'en ces derniers points, des marnes à galets verdis ont été également piégées et conservées dans des dépressions fossiles pré-burdigaliennes.

Plus à l'Est, au-delà de la D71, la molasse gréseuse basale vient se fondre dans les calcaires molassiques coquilliers sus-jacents pour donner un banc calcaire unique riche en *Chlamys praescabriusculus*. Le passage au Langhien sus-jacent est malheureusement masqué par le faisceau des failles N-S de Chamaret.

Le Burdigalien se poursuit vers Montségur et la Baume de Transit sous la forme d'un banc de molasse gréseuse qui a jadis fourni à F. Fontannes une faune très riche à *Chlamys praescabriusculus* et *Clypeaster*, notamment près de la ferme de la Berche (2 km au Nord-Ouest de Saint-Turquoit) et aux environs de Montségur.

Dans toute la partie sud-est de la feuille, le Burdigalien n'affleure pas, mais il a été retrouvé par forage entre Bouchet et Visan (fig. 10), au-dessus des calcaires gréseux du Turonien, sous la forme de 56 m de molasse gréseuse, grise ou verdâtre, plus ou moins friable et grossière, à fragments de bryozoaires, mollusques, échinodermes, dents de poissons et microfaune à miliolidés, *Lagena* et *Rotalia*, c'est-à-dire le faciès de la Molasse de Saint-Restitut, en plus épais. Au-dessus, viennent quelques mètres de marnes sableuses (faciès qui se développera dans le Langhien) : c'est le faciès des « Marnes de Faucon » (cf. feuille Vaison-la-Romaine), traduisant l'envasement du centre du bassin, où se fait le passage Burdigalien-Langhien.

En 1981, le Comité français de stratigraphie a défini le stratotype du Burdigalien rhodanien sur le versant Sud du plateau de Saint-Restitut (combe Grenière), avec un parastratotype sur la commune de Montbrison, en rive gauche du ruisseau de Fontaine, près de la ferme Fontbonau (en fait sur le territoire de la feuille Nyons, mais tout près de la limite avec la feuille Valréas) (Demarcq *et al.*, 1974). Le tableau ci-après en résume les données (Mém. BRGM, n° 109, 1981, et 125, 1984, fig. 9.4, p. 473) :

Lithologie	Stratotype de Saint-Restitut	Parastratotype de Montbrison
Calcaires bioclastiques	19 m	12,50 m
Marnes et calcaires marneux	22 m	20 m
Sables et molasse verdâtre, parfois argileuse	76 m	51 m
Conglomérat verdi	3 m	0,76 m

Burdigalien : caractéristiques des stratotypes de Saint-Restitut et de Montbrison

m3. Molasse de Grignan : grès calcaréo-marneux (Langhien = Helvétien inférieur des auteurs) (50 à 100 m), plus ou moins friables, à bancs de molasse zoogène plus dure. Ils donnent des corniches ou des tables émoussées. Localement, des faciès plus marneux, voire des argiles marneuses ont été exploitées pour la fabrication de tuiles (hameaux de la Petite et de la Grande Tuilière, au Sud-Est de Grignan).

La faune comprend *Crassostrea gryphaeoides* (= *Ostrea crassissima*), *Chlamys camaretensis*, *Anomia costata*, *Tapes*, *Tellina*, *Panopæa*, balanes, bryozoaires et dents de poissons.

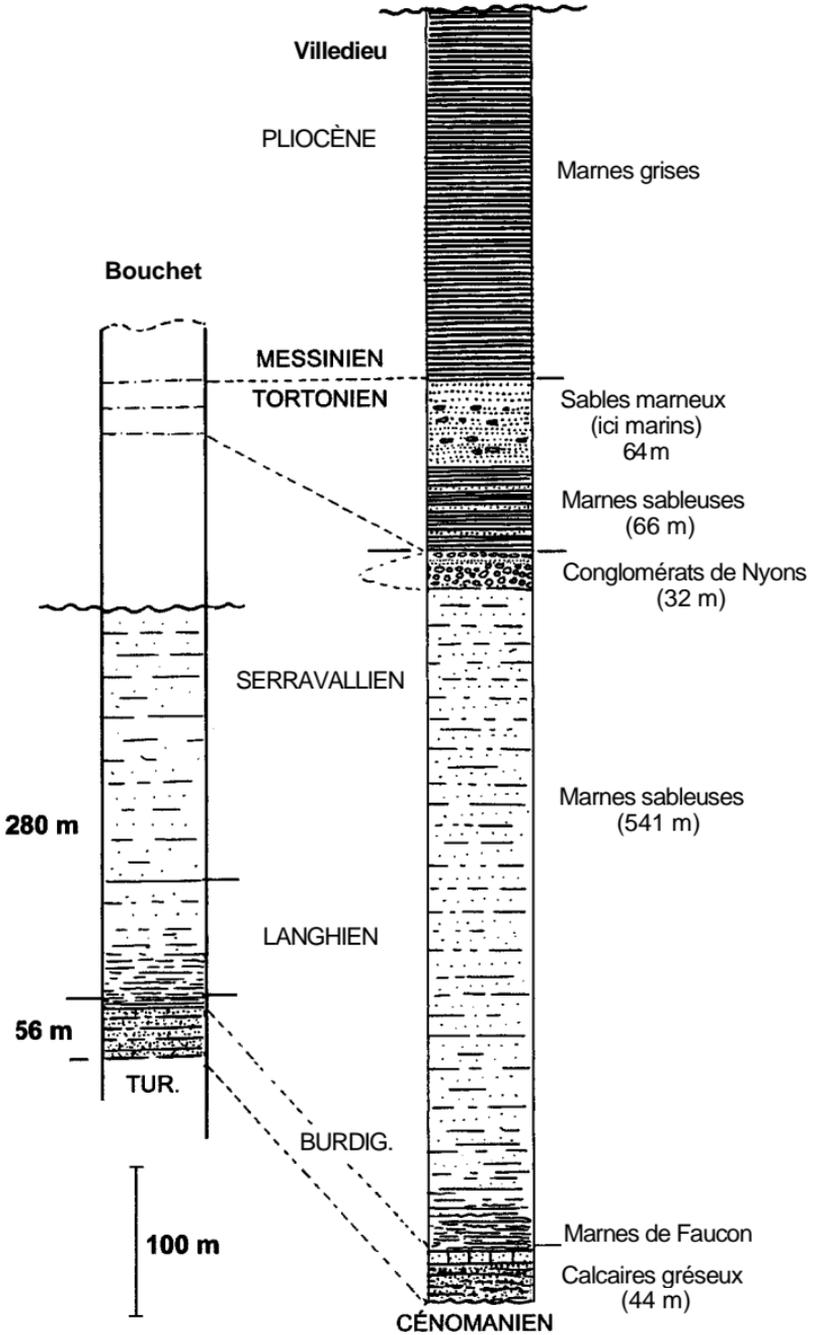


Fig. 10 - Sondages de Bouchet et Villedieu

La coupe la plus complète de ce terme se trouve à l'Est de Grignan, entre la D9 (route de Taulignan) et le Lez. Sur les calcaires burdigaliens, se succèdent, de bas en haut (fig. 11) :

- 10 m de marnes sableuses à débris de pectinidés, donnant la dépression où coule la Chalerne. Bien que sa lithologie soit très différente de celle du Burdigalien sous-jacent et le rapproche du véritable Langhien avec lequel il a été cartographié, ce niveau appartient probablement encore au Burdigalien ;
- 25 m de grès calcaire compact formant le plateau de Sorberie que l'on suit jusqu'à Taulignan. Nombreux *Chlamys* ;
- 12 m de marnes sableuses (dépression de l'Étang) ;
- 30 à 35 m de grès compact formant le plateau du Devès et le rocher de Grignan ;
- 20 m environ de marnes, sableuses à la base, plus argileuses au sommet (Les Tuilières). C'est ce niveau qui détermine la dépression où coule le Lez à l'Est de Grignan.

Ces différents ensembles n'ont pas été distingués sur la carte.

Vers le Sud, le terme marneux supérieur s'efface. Il est remplacé par des grès bioclastiques assez durs, roussâtres, ou « Grès de Suze » (10 à 15 m), à nombreux lamellibranches (*Chlamys suzetensis*, *Cardita michaudi*, *Mytilus suzensis*).

Vers l'Est (Montbrison), le Langhien prend un faciès dominant de sables marneux tendres, généralement masqués sous le Quaternaire. Seul en émerge un banc plurimétrique de molasse gréseuse bioclastique à bryozoaires, dents de requins (*Lamna*) et de raies (*Myliobatis*), *Crassostrea gryphaeoides* (*O. crassissima*), *Chlamys camaretensis*, etc.

Plus au Sud, dans le forage de Bouchet évoqué précédemment, le Langhien a été évidemment recoupé avant d'atteindre le Burdigalien, mais il est mal individualisé au sein d'une série monotone de marnes sableuses fines, gris-bleu, micacées, coupée de bancs de marnes plastiques et de lits franchement sableux (voir fig. 10). La formation contient des débris de bryozoaires et de mollusques, ainsi qu'une microfaune peu abondante à *Elphidium*, *Rotalia beccarii*, *Eponides* et ostracodes. Ce faciès monotone qui débute probablement au sommet du Burdigalien et se prolonge aussi dans la base du Serravallien, traduit l'envasement du centre du bassin où le Miocène atteint près de 900 m d'épaisseur.

m4. Sables et grès de Valréas (Serravallien = Helvétien moyen-supérieur des auteurs) (300 à 500 m) (fig. 12), jaunes ou grisâtres (« safre »), à stratification entrecroisée. Ils sont capricieusement consolidés si bien que les reliefs offrent des formes arrondies ou elliptiques assez curieuses. La grésification s'est effectuée de façon irrégulière, en lentilles, miches ou boules isolées. Elle est également imparfaite si bien qu'il y a tous les intermédiaires entre les amas grésifiés et les sables.

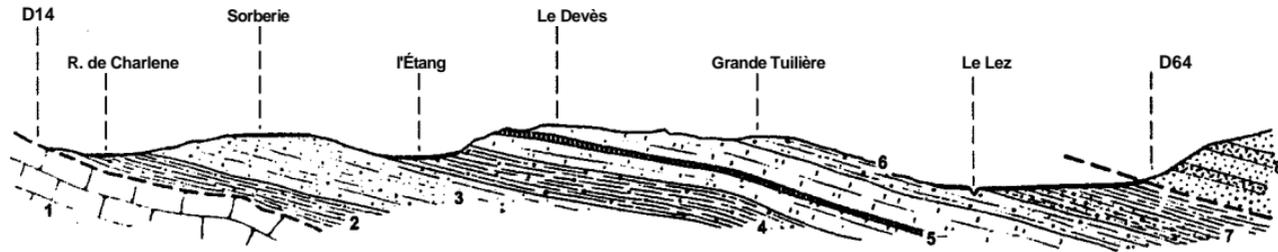


Fig. 11 - Coupe du Langhien au Nord-Est de Grignan, établie grâce à la tranchée de l'oléoduc sud-européen (d'après G. Demarcq, 1970).

- 1 : Calcaire burdigalien ; 2 : Marnes sableuses (Burdigalien terminal probable, 10 m) ; 3 : Grès calcaire (25 m) ; 4 : Marnes sableuses (12 m) ;
 5 : « Molasse de Grignan » (30-35 m, avec banc de 4 m d'un grès roussâtre à petits galets de silex ; 6 : Grès marneux (10 m) ;
 7 : Marnes de la Tuilerie de Grignan (12 m)

La formation est pratiquement dépourvue de fossiles, sauf la partie supérieure, localement plus grossière, qui a donné en quelques rares points, notamment près de Visan, au lieu-dit le Moulin-à-Vent (1 km au Nord de Visan) et en contrebas de la route : *Chlamys gentoni*, *C. multistriata*, *Anomia ephippium*, *Terebratulina calathiscus*, *Patella*, des dents de requins et des balanes. Cette faune n'est pas très caractéristique sur le plan biostratigraphique mais ne s'oppose pas à l'attribution de la formation au Serravallien. Les grès serravalliens contiennent localement des lits de galets marneux blancs, parfois rougeâtres, associés à des passées de sables grossiers, souvent roussâtres, et des débris de balanes et de pectinidés. La fréquence des balanes se retrouve également dans de nombreux autres gisements du Serravallien rhodanien. Elle dénote l'existence d'anciens substrats rocheux capables de fixer ces organismes, substrats qui manquent ici, ce qui confirme l'existence de courants sous-marins apportant les tests d'ailleurs, courants qui sont également responsables des stratifications entrecroisées fréquemment observées dans la formation.

On a dit, à propos du Langhien, que le Serravallien existe certainement aussi dans les 280 m de marnes sableuses et micacées, gris-bleu, recoupées par le sondage de Bouchet (fig. 10). Il doit s'épaissir vers l'Est si l'on en croit les résultats de celui de Villedieu (feuille Nyons, mais tout près de l'angle sud-est de la feuille Valréas) où les marnes sableuses du Langhien-Serravallien dépassent 500 m d'épaisseur.

m5. Marnes sableuses de Visan (Tortonien) (30 à 50 m), encore marines. Elles affleurent au Sud-Est de Valréas et dans tous les coteaux au Nord de Visan jusque dans le village même, depuis la D976 jusqu'au pied de l'ancien château. Ces marnes sableuses sont fossilifères, surtout aux abords de Visan où elles ont fourni *Turritella* sp., *Natica hornesi*, *N. glandiformis*, *Nassa*, *Pleurotoma*, *Anomia*, *Pecten vindascinus*, *Ancillaria glandiformis*, *Crassostrea gryphaeoides* (*Ostrea crassissima*). Cette dernière espèce abonde dans un niveau très continu situé quelques mètres sous le contact avec le Tortonien lacustre, depuis la ferme de la Briancone (3 km à l'Est de Valréas) jusqu'à Visan. La microfaune livre de nombreux foraminifères benthiques et quelques planctoniques dont *Globorotalia menardii*, *Globigerina diplostoma*, *G. bulloides*, *G. globigerinoides*, *Globigerinella æquilateralis*, c'est-à-dire une microfaune du Tortonien inférieur.

- m5 (1). **Marnes bleues de Saint-Pantaléon (Tortonien inférieur) (± 10 m)**. À la base du Tortonien, existe, 3 km à l'Est de Valréas, un faciès particulier, celui des « Marnes bleues de Saint-Pantaléon » (fig. 12), visible dans les buttes boisées situées au voisinage des fermes de la Baralière, Doc, le Séminaire et les Safres. Épais d'une dizaine de mètres, il a fourni *Turritella valriacensis* (très abondant), *Corbula gibba*, *Natica bornesi*, *Pecten vindascinus*, *Anomia costata*, *Arca* sp.

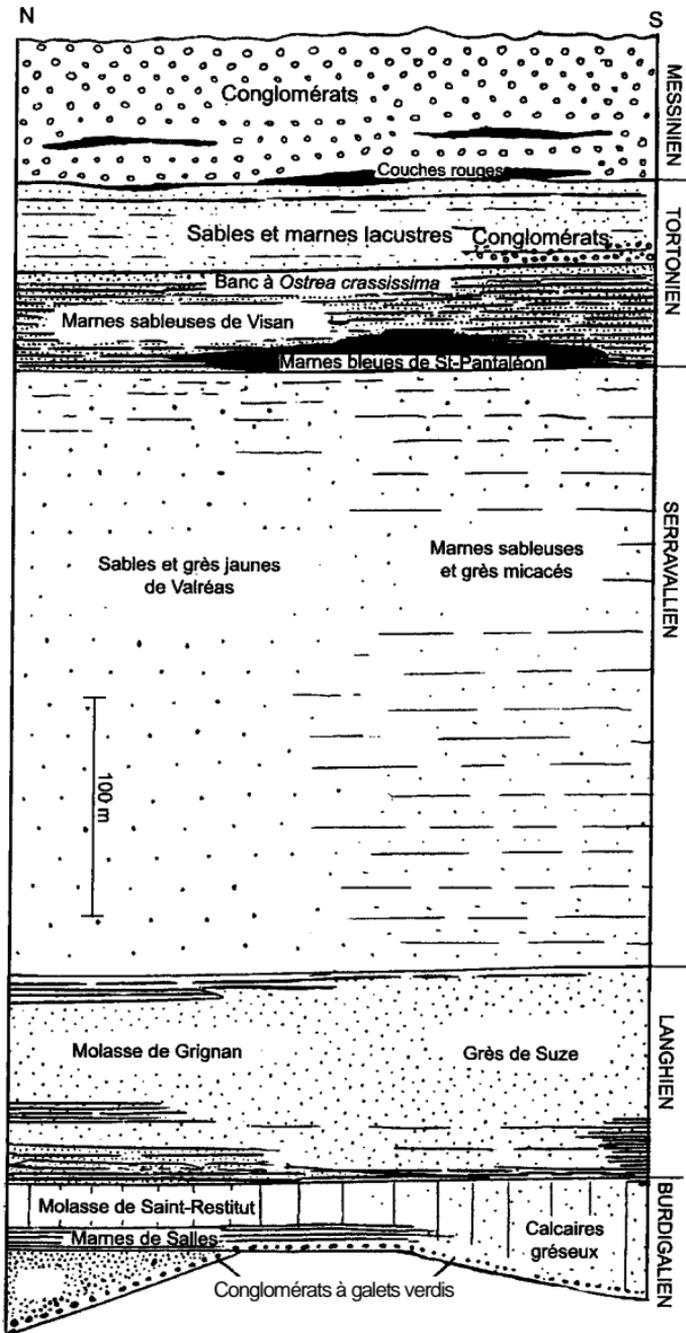


Fig. 12 - Stratigraphie du Miocène de la feuille Valréas
(inspiré de G. Demarcq, 1970, modifié)

Ces marnes, micacées et pyriteuses, à interlits sablo-gréseux et stratification oblique, représentent un faciès proche du Tortonien typique connu plus au Sud (Cabrière d'Aygues, Lambesc, Baudument, bassin de Valensoles), mais ici, dans le bassin de Valréas, leur extension reste limitée car elles se fondent rapidement, vers l'Ouest et le Sud-Ouest, dans la masse du Tortonien sablo-marneux.

- m5 (2). **Marnes à *Ostrea crassissima* (Tortonien) (20 à 25 m)**. Au-dessus des marnes bleues, on trouve un banc de 2-3 m de grès sableux jaunes, puis 20 à 25 m de sables marneux peu visibles, couronnés par le niveau marneux à *Crassostrea gryphaeoides* (*O. crassissima*) avec lequel se termine le Tortonien marin (fig. 12).

Quel que soit son faciès, le Tortonien représente un sédiment de vasière littorale, ce qui explique l'absence de bryozoaires si fréquents dans les sédiments antérieurs au moins à la périphérie du bassin. Cette vasière montre qu'on est alors proche de l'émersion. De fait, à leur partie supérieure, les Marnes sableuses de Visan montrent localement l'intercalation de quelques couches lacustres à *Helix delphinensis*, *Limnea hieracensis*, *Planorbis hieracensis*, *Hydrobia*, *Unio*, etc. (pentes situées au-dessus de la ferme de la Savoyonne, près de la D976, 2 km au Nord de Visan). Ces couches annoncent le terme suivant.

m5L. **Marnes sableuses lacustres (Tortonien supérieur) (30 à 40 m)**. Au Sud-Est de Valréas, les marnes sableuses marines du Tortonien, couronnées par le niveau à *Ostrea crassissima* évoqué au paragraphe précédent, sont surmontées par un ensemble de faciès identique, mais plus blanchâtre, épais de 30 à 40 m, qui a fourni localement une macrofaune dulçaquicole et terrestre à *Helix delphinensis*, *Planorbis delphinensis*, *Bythinia*, *Galba*, peu fréquente et fragile. La microflore est pauvre, dominée par les conifères, les formes spécifiquement tertiaires ne dépassant pas 10 % du total. Les plantes herbacées atteignent 4 à 9 % avec de nombreuses formes aquatiques.

Ces marnes sableuses lacustres contiennent par places des lits marneux à concrétions calcaireuses, contenant parfois des fossiles lacustres, voire continentaux (*Helix*, *Limnea*, *Melanopsis*, planorbes), notamment au lieu-dit « les Grottes de Valréas », sur le D46, à 2,5 km au Sud-Est de Valréas, à la base de la formation.

- m5L (1). **Lentilles conglomératiques (Tortonien supérieur) (métrique)**. Il existe aussi localement des lentilles conglomératiques, d'épaisseur métrique, à galets subalpins impressionnés, pouvant traîner des apports torrentiels limités en extension et en volume, notamment aux alentours du carrefour et de la coopérative vinicole de la croix de Chabrette (route de Visan à Valréas, 4 km au Nord de Visan). On trouve enfin, ici et là, des rognons marno-ferrugineux, des lits à débris ligniteux, et des fragments roulés d'*O. crassissima* provenant du niveau terminal du Tortonien marin. Au microscope, quelques foraminifères (globigérines) et des ostracodes où se mélangent formes marines et lacustres. Au sommet de la formation, des marnes ligni-

teuses ont donné par lavage, des mollusques d'eau douce, des characées et des micromammifères du Turolien inférieur (équivalent continental du Tortonien supérieur marin). C'est la raison pour laquelle cette formation lacustre a été rangée dans le Tortonien et non dans le Messinien sus-jacent.

m6. Conglomérats du massif de Visan (Miocène terminal : Turolien supérieur - Messinien) (80-100 m). Ce sont des conglomérats assez bien stratifiés, à galets impressionnés, emballés dans des sables clairs plus ou moins marneux. Les galets, de 2 à 15 cm, sont surtout des calcaires jurassiques et crétacés, d'origine subalpine, avec quelques silex.

- m6 (1). **Surface d'érosion sommitale (Miocène terminal : Messinien ?).** Au sommet de ce massif de Miocène conglomératique dominant Visan à l'Est, on trouve les restes d'une surface d'érosion dont la cote oscille entre 400 et 350 m. Ces surfaces entaillant des conglomérats, il est illusoire d'y chercher des galets pouvant témoigner de dépôts alluviaux post-miocènes. Ces surfaces ne sont pas datées, leur cote élevée indiquant seulement leur ancienneté. En tout cas, elles se relient parfaitement à celle du vaste plateau Cairanne-Rasteau-Roaix (feuille Orange) dont les conditions géologiques sont les mêmes. Cette question sera reprise plus loin.

- m6 (2). **Couches rouges fossilifères (Turolien supérieur) (5 à 10 m).** Localement existent des bancs de limon rouge à galets, épais de 5 à 10 m. L'un d'eux, situé à la base de la formation, a fourni à 3 km au Sud-Est de Valréas (lieu-dit Les Mistrals) et à la cote 390 : *Hipparion* cf. *mediterraneum*, *Hipparion* sp., *Gazella* cf. *deperdita*, *Tragocerus amaltheus*, *Ichthytherium* sp. et des débris de tortues (cf. Demarcq et Truc, 1962), du Turolien supérieur. On admet que la série sus-jacente appartient au Messinien.

Pliocène

Il correspond à une nouvelle mais courte transgression marine dans la vallée du Rhône et de ses affluents (basse vallée de l'Aigues jusqu'aux approches de Nyons, plaine de l'Hérin entre Visan et Bouchet, basses vallées du Lauzon, du Lez et de la Berre). Les dépôts marins sont précédés et suivis par des dépôts continentaux, l'ensemble constituant une série de remblaiement emboîtée dans un système de profondes vallées fluviales entamant les terrains miocènes et anté-miocènes (Ballesio, 1972). Le creusement de ces vallées eut lieu au Messinien supérieur (Clauzon, 1982 ; Clauzon *et al.*, 1996).

À dominante argileuse, tendres, facilement affouillables, les sédiments pliocènes affleurent rarement dans de bonnes conditions en raison de leur altération superficielle et de la végétation et des cultures qui les recouvrent à peu près partout.

Dans la vallée du Rhône même, le Pliocène est partout présent sous les alluvions et est donc retrouvé dans les forages. Mais seul le forage

DP1 de la SNPA, implanté à 2 km à l'Est de Pierrelatte, a révélé la succession complète de la partie inférieure de la série. Elle est précieuse pour la stratigraphie du Pliocène et sera décrite ici.

Le Pliocène non-affleurant du sondage de Pierrelatte

Sous 22 m d'alluvions quaternaires, on trouve, de haut en bas (fig. 13), 23 m d'argiles grises, marines, à foraminifères ; puis 246 m d'une série continentale (« Série de Pierrelatte » de G. Demarcq, 1960) que l'on peut subdiviser en 175 m d'argiles azoïques grises à jaunâtres ; puis 100 m de passées marneuses versicolores. Au-dessous, 16 m de conglomérats à galets ne dépassant pas 5 cm. Les terrains secondaires viennent ensuite, sans interposition de Miocène ni d'Oligocène.

La série continentale inférieure n'est pas datée mais ne peut être oligocène car les conglomérats de base remanient des calcaires aquitains. En outre, elle ne présente aucune ressemblance lithologique avec le Miocène environnant. En revanche elle est identique à la succession pliocène connue au Nord, dans le bassin de Valence et à Hauterives (Ballesio, 1972) où les argiles inférieures, sous-jacentes aux niveaux marins, ont livré de rares fossiles d'eau douce (ostracodes et mollusques). Il s'agit donc du remplissage d'une dépression lacustre dans laquelle les passées versicolores évoquées s'expliqueraient par le lessivage des marnes colorées stampiennes du massif de la Garde-Adhémar. Pour l'origine de ces faciès lacustres, voir aussi Ferry *et al* (1997).

D'après sa situation géographique, le sondage DP1 doit être situé sensiblement à l'aplomb du talweg de la vallée messinienne du Rhône, comblée par les dépôts de la série de Pierrelatte puis par les argiles marines. L'origine fluviale des conglomérats de base conservés dans le fond de cette vallée est probable. Ces résultats montrent que le creusement messinien est descendu ici à la cote NGF -236 m.

Le Pliocène affleurant (fig. 13, 14 et 15)

pM. Marnes, brèches et conglomérats (infra-pliocène) (épaisseur très variable, jusqu'à 50 m). Ce sont des dépôts de pente qui tapissent les versants des vallées creusées au Messinien et se raccordent stratigraphiquement aux conglomérats du forage de Pierrelatte. Ils se sont mis en place durant la phase finale de l'émergence messinienne précédant le retour de la mer, d'où leur notation « pM » et leur qualificatif d' « infra-pliocène » donné par R. Ballesio (1972).

Leur développement le plus considérable est en rive gauche de l'Aigues, depuis Villedieu jusqu'à Buisson et au-delà. Les marnes sont plus ou moins sableuses, grises ou rouges, les cailloutis hétérométriques, mal classés, en lentilles irrégulières. Leurs matériaux sont empruntés aux assises du Tortonien marin et continental du massif de Buisson contre lequel la formation infra-pliocène est appuyée en discordance. À Villedieu, elle s'enfouit sous les sédiments marins plio-

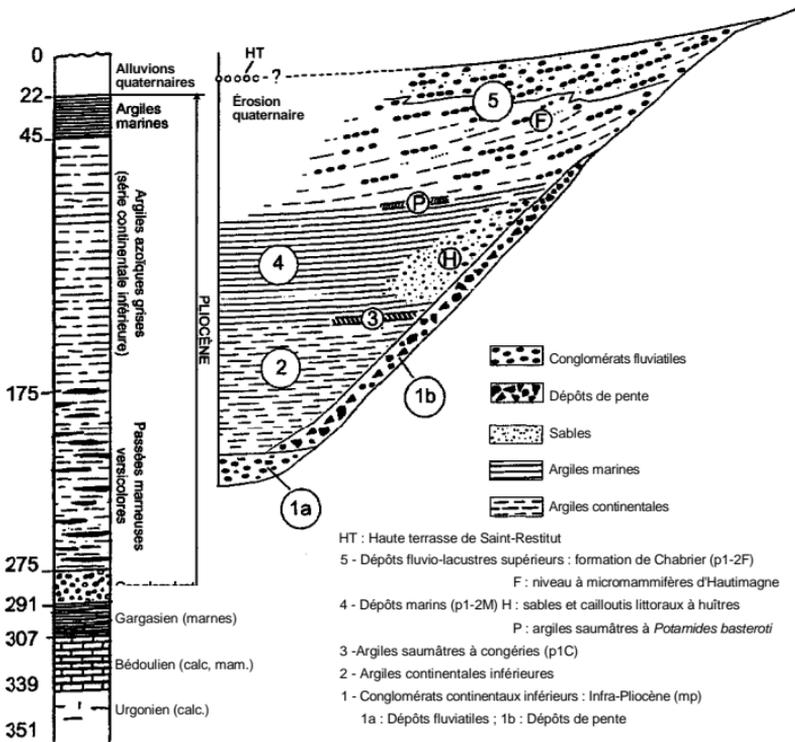


Fig. 13 - Forage de Pierrelatte et schéma de répartition des faciès du Pliocène (d'après R. Ballezio, 1972, complété)

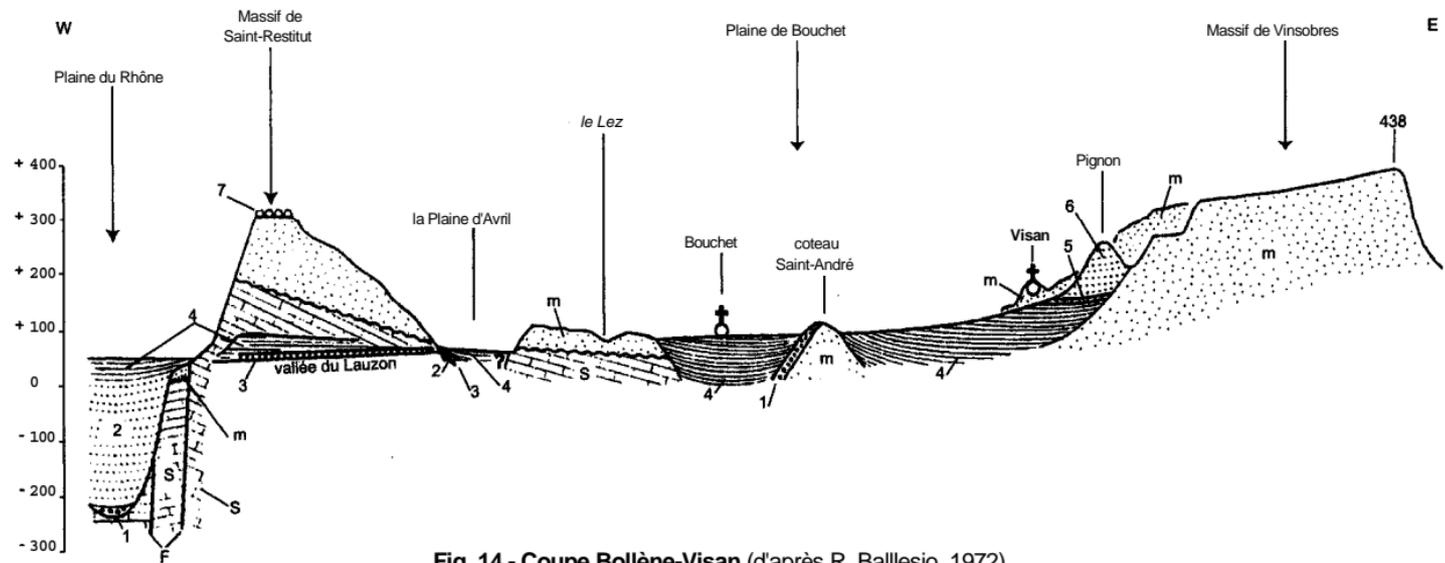


Fig. 14 - Coupe Bollène-Visan (d'après R. Ballesio, 1972)

Pliocène : 1 : Conglomérats continentaux inférieurs ; 2 : Argiles lacustres du bassin de Pierrelatte ; 3 : Argiles saumâtres à congéries ;
 4 : Dépôts marins ; 5 : Marnes lagunaires à *Potamides basteroti* ; 6 : Dépôts continentaux supérieurs ;
 7 : Alluvions du Pliocène supérieur de Saint-Restitut ; m : Miocène ; S : Substratum secondaire ; F : Failles

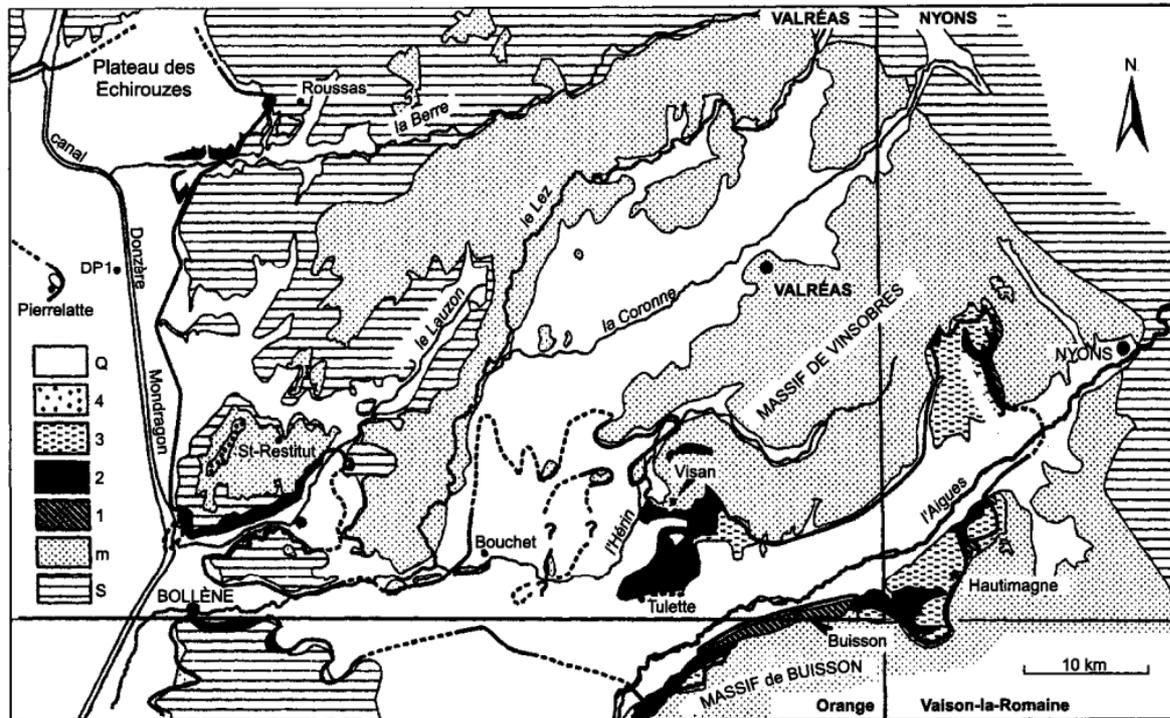


Fig. 15 - Le Pliocène du bassin de Valréas (inspiré de R. Ballezio, 1972)

Substratum anté-miocène : S : Miocène ; m : Pliocène ; 1 : Dépôts continentaux inférieurs ; 2 : Dépôts marins et saumâtres ;
 3 : Dépôts continentaux supérieurs ; 4 : Haute terrasse de Saint-Restitut ; Q : Quaternaire.
 Traits épais (continu et tiré) limites approximatives des dépôts marins pliocènes

cènes. Des témoins plus restreints, de même lithologie et présentant cette même discordance abrupte sur le Miocène, apparaissent aux environs de Visan, au coteau Saint-André (entre Bouchet et Tulette) et au carrefour de la croix de Chabrette (D976, 4 km au Nord de Visan).

Au Nord de la carte, à l'Ouest de Roussas, il s'agit d'une brèche à éléments calcaires et gréseux empruntés au Crétacé et à l'Oligocène. Contre la brèche, s'adosent des cailloutis littoraux à huîtres pliocènes.

pC. **Argiles à congéries de la basse vallée du Lauzon (Pliocène inférieur) (20 à 30 cm).** Elles forment au pied des versants Nord et Sud de la vallée un liséré étroit et irrégulier bordant les argiles marines pliocènes sous lesquelles elles s'enfoncent. Elles en ont la même couleur grisâtre mais contiennent une malacofaune bien différente, de type saumâtre, offrant des affinités avec les formes de la Paratéthis. Le site des Anlavaux (1 km au Sud-Est de Saint-Restitut) a fourni : *Congerina* gr. *subcarinata*, *Dreissena rostriformis*, *Limnocardium partschi*, *Didacna bollenense*, *Melanopsis matheroni*, *Melania tournoueri*, etc. (Archambault-Guézou, 1976 ; Ballesio et Archambault-Guézou, 1980). L'ostracofaune révèle aussi les mêmes relations géographiques et un milieu oligohalin (Carbonnel, 1969).

Les argiles à congéries forment une différenciation marginale de bassin qui s'intercale stratigraphiquement entre les dépôts marins auxquels elles sont subordonnées et les argiles lacustres inférieures du sondage de Pierrelatte (fig. 13). Au site des Anlavaux, les niveaux argileux azoïques, reconnus par sondage à la tarière sur 1 m environ au-dessous de l'horizon à congéries, sont à mettre vraisemblablement en équivalence avec la partie sommitale de ces argiles lacustres inférieures. Celles-ci n'affleurent pas, si bien qu'en surface les argiles à congéries succèdent directement à l'Infra-pliocène.

La faune à congéries a été reconnue en quelques points de la Méditerranée (Carbonnel, 1969) au-dessous du Pliocène inférieur. Sa pénétration dans la vallée du Rhône jusque dans le Tricastin est liée à la transgression pliocène, le mélange des eaux marines aux eaux douces qui occupaient le fond des vallées créant transitoirement le milieu saumâtre favorable au développement de cette faune. Le faciès à congéries est donc intimement lié à cette transgression marine qu'il précède et annonce.

ipM. **Marnes grises plastiques, avec sables et cailloutis marins (Pliocène inférieur à moyen) (> 50 m).** L'épaisseur maximale observable à l'affleurement est de 50 m dans la vallée du Lauzon et à Villedieu, mais les forages donnent des chiffres supérieurs. Les argiles forment l'essentiel des dépôts marins pliocènes qui constituent en grande partie le soubassement des plaines alluviales. Toutefois leurs affleurements sont réduits et dispersés en raison de la forte couverture alluviale et colluviale. Elles se présentent sous leur aspect classique de marnes grises, assez calcaires, très plastiques, localement plus micacées, silteuses ou sableuses. Elles ont livré, çà et là, une malacofaune de vasière côtière, notamment dans la vallée du

Lauzon et les coteaux de Villedieu : *Anadara diluvii*, *Corbula gibba*, *Venus multilamella*, *Cerithium vulgatum*, *Turritella subangulata*, *Natica millepunctata*, *Dentalium delphinense*... Plus loin du rivage et en eau plus profonde, les fossiles sont rares, dont des *Amussium* (Bouchet, le Treillas près des Granges Gontardes).

Les dépôts plus grossiers, littoraux, sont très localisés. Ce sont : à Villedieu, au-dessus de la coopérative vinicole, des sablons à *Neverita josephina* et *Loripes lactaeus* ; dans la vallée du Lauzon, au Nord et à l'Est de Saint-Pierre-de-Sénos, des sables à *Ostrea barriensis* et rares pectinidés emballant des blocs de Crétacé et de Miocène éboulés du flanc Sud des reliefs de Saint-Restitut ; à l'Ouest de Roussas, un cailloutis à huîtres, surmonté d'argiles saumâtres avec *Potamides basteroti* (Fontannes, 1876).

Le caractère de golfe étroit de la ria pliocène restreignait considérablement les échanges avec la mer ouverte et créait des conditions écologiques particulières. Ainsi l'absence de foraminifères planctoniques empêche tout raccord avec la biostratigraphie établie sur ce groupe. L'ostracofaune révèle toutefois que la transgression marine pliocène fut rapide et avait atteint le domaine rhodanien au Nord du bassin de Valréas (Bas-Dauphiné) dès le Zancléen (Carbonnel et Ballesio, 1982), mais la faible résolution biostratigraphique tirée de l'étude des ostracodes ne permet de reconnaître sur le domaine rhodanien qu'une seule zone couvrant le Pliocène inférieur et une partie du Pliocène moyen (*écozone à Aurila nilensis*). **Le faciès régressif à *Potamides basteroti*** qui marque la fin du régime marin a livré dans les gisements du bassin de Valréas (le Coriançon et Villedieu sur la feuille Nyons, Saint-Roman-de-Malegarde sur la feuille Orange) une ostracofaune saumâtre à *Leptocythere basescoi* qui ne montre aucune affinité avec celle du niveau à congéries de la vallée du Lauzon. L'écozone à *Leptocythere basescoi* recouvre, en Italie, pour partie le Pliocène inférieur, pour partie le Pliocène moyen (Colalongo, 1986 ; Colalongo *et al.*, 1972).

pF. Formation de Chabrier : marnes et conglomérats fluvio-lacustres (Pliocène inférieur : Zancléen ?) (90 m). Ensemble de marnes grises à jaunâtres avec quelques passées ligniteuses sombres et des lentilles de conglomérats polygéniques à galets calcaires impressionnés. Cette formation fluvio-lacustre largement représentée sur la feuille voisine Nyons (« formation de Chabrier » de Ballesio et Truc, 1967) a été presque totalement démantelée au Quaternaire sur la feuille Valréas. Il n'en subsiste que des lambeaux au Sud-Est de Visan où apparaissent les deux faciès, marnes et conglomérats. Aux lieux-dits Pignon et Lamartinelle, les passées ligniteuses ont fourni une faunule de mollusques d'eau douce et terrestres pliocènes : *Carychium pachytilus*, *Vertigo myrmido*, *Clausilia baudoni*, *Strobilops labyrinthica*, *Tachæcampyllus chaixi*. Au sommet de la colline de Villedieu, seuls les conglomérats fluviaux sont présents.

Une datation précise est fournie par le gisement à micromammifères d'Hautimagne (à l'Est de Villedieu, feuille Nyons). Le niveau fossili-

fère se situe dans les termes moyens de la formation, 85 m au-dessus d'un banc littoral à *Cerithium vulgatum* (Ballesio et Méon, 1978). Il appartient à la biozone mammalienne MN 14 (Mein, 1975, de Bruijn *et al.*, 1992) mise en corrélation avec le Pliocène inférieur marin. Ce qui assigne *a fortiori* un âge zancéen aux assises marines sous-jacentes à la succession continentale d'Hautimagne. Les dépôts continentaux ont gagné progressivement sur le domaine marin depuis les bords de la dépression. Le gisement d'Hautimagne étant en situation marginale sur ce bassin, il n'est pas exclu que le régime marin ait perduré au-delà du Zancéen dans les parties axiales du golfe. Ceci reste du domaine de l'hypothèse puisque, dans ces parties axiales, le passage des assises marines aux dépôts continentaux supérieurs est inconnu, érodé au Quaternaire. On ignore également la date de la fin du remblaiement car le sommet des dépôts continentaux n'a donné aucun fossile.

pB. **Marnes rouges et cailloutis de la Bézucle (Pliocène ind.)** (60 m). Ce dépôt, totalement isolé, apparaît seulement au Nord de Visan, sur le versant sud-ouest de la vallée de l'Herin. Il s'agit d'un conglomérat à éléments hétérométriques, mal classés, emballés dans une matrice de marnes sableuses rouges. La base est littorale, avec des huîtres incluses dans la matrice et fixées sur les galets, le reste est continental. La formation de la Bézucle s'adosse, en contact discordant abrupt, contre les assises tortoniennes et ses matériaux sont empruntés aux niveaux sommitaux rouges du Miocène.

Fp. **Alluvions de la haute terrasse rhodanienne (Pliocène supérieur)**. Cette haute terrasse n'est représentée que par le lambeau de cailloutis conservé au sommet du plateau de Saint-Restitut, à la cote 280 m, environ. Ce sont des galets patinés et émoussés où dominent les quartzites alpins. Ils sont englobés dans une matrice argileuse, plus ou moins rubéfiée. Faute d'autres éléments de datation, on peut les rapprocher des grands épandages d'alluvions également quartzitiques du plateau de Chambaran, en Bas-Dauphiné, attribués au Pliocène supérieur. Comme en Bas-Dauphiné, ces alluvions de Saint-Restitut ont certainement été soulevées par les derniers mouvements alpins qui les ont portées bien au-dessus de leur cote originelle, puisqu'elles sont à 150 m au-dessus des dépôts pliocènes de la vallée du Lauzon.

On a dit plus haut que la surface d'érosion sur laquelle ils reposent se raccorde assez bien avec celle que l'on observe au sommet des conglomérats messiniens à l'Est de Visan, entre les cotes 400 et 350 m.

QUATERNAIRE

Alluvions

Fv-Fva. **Alluvions anté-mindéliennes à mindéliennes (40 à 60 m)**.

• *Dans la vallée du Rhône*, elles forment la terrasse du Bois des Mattes, épaisse de 40 à 60 m et ont été déposées par un Rhône ancien

passant par une ancienne vallée qu'empruntent aujourd'hui le TGV et l'A7, en limite nord de la feuille. Cette terrasse est antérieure au Riss auquel on attribue généralement le creusement épigénique du défilé de Donzère. Par ailleurs, les alluvions de cette terrasse sont fortement rubéfiées en surface, sur 2 à 3 m d'épaisseur, parfois plus. Ceci incline à penser qu'elle est aussi antérieure à l'interglaciaire Mindel-Riss, connu pour ses fortes altérations superficielles : elle est donc soit mindélienne soit plus ancienne. Sur la feuille Montélimar, la terrasse d'Allan qui en est le prolongement, est attribuée, bien qu'avec doute, au Donau.

Les graviers, clairs, polygéniques (quartzites et calcaires), relativement bien calibrés, dépassent rarement le décimètre. Leur épaisseur est de 43 m aux approches du défilé de Donzère où ils reposent directement sur l'Urgonien. Au pied sud du Moulon et aux Granges Gontardes, ils recouvrent le Pliocène.

Vers le Sud, cette terrasse se réduit à quelques témoins discontinus situés au pied des coteaux de la Garde-Adhémar, puis elle forme les collines allongées situées à l'Ouest de Saint-Paul-Trois-Châteaux où ces graviers ont été abondamment exploités.

• ***Dans la vallée du Lez***, on attribue provisoirement au cycle anté-mindélien à mindélien les lambeaux d'alluvions anciennes qui coiffent les buttes miocènes de la région de Montbrison, Grillon, Taulignan et Grignan. Les plus occidentaux de ces lambeaux (ZA-Ouest de Grignan et son annexe des Blaches) se raccordent en effet par leur pente avec la terrasse du Bois des Mattes et ses prolongements sud. Les plus orientaux (Taulignan, Barriol, Lumian, puis, au Sud de Montbrison, ceux de Chauvet, Fontbonau, Gramenon) montrent une pente plus forte vers le Nord-Est. La terrasse passait là aux glacis en plus forte pente liés au bord subalpin.

Certains de ces lambeaux orientaux, situés en bordure est de la feuille (Suzaud, et plus au Sud, Collanion, la Garenne) sont plus nettement élevés que les précédents tout en gardant une pente forte. Leur isolement et l'impossibilité de les raccorder à un niveau de base connu rendent leur interprétation difficile. Ils se rattachent probablement à une étape plus ancienne de la période anté-mindélienne et ont été désignés par le symbole Fva.

• ***Dans la vallée de l'Aiguës***, sont également attribués au cycle anté-mindélien à mindélien les lambeaux d'alluvions anciennes, à forte pente, situés à l'Est de Visan, et qui coiffent les buttes des Blaches, Saint-Léger, le Devès et quelques autres situées plus à l'Est encore en rive droite de l'Aigues. La pente de ces lambeaux ne permet pas, en effet, de les raccorder à la terrasse rissienne de Tulette qui s'étend à leur pied, mais, en revanche, cette pente permet d'atteindre la vallée du Rhône (Bollène) à la cote 120 m ; cote qui serait celle des prolongements sud de la terrasse du Bois des Mattes s'ils avaient été conservés jusque-là.

Toutes ces alluvions anciennes des vallées du Lez et de l'Aigues montrent des graviers presque uniquement calcaires, sauf quelques silex et des grès siliceux. Par ailleurs, malgré leur patine jaune, ces alluvions ne montrent pas de couches rubéfiées, ce qui pourrait faire douter de l'existence d'une altération mindélienne, mais il semble établi que les phénomènes d'altération et de pédogenèse sont toujours mieux conservés dans les alluvions proprement rhodaniennes (à cause de leur forte teneur en silice qui piège mieux les altérations) que dans les apports subalpins (Bornand et Chamley, 1975).

Fx. Alluvions rissiennes. Elles ne sont représentées qu'en bordure Sud de la feuille par la terrasse de Suze-Tulette, décalée de 5 à 15 m de celle du Würmien, et probablement, par le minuscule affleurement de la cote 177 m (à mi-chemin entre Richerenches et Visan). Leurs caractères lithologiques sont identiques à ceux du terme précédent.

Fy. Alluvions würmiennes

• *Dans la vallée du Rhône*, on leur attribue classiquement la terrasse de Donzère (basse terrasse du Rhône), haute de 5 à 6 m par rapport aux alluvions actuelles, mais au Sud du débouché de la vallée de la Berre, cette dénivellation est masquée par les remblais du canal de Donzère-Mondragon.

• *Dans le cœur du synclinal de Valréas*, les choses sont plus compliquées car trois niveaux d'alluvions würmiennes peuvent être distingués :

Fy1. Il s'agit du grand épandage Valréas - Suze-la-Rousse - Tulette, et de son annexe de Montségur-sur-Lauzon.

Fy2. Décalée de 4 à 5 m par rapport à la précédente, cette nappe alluviale remplit la partie ouest de la vallée de Solérieux et le bassin de Saint-Paul-Trois-Châteaux. Elle se retrouve en lambeaux discontinus aux environs de Montségur-sur-Lauzon.

Fy3. Elle se raccorde avec la basse terrasse du Rhône au Nord-Est de Bollène (vallée du Lauzon).

Fz. Alluvions récentes à actuelles (Holocène). Elles sont largement développées dans la vallée du Rhône, plus modestement le long des cours d'eau coupant le synclinal de Valréas. Celles des vallées de la Berre et du Lez se raccordent évidemment avec les alluvions actuelles de la plaine rhodanienne. Les autres rivières, à faible débit, abandonnent leur charge minérale avant d'atteindre la vallée du Rhône, si bien que leur cours inférieur coule directement sur les terrasses würmiennes où il s'étale. Partout, ce sont des limons sablo-argileux à lentilles graveleuses plus ou moins grossières.

Lz. Dépôts lacustres récents (Holocène). L'étude des sites néolithiques de la feuille a révélé leur proximité avec d'anciennes zones lacustres dont la toponymie garde parfois le souvenir : Grand Étang et

Petits Étangs (au Nord de Saint-Paul-Trois-Châteaux), Grand Étang de la Borie (près de l'étang de Suze, ce dernier étant le seul à être encore en eau, mais évoluant en tourbière), l'Étang (au pied oriental de Montbrison, ainsi qu'à 2 km au Nord-Est de Grignan), les Paluds (entre Chamaret et Montségur). Mais ces lacs ont dû exister ailleurs, notamment aux lieux-dits Grande Plaine, Petite Plaine et plaine de la Ramée (entre Saint-Paul-Trois-Châteaux et La Garde-Adhémar), plaine de Sainte-Marie (entre Suze et La Baume-de-Transit), la Plaine et plaine d'Avril (au pied oriental du plateau de Saint-Restitut), et enfin Les Moulins, dans la banlieue sud-ouest de Saint-Paul-Trois-Châteaux, associé à un site néolithique récemment fouillé.

Certaines de ces cuvettes lacustres (environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux et Grand Étang-de-la-Borie) ont fait l'objet de forages superficiels à la tarière (Brochier *et al.*, 1987). Les 4 à 5 m traversés montrent des limons sablo-argileux plus ou moins crayeux (mais n'atteignant jamais le faciès de craie lacustre), avec un ou plusieurs lits décimétriques d'argiles tourbeuses noirâtres dont les âges se situent autour de 4 200-4 000 BP. En surface ces limons lacustres passent à des colluvions terrestres, ce qui rend le contour des cuvettes très difficiles à délimiter exactement. Leur dessin sur la carte n'a donc qu'une valeur indicative.

C. Colluvions. Dépôts limono-caillouteux provenant d'un mélange des divers constituants du substrat, remaniés par lessivage superficiel ou solifluxion. Là encore, il y a tous les intermédiaires entre les colluvions dont la composition est l'exact reflet du substrat et ceux, plus polygéniques, où se mélangent des apports d'origine variée.

E. Éboulis. Les véritables éboulis sont relativement rares sur la feuille. Il s'agit alors de blocs épars écroulés d'une falaise (généralement celle des calcaires burdigaliens) ou de cailloutis cryoclastiques. Le plus souvent, les éboulis sont étalés et remaniés par les eaux de ruissellement. Ils se mélangent aux produits d'altération superficielle si bien qu'il y a tous les intermédiaires entre éboulis et colluvions (EC).

Un cas particulier est celui de la nappe d'éboulis qui s'étale au pied Nord de la falaise de Chantemerle (Burdigalien inférieur). Au voisinage, se trouvent les célèbres « crevasses de Chantemerle ». Ce sont des fissures verticales de plus en plus ouvertes au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la bordure du plateau qu'elles affectent, ceci sous l'effet du glissement gravitaire de ces lames gréseuses sur les argiles oligocènes sous-jacentes. Probablement délimitées au départ par un système de diaclases E-W, les dalles verticales s'écartent progressivement les unes des autres et finissent par s'écrouler. Les actions atmosphériques désagrègent ensuite les blocs gréseux pour donner une nappe d'éboulis de plus en plus sableuse vers le bas de la pente.

X. Remblais. Ils sont liés au creusement du canal de Donzère-Mondragon et masquent le léger talus de raccordement (de l'ordre de 5 m) qui existait entre les alluvions récentes et celles de la basse terrasse (Fy3).

ÉVOLUTION TECTONIQUE

(voir le schéma structural en couleur dans la marge de la carte)

STRUCTURATION

Les déformations les plus anciennes sont celles de la *fin du Turonien* et sont liées à l'émergence de la région et à l'altération des formations crétacées. Nous avons dit qu'elles se traduisaient par une légère discordance entre Turonien supérieur et Coniacien inférieur.

Les mouvements s'accroissent après celui-ci, dernier sédiment marin déposé en Tricastin, mais sont antérieurs à l'Oligocène qui repose en discordance sur les plis mis en place. Ils représentent l'écho des *mouvements provençaux*, au même titre que les plis dits « antésénoniens » du Diois et du Dévoluy dont ils sont l'équivalent. Il s'édifie alors des plis grossièrement est-ouest (anticlinaux très surbaissés du défilé de Donzère et du Bois de la Fayette, au Sud de la Garde-Adhémar, à cœur urgonien). Comme c'est seulement l'Oligocène qui repose sur l'Urgonien, rien ne s'oppose à ce que ces anticlinaux aient également subi la deuxième phase des mouvements provençaux (Éocène supérieur).

C'est à ces mouvements provençaux que l'on attribue le redressement probable à 60 à 70° du Turonien recoupé par le forage de Suzela-Rousse, sous un Burdigalien discordant. On a dit plus haut, en effet, que les 843 m de ce Turonien de Suze sont peu compatibles avec l'épaisseur qu'il devrait avoir en ce point (300 m environ) et que cette anomalie s'expliquerait par un forage recoupant en biais une couche assez fortement inclinée et affectée de failles.

De toutes façons, une certaine fracturation a dû accompagner la genèse de ces plis sous la forme d'un réseau de petites failles conjuguées NE-SW et NW-SE, compatible avec le raccourcissement N-S attendu, failles ayant pu rejouer ultérieurement.

Une *phase de fracturation distensive* intervient à la *fin de l'Éocène et à l'Oligocène*. Elle fait rejouer certains accidents antérieurs, dont des failles cévenoles (N50), d'origine hercynienne, en provoquant l'affaissement du bassin oligocène commun aux feuilles Montélimar, Valréas et Orange, bassin qui paraît bien délimité par la faille d'Alès au Nord et celle de Nîmes au Sud (fig. 16). Ces failles sont actives pendant tout l'Oligocène. Certaines ont été fossilisées sous forme de petits paléoreliefs enduits par les sédiments de la transgression burdigalienne (Petit Cordy, faille ouest du faisceau de Chamaret).

De nouveaux mouvements se produisent *après le Miocène*, donnant naissance à de vastes ondulations anticlinales, d'orientation cévenole, comme celle de Montélimar qui sépare le bassin tertiaire de Valréas de celui de Crest. La grande dalle oligocène des Bois de Grignan tapisse

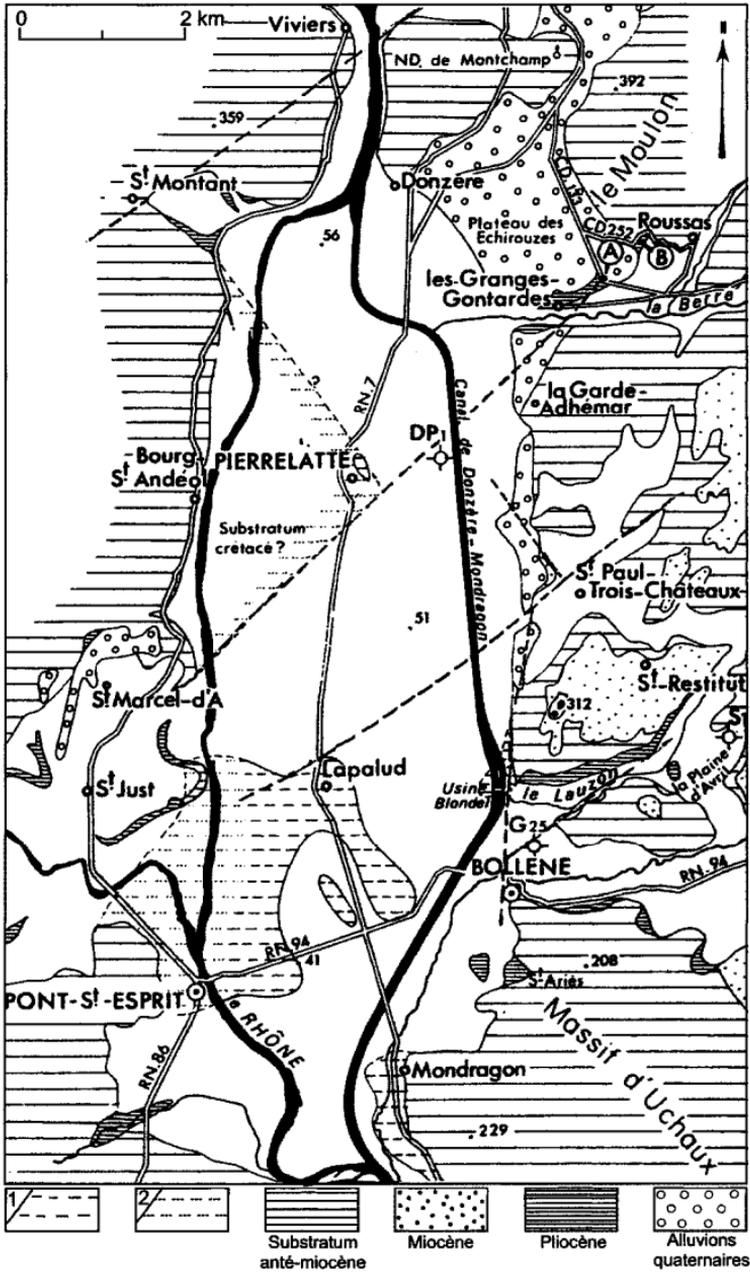


Fig. 16 - Schéma structural de la vallée du Rhône entre Donzère et Bollène (inspiré de R. Ballesio, 1972).

Terrains crétaqués masqués par les alluvions : 1 : reconnus par forage ; 2 : supposés.

le flanc sud de cet anticlinal et montre un réseau de petites failles à faible rejet dans lequel il est bien difficile de séparer celles provenant d'un rejeu de failles antérieures de celles uniquement post-miocènes. Ce réseau affecte le Burdigalien depuis Réauville jusqu'aux Bois de Grignan. Le synclinal de Grignan a pu être légèrement esquissé alors, mais suivant une direction bien différente de celle qu'il présente aujourd'hui.

En effet, après cet ample plissement d'axe ENE-WSW, une nouvelle contraction se produit, donnant des plis d'axe NW-SE, beaucoup plus marqués. C'est alors que se dessine le synclinal de Valréas actuel, encadré :

- *au Nord-Est*, par l'anticlinal de la montagne de la Lance, qui provoque le redressement de sa bordure nord suivant une ligne NW-SE, de Montbrison à Nyons (feuille Nyons surtout) ;

- *au Sud-Ouest*, par l'anticlinal des Bois d'Uchaux, beaucoup plus plat mais dissymétrique car sa retombée Nord-Est (région de Rochegude, sur la feuille Orange) montre des pendages de l'ordre de 40 à 50°.

Entre ces deux grands anticlinaux, le synclinal de Valréas est comprimé suivant une direction presque orthogonale à sa première ondulation. Il prend ainsi la forme d'une alvéole d'un « carton à œufs », structure caractéristique des plissements entrecroisés. Les quelques failles que l'on y observe (environs de Chamaret, vallée du Lauzon, rebord ouest du plateau du Rouvergue) peuvent traduire des réajustements liés à cette double sollicitation. Le curieux rocher de Suze-la-Rousse doit son relief au soulèvement provoqué par le carrefour de deux failles, celle de Montségur au Nord-Est et celle de Saint-Biaise (feuille Orange) au Nord-Ouest.

Dans l'angle inférieur sud-est de la feuille, les alluvions de la vallée de l'Aigues masquent un grand décrochement dextre responsable de l'avancée brutale du front subalpin au Sud-Est de Nyons lors de son plissement fini-miocène. Cet accident a été également mis en évidence par la géophysique (Flandrin et Weber, 1966).

- *Sur le bord ouest de la feuille*, les alluvions du Rhône masquent les structures. Les mesures sismiques et les travaux de la SNPA ont montré que ces structures sont relativement complexes. Un accident important est *la faille de Pierrelatte* (fig. 16), limitant à l'Est le prolongement sous-alluvial du plateau urgonien de Bourg-Saint-Andéol dont le rocher de Pierrelatte pourrait être un témoin (peut-être soulevé par un accident secondaire). La faille de Pierrelatte aurait un rejet de 400 m environ, puisque le forage situé à 2 km à l'Est de l'agglomération a retrouvé l'Urgonien à 339 m de profondeur. Mais, en rive gauche, l'Urgonien réapparaît au Sud de la Garde-Adhémar, ce qui impose sa remontée par failles : ce tronçon de la vallée du Rhône apparaît donc comme un véritable graben.

En tout cas, la direction de cette faille de Pierrelatte pourrait la faire comparer à celle de Marsanne (feuille Montélimar), c'est-à-dire qu'elle appartiendrait à la famille des failles dites « cévenoles » (d'orientation SW-NE, soit N 50), d'origine varisque, qui abaissent le socle du Massif central vers l'Est. La faille de Pierrelatte pourrait donc se prolonger par l'accident du plateau des Coudoulets, au Nord de la Garde-Adhémar, accident qui, vers le Nord-Est, fait apparaître un pointement de calcaire oligocène dans la vallée de la Berre, à l'Est des Granges Gontardes.

Plus au Sud, sous le village de Lapalud et toujours caché sous les alluvions, il existe un autre plateau crétacé assurant la liaison entre le massif crétacé de Pont-Saint-Esprit et le socle, également crétacé, de Saint-Restitut. L'usine hydroélectrique « P. Blondel » est en effet fondée sur un promontoire de grès crétacés prolongeant les affleurements de Bollène mais séparé d'eux par une faille N-S car, à l'Est de cette usine, le sondage de Saint-Pierre-de-Sénos a trouvé, non le Crétacé, mais le Burdigalien. Celui-ci est également abaissé de 150 m environ par rapport à celui du plateau de Saint-Restitut, au Nord, et de 110 à 120 m par rapport à celui du Mont Joly, au Sud : la basse vallée du Lauzon apparaît donc comme un graben anté-pliocène.

Ainsi la vallée du Rhône semble-t-elle offrir, au niveau du Tricastin, une structure en graben ou demi-graben de style cévenol (voir fig. 16), structure prolongeant celles de la feuille Montélimar. C'est probablement aux complications de sa bordure orientale que l'on doit l'étrange affleurement burdigalien situé en lisière ouest de Saint-Paul-Trois-Châteaux, dont la cote montre qu'il est manifestement affaissé par rapport à celui de Saint-Restitut.

SISMOTECTONIQUE

Le Tricastin est une région sismiquement active au moins depuis la fin du 18^e siècle. Il a été en effet affecté de nombreux séismes dont trois essaims atteignirent une intensité MSK de 7, en janvier 1773, août 1873 et mai 1934 (Boisse, 1934, 1936).

Le séisme de mai 1934 a duré jusqu'en juillet, puis a repris en décembre, pour ne cesser que le 2 août 1935. Pendant toute cette période, les secousses ont été accompagnées de bruits que les témoins ont comparé à des coups de tonnerre lointains, à un train passant sur un pont métallique, voire à des coups de canons. Ce ne fut pas d'ailleurs un cas isolé car tous les séismes du Tricastin ont été accompagnés de tels bruits.

Le tableau suivant donne le détail et la localisation des secousses (Vogt, 1979 ; Boisse, 1934, 1936 ; Boisse, 1980 ; Lambert et Levret-Allebaret, 1996, et sur la base de données macrosismiques « Sisfrance » : <http://www.sisfrance.net/>).

Dates	Épicentre	Intensité MSK
1773 : 23 - 01	Clansayes	7.5
07-02	Clansayes	6.5
24-02	Clansayes	6
Ces trois secousses aboutirent à l'abandon du village		
1873: 14-07	Donzère, Pierrelatte	6.5
19-07	La Garde-Adhémar	7.5
08-08	Saint-Paul-Trois-Châteaux	7à8
1897 : 27 - 01	Saint-Paul-Trois-Châteaux	4
1907 : 07 - 01	Saint-Paul-Trois-Châteaux	4
1934: 11-05	Les Granges Gontardes	6
11-05	Roussas	6
12-05	Donzère	5
12-05	Valaurie	7
13-05	La Garde-Adhémar	5
14-05	Les Granges Gontardes	5
16-05	Valaurie	6
16-05	Valaurie	6
24-06	Valaurie	6
14-07	Les Granges Gontardes	5
19-12	Valaurie	5
1935: 11-01	Les Granges Gontardes	5
13-02	La Garde-Adhémar	6
08-04	Les Granges Gontardes	5
04-05	Les Granges Gontardes	5
1936: 11-01	Les Granges Gontardes	5
13-02	La Garde-Adhémar	6
08-04	Les Granges Gontardes	5
07-07	Les Granges Gontardes	5

Principaux séismes historiques reconnus en Tricastin. Quelques repères d'intensité sur l'échelle MKS qui comporte 12 degrés : (4) vibration forte ; (5) réveil des dormeurs, chutes d'objets ; (6) fissures dans les murs, frayeurs ; (7) larges lézardes dans les murs, chutes de cheminées ; (8) dégâts massifs, habitations vulnérables détruites.

Comme on peut le constater, les épïcètrès se situènt principalement dans la basse vallèe de la Berre (Les Granges Gontardès, Valaurie) et la région de Clansayès, au voisinage de failles NE-SW. L'origine de ces séismès pourrait donc ètre liée à des rejeux de ces failles cévenoles. Mais leur localisation sur une bande relativement étroite de la rive gauche du Rhône fait aussi penser à des phénomènes de subsidence dont témoignent les petits compartiments effondrés jalonnant ce tronçon de la vallèe (Miocène des quartiers Nord de Saint-Paul-Trois-Châteaux et de Saint-Pierre-de-Sénos), ainsi que les failles bordières N-S du massif de Saint-Restitut (fig. 14).

ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE

À la fin du Crétacé inférieur, après le dépôt des calcaires urgoniens, celui des calcaires marneux et des marnes de l'Aptien supérieur marque un approfondissement de tout le bassin du Sud-Est, accompagné d'une sédimentation marneuse noire à bélemnites et ammonites.

Le golfe rhodanien du Crétacé supérieur

Dès *l'Albien-Cénomanièn*, se fait un retour vers les conditions épïcèntinentales avec l'invasion de sables glauconieux ceinturant un golfe au centre duquel la sédimentation est plus calcaire. La lacune du Gargasien, de l'Albien et du Cénomanièn inférieur dans le Sud de la feuille, décelée par le forage de Bouchet et celui de Suze-la-Rousse se retrouve, plus ou moins complète, sur les feuilles voisines Orange et Vaison-la-Romaine. Elle est probablement due aux mouvements qui affectent alors la zone vocontienne en contrecoup du soulèvement du bombement durancien. C'est donc une paléogéographie nouvelle qui s'installe au cours du Cénomanièn et qui voit se dessiner un « golfe rhodanien » SW-NE, probablement orienté par la faille-linéament de Nîmes. Au Cénomanièn supérieur, ce golfe était limité au Sud par les faciès littoraux sablo-ligniteux du massif d'Uchaux (fig. 7).

Les plis provençaux et les émerisions de la fin du Crétacé et du Paléocène

Des mouvements tectoniques (*plis provençaux précoces*) se produisent à la limite *Turonien-Coniacien*. Ils sont surtout nets sur la feuille Orange (massif d'Uchaux) mais ont quelques échos affaiblis sur la feuille Valréas. C'est sans doute à l'émerision correspondante que l'on doit une partie au moins de l'altération météoritique qui affecte alors les terres émergées. Les roches sont décarbonatées ou désilicifiées puis rubéfiées (goethite) et ocrifiées (limonite), le tout accompagné de la kaolinisation des argiles. En surface, cette altération se termine par l'apparition de cuirasses siliceuses ou ferrugineuses, rarement conservées, si ce n'est sous la forme de blocs épars. Il existe aussi une « altération latérale sous couverture », partant de la surface et s'enfonçant obliquement suivant la perméabilité des roches affectées. On y observe des produits rouges, ocre et jaunes, mais pas de cuirasses.

Après cette émergence, la mer coniacienne envahit à nouveau la région, au moins sa partie sud, avec dépôt de calcaires gréseux à rudistes et de sables jaunes, remaniant les produits d'altération antérieurs. Ces sédiments ne sont connus qu'à l'extrémité sud de la feuille. On ignore s'ils se sont étendus plus au Nord car les **mouvements provençaux** plissent et soulèvent la région, déclenchant une longue période d'érosion qui va durer jusqu'au Miocène. C'est dans ce contexte que l'on pourrait situer une nouvelle altération, de type franchement latéritique cette fois, des sables bigarrés néo-crétacés (basse vallée de la Berre et col de la Justice).

La distension oligocène

À la **limite Éocène-Oligocène**, un régime distensif fait rejouer les failles hercyniennes cévenoles N50 et apparaît les bassins sédimentaires oligocènes dont celui commun aux feuilles Montélimar et Valréas, compris entre les failles d'Alès et de Nîmes. Dans ce bassin, se déposent des couches lacustres d'âge oligocène supérieur, couches qui ont reçu quelques apports saumâtres (présence de gypse), probablement issus des lagunes péri-alpines, résidu de la mer alpine progressivement refoulée vers l'Ouest et en voie d'assèchement.

Le cycle miocène

À l'**Aquitainien**, cette phase de distension ouvre la voie à la transgression miocène qui atteint le territoire de la feuille au **Burdigalien**. La mer noie des paléoreliefs, parfois liés à d'anciennes failles nées à la fin de l'Éocène : Petit Cordy, à l'Ouest de Grignan (où la paléo-faille a bien une direction N50), Hauts Barquets et vallon de Fioc, près Chamaret (où les accidents sont plus méridiens). Mais le paléorelief principal est celui des Bois de Grignan, à la limite Nord de la feuille, qui sépare le bassin de Valréas de celui de Crest-Valence et représente une paléo-structure oligocène NE-SW.

À cette sédimentation relativement mince et se faisant sous la dépendance des irrégularités du substratum, fait suite au **Langhien** un régime de dépôts plus uniformes et plus épais qui règnera jusqu'à la fin du **Serravallien** (300 à 500 m de sables dans le sondage de Villedieu). C'est donc une phase de subsidence qui s'instaure, surtout appréciable au centre du bassin (Sud de la feuille Valréas, sous les alluvions récentes) et apparaît ainsi comme indépendante des structures oligocènes. On a pensé qu'elle pourrait représenter le contre-coup d'une phase compressive E-W, restée discrète, voire inapparente, dans le bassin de Valréas mais qui provoque des discordances intra-miocènes sur la feuille Vaison-la-Romaine (Casagrande, 1989). Au Serravallien supérieur, le mouvement de serrage doit s'accroître et affecter les chaînes subalpines car, sur la feuille Nyons et même, très localement, sur la feuille Valréas (Villedieu), arrivent les premiers conglomérats jalonnant le cours d'une Aigues miocène.

À la **fin du Tortonien**, la régression marine s'amorce sous l'effet d'une nouvelle phase alpine qui soulève irrégulièrement le domaine

rhodanien et plisse les chaînes subalpines d'où va venir, au Messinien, une importante masse d'alluvions conglomératiques transportée par une paléo-Aigues. La baisse concomitante du niveau de la Méditerranée entraîne le creusement rapide du réseau hydrographique, les effets de cette baisse s'ajoutant à la surrection du substratum pour activer l'érosion. La dénivelée est importante. En effet, près de Valréas, le dernier niveau marin tortonien (à *O. crassissima*) est à 323 m alors qu'à Villedieu (angle sud-est de la feuille) le Pliocène marin débute à -43 m, soit une dénivelée du niveau marin de 280 m⁽¹⁾. Vers Vinsobres (feuille Nyons, fig. 1), elle serait de 350 m, ce qui traduit l'approche du bord subalpin en cours de déformation et de soulèvement. C'est en effet en cette fin du Miocène que le domaine subalpin est plissé (anticlinal de la montagne de la Lance) se traduisant sur la feuille Valréas par le redressement des assises du Burdigalien à Montbrison (angle nord-est de la feuille) et par le plissement (modeste) du synclinal de Valréas.

Le Rhône messinien empruntait comme aujourd'hui la longue plaine de Pierrelatte. Toutefois son arrivée dans cette plaine ne se faisait pas par l'actuel défilé de Donzère, de formation récente, mais plus à l'Est, sur l'emplacement du plateau des Echirouzes. En rive gauche, il recevait une rivière dont la vallée est empruntée de nos jours par le Lauzon, ainsi qu'un affluent alpin important dont le tracé, en amont de Tulette, coïncide avec celui de l'Aigues actuelle. Mais, alors que cette dernière tourne abruptement vers le Sud pour rejoindre la dépression de Camaret-Orange, l'Aigues messinienne continuait vers l'Ouest pour rejoindre le paléo-Rhône à Bollène. Le Lez réutilise aujourd'hui cette ancienne vallée de Suze à Bollène.

En rive droite, l'Aigues messinienne recevait des cours d'eau secondaires, répartis sous la large plaine alluviale séparant Visan de Bouchet.

Le cycle pliocène

Durant la phase terrestre précédant le retour de la mer dans la vallée du Rhône, les vallées reçurent des alluvions fluviales et leurs versants se couvrirent d'abondants dépôts de pente. Le fond des vallées est occupé ensuite par des plans d'eau lacustres dont le développement fut peut-être provoqué par le reflux des eaux douces devant la transgression marine. Celle-ci débute dès le Zancéen. Elle fut rapide, créant un golfe digité submergeant les vallées messiniennes (fig. 15). L'arrivée de la mer sur les étendues lacustres entraîna le développement d'un épisode de transition saumâtre, très court, dont les faunes ont des affinités para-téthysiennes (faciès à congéries). La phase marine voit un envasement généralisé et seules quelques parties côtières reçurent des apports plus grossiers, sableux et caillouteux. La régression marine, progressive, est soulignée par l'installation transitoire d'un milieu saumâtre (faciès à *Potamides basteroti*) et le cycle de comblement s'achève par le développement de lacs et d'étangs à sédimentation argileuse troublée par des arrivées fluviales caillouteuses.

(1) Ce chiffre n'a qu'une valeur indicative car le sondage est implanté sur la bordure du golfe pliocène. La profondeur maximale du golfe était plus au nord, sous la plaine alluviale de l'Aigues, au droit du talweg messinien. Malheureusement aucun sondage n'est implanté dans cette zone.

Le Quaternaire

L'événement majeur est le creusement épigénique du cours du Rhône au travers de l'anticlinal urgonien de Donzère, à l'Ouest de son cours antérieur désormais matérialisé par des alluvions pré-rissiennes, d'âge encore indéterminé (mindélien à anté-mindélien). Les causes de cet événement ne sont pas encore claires.

Le Quaternaire est marqué aussi par une certaine néotectonique qui se manifeste sur la bordure orientale de la vallée du Rhône, où elle se traduit par les séismes du Tricastin. Elle doit correspondre à la subsidence du graben de Pierrelatte.

L'étude de l'évolution climatique du Quaternaire récent de la feuille n'est qu'ébauchée (Berger et Brochier, 2000). Les données palynologiques et paléo-pédologiques montrent que le Tardiglaciaire et la première moitié de l'Holocène seraient globalement secs et marqués par de forts contrastes thermiques. Des phases plus humides ont cependant été identifiées vers 9 200, 7 000 et 5 800 BP. Une phase d'érosion brutale caractérise la transition Holocène ancien-Holocène moyen vers 6 500-6 000 BP, époque où apparaissent les premiers signes d'anthropisation de la région. Vers 4000 BP, une nouvelle période plus humide permet l'individualisation de zones lacustro-palustres dans les dépressions du relief, zones associées à un peuplement chasséen abondant (voir le chapitre «Préhistoire »).

GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES

Sur ce plan, trois domaines peuvent être distingués :

Les plaines alluviales. Celle du Rhône montre des sols alluviaux argilo-sableux à galets surtout calcaires, centimétriques à décimétriques. Ce sont des sols profonds, faciles à travailler et contenant une nappe plus ou moins profonde. Cette plaine est abondamment cultivée (maïs et vergers principalement), et ceci d'autant plus que les aménagements hydroélectriques ont favorisé le développement de l'irrigation.

Dans les vallées affluentes (Berre, Lez, Aigues), les sols sont plus hétérogènes et reflètent la géologie des versants. On peut généralement y distinguer les sols caillouteux des lits mineurs et ceux des bordures inondables, plus limoneux, souvent hydromorphes, parfois de type gleys quand la configuration des lits alluviaux ralentit la circulation des nappes.

Les terrasses et grands cônes alluviaux würmiens. Ici, les sols ont subi d'importants phénomènes d'évolution mais ceux-ci sont fonction de l'âge des formations et de la nature des cailloutis, ainsi qu'on l'a souligné dans la description stratigraphique des terrasses alluviales. Ces sols sont favorables à la vigne quand l'irrigation est faible ou nulle (terrasse des Echirouzes et région entre Suze et Visan)

ainsi qu'à la lavande. Les nombreuses surfaces occupées jadis par des lacs aux environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux et entre Bollène et Montségur, représentent un cas particulier avec la présence de lits tourbeux et sont abondamment cultivées (maïs, tournesol).

Les plateaux et collines de roche en place. Quand ces reliefs sont calcaires, on a seulement des lithosols, parfois revêtus d'une mince couche de terre jaunâtre, voire des rendzines généralement impropres à la culture (dalles de calcaire oligocène des Bois de Grignan et de molasse burdigalienne du Rouvergüe ou de Saint-Restitut). Ces reliefs sont couverts par la végétation naturelle, xérophile, à chêne vert, chêne pubescent, buis et genévriers, avec rares pelouses à brachypodes, thym et aphyllante, desséchées en été. Quelques zones débroussaillées offrent un sol meuble un peu plus épais favorable à la lavande et aux truffières, l'une des principales ressources de la région (Richerenches).

Quand le sol est caillouteux, avec une matrice de limons jaunes sableux (conglomérats messiniens de Visan et anciennes terrasses conservées en buttes témoins), les surfaces déboisées sont entièrement couvertes de vignes.

Tous les sols alluviaux de la feuille, dont les plus anciens remontent au Pliocène terminal, montrent des altérations superficielles d'épaisseur variable, dont la rubéfaction varie avec l'ancienneté et la situation: les hautes terrasses du Rhône montrent des sols fersiallitiques lessivés, mais celles des vallées affluentes à apports subalpins ont subi, pour leur part, une dérubéfaction et offrent souvent un faciès de sols bruns en voie de décarbonatation.

RESSOURCES ENEAU

Les principaux systèmes hydrographiques sont ceux des vallées du Rhône, de la Berre en aval de Valaurie, du Lez en aval de Suze-la-Rousse, et de l'Aigues (angle sud-est de la feuille). Ces vallées contiennent une nappe aquifère alluviale régulière et abondante, déterminée par les marnes du Pliocène marin sous-jacent. Elle est partout abondamment exploitée par pompage.

Vient ensuite le système du Lez-amont, de la Coronne et de l'Hérin, dont les alluvions renferment aussi une nappe, moins régulière en raison de leur nature parfois argileuse, moins abondante et plus profonde, au contact des sables marneux Langhien-Serravallien sous-jacents. Cette nappe est en rapport avec celle qui circule dans l'immense recouvrement d'alluvions würmiennes qui s'étend de Montbrison à Suze-la-Rousse.

Il existe ensuite de nombreuses sources liées à des niveaux aquifères particuliers, plus réduits, alimentant des fermes isolées ou de modestes agglomérations. C'est le cas du contact des alluvions mindéliennes et du Pliocène marin (sources du château de Chartroussas), du contact des conglomérats messiniens et des marnes tortoniennes sur le pour-

tour du massif de Visan, de celui des dalles calcaires de l'Oligocène sur les marnes également oligocènes sous-jacentes, dans la partie nord de la feuille (par exemple, la source du val des Nymphes, près de la Garde-Adhémar), de la base des calcaires burdigaliens au contact des Marnes de Salles (Chantemerle, Saint-Restitut) ou du Crétacé supérieur sous-jacent quand il est suffisamment marneux (environs de Clansayes, village troglodytique de Barry). Enfin les sables cénomaniens ou albo-aptiens, à passées marneuses (ces derniers au contact des marnes gargasiennes) contiennent quelques ressources en eau, de faible importance. Ces petites sources sont souvent masquées, à leur point d'émergence, par des formations superficielles (éboulis et colluvions) au sein desquelles l'eau peut continuer à circuler avant de sortir plus bas de façon plus ou moins diffuse.

ÉLÉMENTS DE GÉOTECHNIQUE ET RISQUES NATURELS

Bien que, dans son ensemble, la feuille présente des conditions géotechniques favorables, il peut exister, très localement, des possibilités de glissements superficiels, d'éboulements, de tassements, sans parler du risque sismique.

Glissements et arrachements. Il en existe ici et là sur des pentes raides à la faveur du contact de formations argilo-sableuses superficielles et de la roche en place sous-jacente surtout quand il s'agit des marnes aptiennes, oligocènes, miocènes et pliocènes, mais ces accidents sont si limités en surface qu'ils n'ont pas été cartographiés. Tout aménagement sur ces formations doit faire l'objet d'un examen géotechnique.

Eboulements. On les observe surtout au pied des falaises calcaires ou gréseuses, notamment à l'Ouest de Chantemerle où ces éboulements descendent très bas dans la pente, avec de gros blocs isolés dans une matrice meuble sablo-calcaire (D571 vers le point coté 231, par exemple), ainsi qu'au Sud du village de Clansayes et à l'Ouest de la Garde-Adhémar. Mais il existe aussi des éboulements dans les formations grésos-sableuses du Crétacé supérieur altéré de Roussas, Valaurie et Saint-Restitut. Ce risque est accentué au niveau des anciennes exploitations dont les fronts de taille n'ont pas été traités (environs de Saint-Restitut et Mont-Joly, par exemple).

Avant la réalisation d'ouvrages ou de constructions dans ces zones, il conviendra de définir d'abord le volume des matériaux impliqués, la hauteur du front instable et l'imminence du risque (aléa faible à fort) pour délimiter la zone dangereuse (une simulation de trajectographie peut être utile). Ensuite seront définies les mesures de protection : purge de falaise, ancrage de blocs, mise en place de pièges à blocs de type merlons ou filets ASM.

Retraits, gonflements, tassements différentiels. Les formations superficielles à forte proportion d'argile sont très sensibles aux variations de leur teneur en eau qui peuvent provoquer des mouvements du sol de type retrait-gonflement. De tels phénomènes ont donné

lieu à des arrêtés de type « Catastrophe naturelle sécheresse » à la suite de divers sinistres enregistrés sur de nombreuses communes du département de Vaucluse. De plus, les formations superficielles de type colluvial ou alluvial sont très hétérogènes sur le plan géotechnique (irrégularité dans la distribution et l'épaisseur des niveaux caillouteux-graveleux ou limoneux-argileux, irrégularité dans leur degré d'induration), ce qui induit de fortes variabilités quant à leur comportement géotechnique, notamment en ce qui concerne leurs contraintes admissibles et par conséquent les tassements bruts ou différentiels qu'ils peuvent subir. Il est donc recommandé, avant tout projet, de faire réaliser les investigations adaptées à ces conditions, telles que sondages au tractopelle, sondages avec pénétromètre dynamique ou statique, sondages destructifs avec essais pressiométriques.

Risque sismique. D'après le « Nouveau zonage sismique de la France » (1986), émis par la Délégation aux risques majeurs, et selon le décret du 14 mai 1991, les cantons de la Drôme et du Vaucluse situés sur la feuille correspondent à des zones de sismicité très faible à nulle, mais les données historiques font recommander les règles de construction parasismique habituelles.

Risques artificiels. On fait ici allusion à l'effondrement d'anciennes carrières souterraines. Celles-ci n'existent qu'à l'Ouest de Saint-Restitut et leur extension est connue des services miniers et municipaux qui devront évidemment être consultés sur tout projet intéressant ce secteur.

SUBSTANCES UTILES, CARRIÈRES

Actuellement, deux catégories de matériaux seulement sont exploitées :

Les *calcaires urgoniens*, pour ballast et enrochements, dans l'anticlinal urgonien du défilé de Donzère et du Moulon. En ce dernier point, les carrières, ouvertes lors de la construction de l'autoroute A7, ont été largement agrandies ensuite pour le chantier du TGV-Méditerranée.

Des *graviers et des sables* dans les alluvions anciennes de la terrasse du Bois des Mattes-Echirouzes, au Nord des Granges Gontardes et aux environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux. Les sables jaunes du Coniacien sont également exploités au Nord de l'étang de Suze.

En revanche, de nombreuses carrières sont abandonnées. Elles exploitaient des matériaux variés :

- La *molasse calcaire burdigalienne*, comme pierre de taille, surtout sur le plateau de Saint-Restitut, et ce depuis une époque très ancienne. Mais les carrières visibles datent des 18^e, 19^e et début du 20^e siècles. Les plus impressionnantes sont les immenses carrières souterraines situées au Sud de Saint-Restitut (« caves de Saint-Restitut »), en bordure du plateau dominant la vallée du Rhône. Les matériaux étaient descendus par un plan incliné jusqu'à la plaine et acheminés ensuite par voie ferrée ou fluviale. Plus à l'Ouest, les « carrières du Rouvergue », près de Grignan, ont fourni la pierre de construction du château de cette localité.

- **La molasse calcaire du Langhien** a été utilisée dans la construction des villages de Grignan et de Taulignan. Quelques carrières sont encore visibles dans leur voisinage immédiat.

- Les **calcaires urgoniens** ont donné des pierres de taille et de ballast dans l'anticlinal situé au Sud de la Garde-Adhémar (carrières abandonnées de la Croix de la Graille et de la Pessade), ainsi qu'au rocher de Pierrelatte.

- Les **sables** provenaient de niveaux variés : *molasses sableuses miocènes* (Ouest de Réauville, Nord de Suze-la-Rousse), *Turonien supérieur* à faciès « ucétien » (Sud de la colline d'Aigremont sur le plateau du Mont Joly, carrière Saint-Michel au Sud de Solérieux). Ces sables turoniens sont devenus kaoliniques après avoir été soumis à l'altération continentale fini-crétacée et exploités pour le kaolin (carrières du Chameau à l'Est de Saint-Paul-Trois-Châteaux et du soubassement du plateau de Saint-Restitut). C'est aussi le cas des *sables albiens*, blancs ou rouges, de la basse vallée de la Berre (carrières abandonnées de la colline de la Bruyère, près de Chantemerle, du Creux Rouge, près des Granges Gontardes, des Sablières et du ravin des Bruyères, près Roussas). Enfin les *sables phosphatés* de l'*Aptien supérieur (Clansayésien)* ont été activement exploités au 19^e siècle dans une série de carrières à ciel ouvert ou en galeries depuis le Devès (au Nord de Clansayes) jusqu'à la colline de Chanbasset, au Nord de Saint-Paul-Trois-Châteaux.

- **L'argile**. On a exploité, pour la fabrication de tuiles, des argiles dues au lessivage superficiel de formations marneuses d'âge varié : *pliocène*, dans divers lieux-dits « Tuilière » (au Sud du Logis de Berre, à l'Est de Roussas, à la Rabaste près de la Garde-Adhémar, Courdouze près de Tulette, à la sortie sud du village de Bouchet), *langhien* (Petite et Grande Tuilière, au Sud-Est de Grignan), *oligocène* (quartier des Côtes, au Sud de Réauville). Carrières et fours ont disparu.

Rappelons aussi le gypse des marnes oligocènes, exploitées là au 19^e siècle au Sud de Réauville et dans la vallée de la Berre. Rien ne subsiste des anciennes exploitations et des fours à plâtre.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

SONDAGES COMPLÉMENTAIRES

1 - Sondages de la Compagnie générale du Rhône (CNR)

- À l'Ouest de Donzère :

N° sondage	Cotes du toit et de la base du Pliocène	Cotes du toit de l'Urgonien
1	-	3,9 m
2	-	4,8 m
3	3,4 à 10,8 m	10,8 m
4	5,2 à 12 m	12 m
5	-	43,2 m
6	-	29 m

Cotes du Pliocène et de l'Urgonien dans les sondages de la CNR

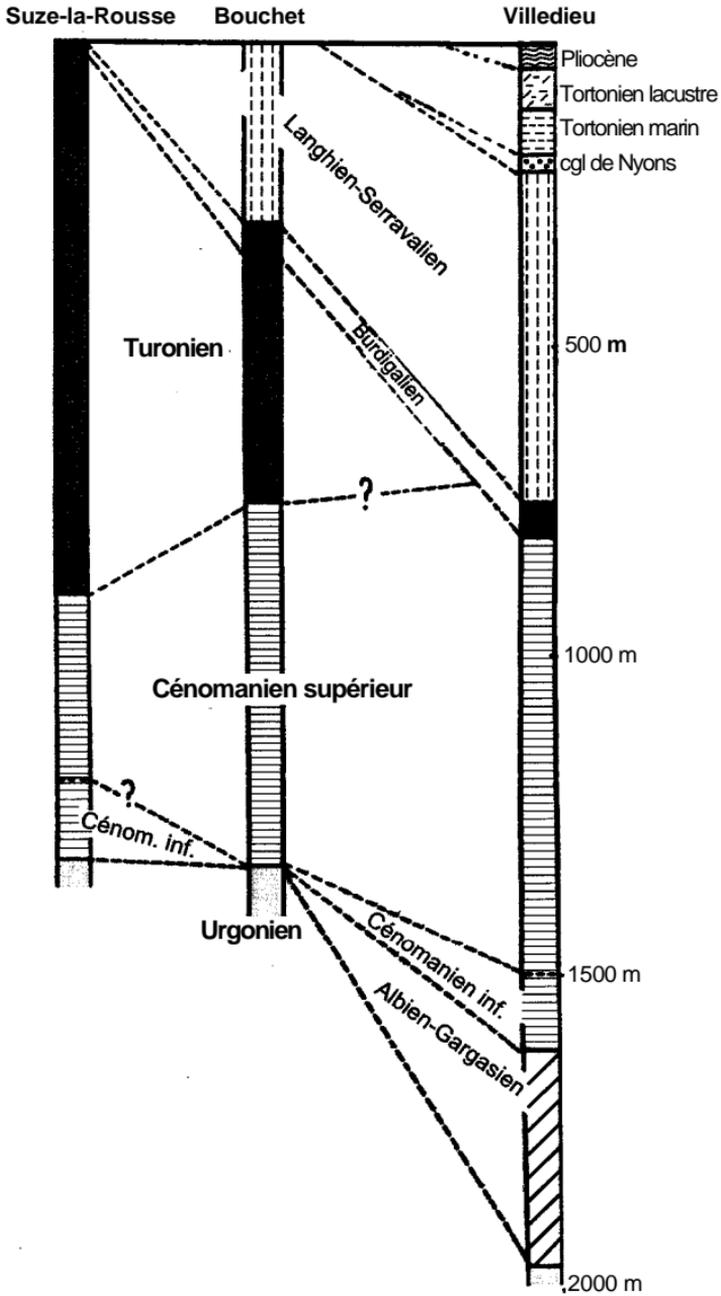


Fig. 17 - Coupes comparées des trois grands forages du Sud de la feuille

- Au Nord de Bollène (Saint-Pierre-de-Sénos) : les sondages 7, 8, 10 et 14 ont rencontré directement sous les alluvions les calcaires gréseux du Turonien. Au n° 9, ces derniers sont surmontés d'une quinzaine de mètres de molasse burdigalienne fossilifère, type Saint-Restitut (d'où une valeur approximative du rejet de la faille). Les sondages 11, 12 et 13 ont pénétré le Plaisancien, sur 10 à 15 m.
- Sur toute la surface de la plaine alluviale, d'autres sondages piézométriques, très nombreux, ont rencontré partout, sous les alluvions, les argiles marneuses gris-bleu à microfaune marine plaisancienne.

2 - Sondages profonds de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine

Le nom de chaque formation rencontrée est suivi de la cote de sa base :

- **DP-1** : alluvions, 0 à 22 m ; Pliocène marin, 45 m ; Pliocène inférieur, 291 m ; Gargasien, 307 m ; Bédoulien, 339 m ; Urgonien, arrêt à 351 m.
- **DR-1** : alluvions 0 à 8 m ; Albo-Gargasien, 103 m ; Gargasien, 186 m ; Bédoulien, 196 m ; Urgonien, arrêt à 240 m.
- **DR-2** : alluvions 0 à 22 m ; Albo-Gargasien, 117 m ; Gargasien, 249 m ; Bédoulien, 263 m ; Urgonien, arrêt à 271 m.
- **DR-3** : alluvions 0 à 8 m ; Gargasien, 44 m ; Bédoulien, 249 m ; Urgonien, arrêt à 266 m.
- **DR-4** : alluvions 0 à 11 m ; Éocène (?), 32 m ; Albo-Gargasien, 128 m ; Gargasien, 202 m ; Bédoulien, 213 m ; Urgonien, arrêt à 222 m.
- **Dbo-1** : Serravallien-Langhien, 0 à 280 m ; Burdigalien, 336 m ; Turonien, 733 m ; Cénomaniens, 1 338 m ; lacune du Cénomaniens inférieur, du Vraconien, de l'Albien et de l'Aptien ; arrêt dans l'Urgonien à 1 378 m.
- **DVI-1** (indiqué dans l'angle sud-est de la feuille, bien que situé sur la feuille Nyons) : alluvions, 0 à 10 m ; Pliocène marin, 43 m ; Tortonien lacustre, 107 m ; Tortonien marin, 173 m ; Conglomérat de Nyons (Serravallien supérieur), 205 m ; Serravallien, 747 m ; Burdigalien, 790 m ; Cénomaniens-Vraconien, 1 660 m ; Albien supérieur, 1 706 m ; Albo-Gargasien, 1 958 m ; Barrémo-Bédoulien, où le forage est arrêté à 1 975 m.
- **Dsu-1** : Quaternaire, 7 m ; Burdigalien, 31 m ; Coniacien, 66 m ; Turonien, 909 m ; Cénomaniens, 1 335 m ; Urgonien, où le forage est arrêté à 1 343 m.

Pour ces trois derniers forages, voir les coupes comparées (fig. 17).

3 - Sondages divers

Tous pratiqués pour des recherches d'eau, ils apportent cependant des indications intéressantes sur divers termes de la série tertiaire dans la partie sud de la feuille, et sur l'épaisseur des alluvions de la grande nappe alluviale Valréas-Suze (pour les sondages anciens, voir Gignoux, 1929). Ont été retenus :

N° sondage	Localité	Profondeur	Quaternaire	Coupe relevée
15	Bollène	190 m	12 m	Pliocène marin
16	Bollène	190 m	12 m	Pliocène marin
17	Garigou	158 m	8 m	Pliocène marin
18	Montgillon	120 m	20 m	Pliocène marin
19	Petite Matte	120 m	20 m	Pliocène marin
20	Gibard	175 m	6 m	Plio. (1 m), puis safre
21	Béconne	203 m	3 m	Miocène (safre)
22	La Piégone	152 m	2 m	Miocène (safre)
23	Conserverie de Valréas	172 m	7,5 m	Miocène (safre)
24	Molière	144 m	6 m	Miocène (safre)
25	Grande Grange	184 m	2,5 m	Miocène (safre)
26	Suze-la-Rousse- Les Bruns	120 m	0	Langhien
27	Suze-la-Rousse Cave coopérative	221 m	0	Pliocène (130 m) Coniacien (33 m) Turonien sup. (58 m)
28	Taulignan Sud	127,5 m	2,5 m	Miocène (safre)
29	Salles-sous-Bois	131 m	6 m	Oligocène
30	Donzère SE	100 m	5,5 m	Pliocène

Ces forages apportent quelques indications intéressantes sur :

- *l'Oligocène*. Les deux forages 29 (Salles-sous-Bois) ont trouvé 103 et 108 m de marnes oligocènes à petits bancs calcaires, soit une épaisseur double de celle mesurée plus à F Ouest ;
- *le Miocène*. Le forage 28 (Taulignan Sud) a apporté une précision intéressante car la coupe du Langhien qu'il donne, au-dessus du Burdigalien (atteint à 127,50 m), est différente de celle affleurant dans les environs de Grignan, peut-être sous l'effet d'une faille synsédimentaire ;
- *le Pliocène*. Y pénètrent les forages 15 et 16 (Bollène) sur 178 m, 17 (Garigou) sur 150 m, le 18 (Montgillon) et le 19 (Petite Matte) sur 100 m, alors que le 20 (Gibard) n'en trouve qu' 1 m avant d'atteindre le Miocène, ce qui traduit la raideur de la morphologie anté-pliocène. Le forage 27 l'a traversé sur 130 m (marnes bleues marines et, à la base, quelques mètres de marnes verdâtres avec débris de coquilles et graviers représentant peut-être le niveau à congéries) ;

- *l'épaisseur des alluvions würmiennes*. Elle est faible mais assez irrégulière. Du Nord au Sud, 3 m (21, 22), 6 à 7 m (23, 24), 2,50 m (25), 20 m (18, 19), 6 à 8 m (17, 20), 12 m (15, 16).

PRÉHISTOIRE

Le territoire de la feuille Valréas n'a fourni aucun témoin indiscutable de *Paléolithique* (à l'exception, peut-être, d'un biface en grès, grossièrement taillé, trouvé en éboulis, au pied de l'éperon Ouest de Clansayes, mais dont la datation est discutable).

En revanche, il est riche en *gisements de surface néolithiques*. À peu près partout, il est possible de ramasser du matériel lithique en silex (éclats, raclours, lames, perçoirs et très nombreux microlithes). Les silex utilisés sont ceux du Turonien ou, plus fréquemment, ceux des galets contenus dans le conglomérat de base du Burdigalien. Ce matériel est associé à quelques haches polies vertes, de la céramique souvent chasséenne, campaniforme, et des meules en grès. Tout le Néolithique est représenté mais c'est surtout le Chasséen et le Néolithique final qui dominent, ce dernier généralement prolongé dans le Chalcolithique. Des restes de cabanes ont été signalés à Bellevue (Sud-Ouest de Saint-Paul-Trois-Châteaux, où ils seraient peut-être mésolithiques), à la carrière du Pont des Achenaux (à l'Est de Tulette) et à Saint-Chande, entre Clansayes et Chamaret.

Une mention spéciale doit être ajoutée au sujet du site des Moulins, à l'Ouest de Saint-Paul-Trois-Châteaux, qui a révélé une importante occupation *chasséenne* sur près de 3 hectares, avec des sépultures, parfois collectives, en fosse-silo, avec une abondante céramique de forme variée traduisant un certain raffinement de l'artisanat. Ce site est lié à une dépression palustre, comme bien d'autres dans cette partie du Tricastin.

Il faudrait également signaler les sites allant du Néolithique à l'Âge du *Fer* trouvés dans la plaine rhodanienne lors des opérations de sauvetage liées au TGV-Méditerranée (Pierrelatte, Espitalet, Malalones, Surel, Bollène, etc.).

Dans deux régions seulement, les gisements fouillés se situent dans des grottes ou des abris-sous-roche :

- Le « *robinet* » de *Donzère*, en rive gauche du Rhône, où les calcaires urgoniens sont percés de nombreuses grottes (Baume Noire, Baume-des-Anges, les Chauve-souris). Elles ont fourni un matériel allant du Néolithique récent à la fin de la Tène. Au Néolithique, on peut rapporter des haches polies, des pointes de flèches et la gamme habituelle des lames, raclours ou polissoirs, avec un peu de céramique ; au Bronze, beaucoup de céramique, des haches à rebord ou à douille et anneau latéral, des lames de poignard, épingles, anneaux, etc., avec quelques ossements humains.

- Le plateau dit *Pas de Clavel*, au Nord de Clansayes, constitué par une dalle de molasse calcaire burdigalienne. Au contact des marnes créta-cées sous-jacentes, se sont creusés des abris-sous-roche et quelques courtes galeries ayant servi d'habitat ou de sépulture. Le matériel recueilli est surtout abondant sur le plateau sus-jacent : pointes de flèches, poinçons osseux, céramique, fragments de meules en grès.

- Le *plateau du Rouvergue*, à l'Est, toujours en molasse burdigalienne, est plus énigmatique. Il présente un immense parcellaire à bories écroulées, plus ou moins géométriquement disposées dans des enclos bien délimités, le tout desservi par des voies de circulation entre murs. L'âge de cet ensemble est difficile à établir, de la fin du Néolithique à la période historique. On y a récolté une abondante industrie lithique allant du Néolithique ancien, avec des hachettes polies, silex variés et tessons de poteries ; au Néolithique moyen - Chasséen, avec des pointes de flèches ; au Néolithique supérieur - Chalcolithique, avec des flèches bifaces et des débris de vases campaniformes. Les périodes historiques sont représentées par des poteries grossières et quelques ossements humains. On peut être surpris d'un pareil habitat sur un plateau calcaire aussi dépourvu de terre arable, mais celle-ci existait jadis et a disparu du fait de l'érosion anthropique avec un décapage maximum au Moyen-Âge.

- *L'oppidum du Moulon* (2 km à vol d'oiseau au Nord-Ouest de Roussas), à triple enceinte de blocs urgoniens, a été utilisé dès le Néolithique et constitue l'ouvrage de ce genre le plus important de la feuille.

On trouvera les références concernant la préhistoire du Tricastin à la fin de la bibliographie générale.

ITINÉRAIRES GÉOLOGIQUES

Un certain nombre d'itinéraires intéressant la feuille Valréas ont été décrits dans le Guide géologique régional Lyonnais - vallée du Rhône (Demarcq, 1973, Masson éd.). Ils ne seront pas repris ici où l'on en décrira deux seulement correspondant aux deux centres d'intérêt spécifiques de cette carte, que sont les altérations néo-crétacées et la stratigraphie du Miocène.

Altérations néo-crétacées (et éocènes ?)

Partir de Roussas, 7 km à l'ESE de Donzère. Le vieux village est bâti au pied d'une butte constituée par les sables verts albiens altérés. On peut les voir dans les talus de la petite route montant au château et sur le replat précédant ce dernier. Aller aussi voir le ravin des Brugières sur la rive opposée de la Vence, où ces altérations sont particulièrement spectaculaires. L'atteindre par la petite route forestière qui, près de Valaurie, contourne la colline du Bœuf (cote 173) par l'Ouest, puis le Nord. S'avancer alors à pied au bord des escarpements où la vue est impressionnante sur ces ravinements et ces aiguilles de grès bigarrés, le matin seulement.

De Roussas ou de Valaurie, reprendre la D133 mais avant de la suivre en direction de Saint-Paul-Trois-Châteaux, deux crochets permettent d'approfondir la vision de l'Albien altéré.

a - Prendre la D133 vers la gauche, en direction de Grignan et, 1 km après Valaurie, atteindre les collines reconnaissables par les teintes rouges de leurs affleurements. Stationner au départ de la première route qui y mène, avant qu'elle ne devienne privée. De là un chemin permet d'atteindre cet Albien altéré qu'il est intéressant de parcourir depuis la maison Royet vers l'Est car on recoupe successivement l'Albien normal (sables et grès verts), puis altérés (grès durcis, blancs ou ocre, ensuite quartziteux et bruns) avant qu'il ne soit plus qu'une masse sableuse bariolée à rognons de silcrètes siliceux. De nombreuses plages de sables rouge vif témoignent peut-être d'une altération latéritique plus tardive (Éocène ?).

Un autre affleurement intéressant peut être étudié en suivant la route de Grignan pendant encore 2 km puis, à droite, la route de Chantemerle jusqu'à la butte boisée dite de Bruyère (cote 185) où l'on retrouve le passage de l'Albien altéré (grès ocrés) à des sables blancs, épais, jadis exploités.

b - Prendre la D541, à droite, en direction des Granges Gontardes et, 500 m avant ce village, prendre à gauche, près d'un calvaire, la petite route goudronnée qui mène au lieu-dit le Creux Rouge (Ribaud) où une ancienne carrière permet de toucher les faciès bariolés de l'Albien altéré, surmontés d'un horizon rouge vif pouvant représenter un sol latéritique éocène (?).

Revenir à Valaurie par la D133 et, en face d'un ancien poste électrique, prendre à droite la route de Saint-Paul-Trois-Châteaux que l'on suit jusqu'au col de la Justice.

De ce col, il est conseillé de prendre à droite la route de la Garde-Adhémar pour visiter le site célèbre du Val des Nymphes, reculée caractéristique dans les calcaires lacustres oligocènes. Au départ du col de la Justice, bons affleurements dans les marnes oligocènes, blanches et rouges, sous-jacentes aux calcaires.

Du col de la Justice, descendre vers Saint-Paul-Trois-Châteaux en observant à gauche (vers l'Est), mais cette fois l'après-midi, le repos de la molasse burdigalienne (plateau du Pas de Clavel) sur l'Albien rubéfié et ocrifié (fig. 4). C'est à la base de celui-ci, dans des pentes broussailleuses et peu accessibles que se trouvaient les exploitations de sables phosphatés et l'ancien stratotype du Clansayésien. Aux approches de Saint-Paul, au château Romanin, prendre à gauche la D571 vers Clansayes et, 500 m plus loin, observer le versant Nord de la colline de Tortonne qui montre dans l'Albien-Cénomaniens un bel exemple d'altération latérale sous couverture.

De ce point, il faut évidemment monter jusqu'au donjon de Clansayes où l'on touche la molasse burdigalienne et d'où la vue est

magnifique sur la région. Rappelons qu'on est là au voisinage de l'épicentre des fameux séismes du Tricastin de 1934-1935.

Reprenre la D133 au château Romanin (observer dans les talus fraîchement entaillés de la route les sables jaunes altérés de l'Albien), et aux approches de Saint-Paul-Trois-Châteaux, visiter la célèbre carrière du Chameau (4 km à l'Est de l'agglomération, accessible par une série de petites routes goudronnées puis un court trajet à pied sur un chemin envahi par la végétation). Le front de taille montre le Turonien rubéfié et décalcifié sous le Burdigalien (fig. 5).

De Saint-Paul, prendre la D59 (route de Suze) puis, à droite, la route de Saint-Restitut (D59a). Sous ce village, elle montre dans d'excellentes conditions le Burdigalien ravinant, avec des conglomérats à galets verts, le Turonien altéré en grès quartziteux rubéfiés. La route contourne le village vers le Sud. Suivre la direction Bollène.

Le plateau de Saint-Restitut est bâti sur la molasse burdigalienne jadis exploitée dans de nombreuses carrières dont certaines sont visibles en bordure de la route. De ces carrières ont été extraites les pierres (« Molasse de Saint-Restitut ») dont est construit la célèbre église romane de ce village qui mérite une visite. À la sortie Sud de l'agglomération, il est conseillé de prendre à droite la route des carrières (« caves de Saint-Restitut ») que l'on suit jusqu'au terminus. Ces immenses carrières souterraines sont en partie transformées en « théâtre d'images » pendant la saison touristique ou en caves à vin (« cellier des Dauphins »), visitables. Du parking situé au terminus de la route, belle vue sur la vallée du Rhône, Pierrelatte et son rocher urgonien, et la rive ardéchoise avec le plateau urgonien des Gras. Au fond, par temps clair, le Cristallin du Mont Lozère (1 700 m).

Revenir au point de départ de la route des carrières et reprendre la D59a qui recoupe le versant Sud du plateau, avec les trois niveaux du Burdigalien (molasse, Marnes de Salles, complexe détritique inférieur), niveaux dans lesquels se creuse la Combe Grenière, stratotype rhodanien de l'étage. Au carrefour avec la D160, prendre à droite et, 800 m au-delà, emprunter la petite route des carrières de Pied Gros. Elles exploitent les sables résultant de l'altération du Turonien supérieur sous le contact ravinant du Burdigalien, avec ses galets verts caractéristiques.

Coupe du Miocène du synclinal de Valréas

Elle n'est pas facile à observer car aucune n'est suffisamment continue. Il faut procéder de proche en proche. L'itinéraire proposé évite le maximum d'allées et venues à travers la feuille.

Le Burdigalien. Partir de Chantemerle-lès-Grignan, bâti sur le complexe détritique de base de l'étage et visiter les célèbres « crevasses de Chantemerle » qui y sont ouvertes par l'érosion et les tassements, 1 km à l'Ouest du village, sur le bord du plateau du Rouvergue.

De Chantemerle, rejoindre Grignan par la D549. Peu après le village (1 km environ), prendre à droite la D471 qui recoupe les «Marnes de Salle » au point coté 248 (lieu-dit les Lauzes), où le sommet de ce niveau, plus calcaire, donne des bryozoaires et de grands foraminifères discoïdes (operculines). On traverse ensuite le plateau du Rouvergue où l'on peut voir, près de l'embranchement de la route de Chamaret, les anciennes carrières où ont été prises les pierres du château de Grignan. Elles exploitaient la molasse du Burdigalien supérieur (molasse dite de Saint-Restitut). Atteindre Grignan et son église, bâtie de la même pierre que le château.

Le Langhien (Molasse de Grignan). On peut la toucher en allant à pied de l'église au château car celui-ci est bâti sur une butte témoin constituée de cette molasse, ou bien à la grotte de la Rochecourbière, 1 km au Sud-Est de Grignan. La petite route qui y mène est bien indiquée et part de la D541 à l'extrémité sud du village. On peut aussi observer le Langhien à Chamaret (4 km au Sud-Est des Grignan, par la D71), dans la butte portant le célèbre donjon de ce village.

Cette butte montre une succession de sables marneux et de molasses gréseuses ou marneuses, avec quelques bancs de calcaires grossiers. Le donjon n'a pas été construit avec ces matériaux, trop friables, mais avec la molasse burdigalienne exploitée dans de grandes carrières, aujourd'hui abandonnées, qui se trouvent 1 km à l'Ouest du village, au lieu-dit Fond Garrigue.

Les affleurements de molasse langhienne de Chamaret forment les reliefs qui s'étendent vers le Sud jusqu'à Montségur, découpés en lanières par des failles à faible rejet, qui donnent un paysage assez pittoresque en bordure du Lez.

Le Serravallien. Ce sont les grès plus ou moins marneux de Valréas, brun-jaune, à stratification entrecroisée (« safre ») qui offrent des affleurements caractéristiques que l'on pourra voir à Grillon (butte du vieux village), atteint par la D71.

Les meilleurs affleurements de safre sont malheureusement situés plus au Nord, sur le territoire de la commune de Montbrison, au lieu-dit le Châtelard, en bordure de la D538, ou à la base de la colline Suzaud, près du carrefour de la D538 et de la D552, à l'extrême limite de la feuille. Prendre le chemin de terre qui part de la route principale à 100 m au Nord-Ouest du carrefour et monte en lacets sur le flanc de la colline. Les lames grésifiées ondulées et contournées, témoignent d'une stratification entrecroisée originelle mais les modalités du phénomène restent assez obscures.

De Grillon à Valréas par la D941. Le vieux Valréas est également bâti sur une butte de safre serravallien, à peu près totalement masquée par les habitations, mais un bon affleurement se trouve à côté de l'église romane située au sommet de la butte, dans une petite rue descendant vers l'Est.

De Valréas, prendre la D46 qui mène à Vinsobres par le plateau et coupe le sommet du Miocène (Tortonien et Messinien).

Le Tortonien. Il débute par des marnes sableuses marines généralement masquées par ses produits d'altération très cultivés ici (vignes).

Les bons affleurements sont rares. Un des meilleurs et des plus facilement accessibles se trouve à 2 km au Sud-Est de Valréas, le long de la D976, derrière et au-dessus d'une importante coopérative vinicole (point coté 201). Cette coopérative se situe sur un terre-plein creusé dans le sommet du Serravallien (visible dans le front de taille derrière les bâtiments). S'élever à travers les broussailles au-dessus de la coopérative pour atteindre un vallon fraîchement planté de vignes. Sur ses deux rives, mais surtout celle du Nord-Est, les talus montrent d'excellents affleurements de Tortonien marin, sablo-marneux, à *Ostrea crassissima*, surmonté du Tortonien lacustre, de faciès analogue. Sur le talus sud-ouest, le contact est marqué par un conglomérat polygénique épais de 2 à 3 m. Ce conglomérat est masqué sur le talus nord-est par une faille récente.

Le Tortonien supérieur fluvio-lacustre est également sablo-marneux et n'affleure guère plus que le précédent. On peut cependant le toucher au lieu-dit les Grottes, où un de ses affleurements, plus gréseux, forme un petit promontoire, ancienne sablière où a été creusée une cavité qui est à l'origine du nom. Observer la stratification confuse de ces sédiments estuariens, à paquets de marnes blanches remaniés et gastéropodes continentaux.

La coupe du Miocène de Valréas se termine par les conglomérats messiniens formant le plateau entaillé par la haute vallée de l'Hérin, entièrement couvert de vignes et de petits bois de chênes.

DOCUMENTS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du BRGM (BSS) possède l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille. Les documents peuvent être consultés au Service Géologique Régional (SGR) Jura-Alpes, 151, boulevard Stalingrad, 69626 Villeurbanne cedex, et, pour le canton de Valréas, au SGR de la région PACA, 117, avenue de Luminy, 13288 Marseille cedex 2. Cette banque de données peut être consultée au BRGM, Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris, ou encore à partir du site internet <http://www.brgm.fr/infoterre>.

BIBLIOGRAPHIE

- ARCHAMBAULT-GUEZOU J. (1976) - Présence de *Dreissenidae* euxiniques dans les dépôts à congéries de la vallée du Rhône et sur le pourtour méditerranéen. Implications biogéographiques. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. 18, p. 1267-1276.
- BALLESIO R. (1972) - Étude stratigraphique du Pliocène rhodanien (thèse). *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, n° 53, 333 p.
- BALLESIO R., ARCHAMBAULT-GUEZOU J. (1980) - Présence du Messinien dans la vallée du Rhône. *Géobios*, Lyon, n° 13, fasc.16, p. 935-940.
- BALLESIO R., MEON H. (1978) - Le Néogène supérieur du bassin de Valréas : étude stratigraphique et palynologique des formations de la basse vallée de l'Eygues (Drôme, Vaucluse). *Docum. Lab. Fac. Sci. Lyon*, n° 72, p. 46-69.
- BALLESIO R., TRUC G. (1967) - Contribution à la connaissance du Néogène de la moyenne vallée du Rhône. Le Miocène supérieur et le Pliocène du Haut Comtat-Venaissin. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, N.S., n° 14, p. 79-101.
- BERGER J.-K., BROCHIER J.-L. (2000) - Évolution des paysages et des climats dans la moyenne vallée du Rhône et sa bordure préalpine de 13000 à 5 000 BP. Actes du Coll. intern. de Besançon, oct. 1998, Presses Univ. Franc-comtoises, p. 37-57.
- BOISSE C. (1980) - Séismologie du Tricastin. *Annales du Centre de Recherches Tricastines*, n° 2, 56 p.
- BOISSE L. (1934) - Les tremblements de terre dans le Tricastin. *N° h-s. du Bull. Soc. d'archéol. et de statistique de la Drôme*, Valence, 20 p.
- BOISSE L. (1936) - Les tremblements de terre dans la Drôme et spécialement le Tricastin. Bureau central séismologique international, série B, monographies, fasc. 6, p. 1-33.
- BORNAND M., CHAMLEY H. (1975) - Observations sur la sédimentation argileuse du Miocène supérieur au Pléistocène dans la moyenne vallée du Rhône. *Bull. Gr. Fr. des Argiles*, t. 27, fasc.2.
- BRGM (1981) - Carte sismotectonique de la France. BRGM éd., mém. n° 111, avec notice de 36 p.
- BROCHIER J.-L., MATTEUCCI S., BEECHING A. (1987) - Les paléolacs holocènes de la moyenne vallée du Rhône. Coll. INQUA, le Puy-en-Velay, 1985, Documents du CERLAT, mém. n° 1, p. 239-246.
- CARBONNEL G. (1969) - La zone à *Loxococoncha djaffarovi* SCHNEIDER (*Ostracoda*, Miocène supérieur) ou le Messinien de la vallée du Rhône. *Rev. de micropaléontologie*, Paris, vol. 21, n° 3, p. 106-118.
- CARBONNEL G., BALLESIO R. (1982) - Les ostracodes pliocènes du Sud-Est de la France. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n° 85, p. 55-100.

- CASAGRANDE L. (1989) - Évolution tectonosédimentaire mio-pliocène du bassin du Comtat-Venaissin (vallée du Rhône). *Géologie de la France*, BRGM, n° 3, p.13-20.
- CLAUZON G. (1982) - Le canyon messinien du Rhône : une preuve décisive du « dessicated deep basin model » (Hsü, Cita et Ryan, 1973). *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, p. 597-610.
- CLAUZON G., Suc J.-R., GAUTIER F., BERGER A., LOUTRE M.-F. (1996) - Alternate interprétation of the Messinian salinity crisis : controversy resolved. *Geology*, 24, p. 363-366.
- COLALONGO M.-L. (1986) - Cenozone a foraminiferi ed ostracodi nel Pliocene et basso Pleistocene della serie del Santerno e dell'Apennino romagnolo. *Giorn. Geol.*, Bologna, (35), fasc. 3, p. 29-61.
- COLALONGO M.L., PADOVANI A., SARTONI S., TAMPPIER R., d'ONOFRIO S., ELMI C., FRANCAVILLA F., MANZONI M., POLUZZI A., Russo A. (1972) - Biostratigrafia e cronostatigrafia del Pliocene. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, Roma, XCI, fasc. 3, p. 439-509.
- DEBRAND-PASSARD S., COURBOULEIX S., LIENHARDT M.-J. (1984) - Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Vol. 1 : stratigraphie et paléogéographie, mém. n° 125, 614 p., vol. 2 : atlas, mém. n° 126.
- DE BRUIJN H., DAAMS R., DAXNER-HÖCK G., FAHLBUSCH V., GINSBURG L., MEIN P., MORALES J. (1992) - Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reisenburg 1990. *Newsletters Stratigr.*, Berlin-Stuttgart, 26 (2/3), p. 65-118.
- DEMARCQ G. (1960) - Observations à propos de la série pliocène du sondage de Pierrelatte (Drôme). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 250, p. 4013-4015.
- DEMARCQ G. (1964) - Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Valréas (890) (1^{ère} édition). Service carte géol. de la France. Orléans : BRGM. Notice explicative, 8 p.
- DEMARCQ G. (1970) - Étude stratigraphique du Miocène rhodanien (thèse). Mémoire BRGM, n° 61, 257 p.
- DEMARCQ G. (1973) - Lyonnais, vallée du Rhône. Guides géologiques régionaux. Masson, Paris, 175 p.
- DEMARCQ G. (1984) - Évolution structurale et paléogéographique du bassin rhodanien au Tertiaire : réflexions et aspects originaux. *Géologie de la France*, BRGM, p. 75-84.
- DEMARCQ G., BALLESSIO R. (1984) - Miocène de la moyenne vallée du Rhône (bassins de Montélimar, Valréas, Orange). Synthèse géologique du Sud-Est de la France, mém. BRGM, n° 125, p. 490-491.
- DEMARCQ G., MAGNE J., ANGLADA R., CARBONNEL G. (1974) - Le Burdigalien stratotypique de la vallée du Rhône. Sa position biostratigraphique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, p. 510-515.

- DEMARCO G., TRUC G. (1962) - Sur la découverte d'une série de gisements à *Hipparion* dans les formations du Miocène terminal du bassin de Valréas (Vaucluse). *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 255, p. 2806-2807.
- FLANDRIN J., WEBER C. (1966) - Données géophysiques sur la structure profonde du Diois et des Baronnies. *Bull. Soc. géol. Fr.*, p. 387-392.
- FERRY S., BRULHET J., MONIER P. (1997) - Le remplissage complexe de la ria pliocène du Rhône et ses implications. 6^e Congrès français de sédimentologie, livre des résumés, publ. ASF, Paris, n°297, p. 117-118.
- FONTANNES F. (1876) - Études stratigraphiques et paléontologiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône : t. II - Les terrains tertiaires supérieurs du Haut Comtat-Venaissin, Savy édit., 99 p.
- GIGNOUX M. (1929) - Forages artésiens et rivages pliocènes sur la rive gauche du Rhône entre Carpentras et Valréas. *Études rhodaniennes*, vol. V, fasc. 1, p. 27-39.
- GUENDON J.-L., PARRON C., TRIAT J.-M. (1983) - Incidence des altérations crétacées sur la notion de sidérolithique dans le Sud-Est de la France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, p. 41-50.
- LAMBERT J., LEVRET-ALLEBARET A., CUSHING M., DUROUCHOUX C. (1996) - Mille ans de séismes en France. Ouest éditions, Presses Académiques, 75 p., 1 carte.
- LESUEUR J.-L., RUBINO J.-L., GIRAUDMAILLET M. (1990) - Organisation et structures internes des dépôts tidaux du Miocène rhodanien. *Bull. Soc. géol. Fr.*, p. 49-65.
- LORY C. (1864) - Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme, Hautes-Alpes) pour servir à l'explication de la carte géologique de cette province. Thèse, Savy éd. Paris, 748 p.
- MEIN P. (1975) - Résultat du groupe de travail des vertébrés : biozonation du Néogène méditerranéen à partir des Mammifères. Report Activity RCMNS Working groups, Bratislava, p. 78-81.
- MOULLADE M. (1965) - Révision des stratotypes de l'Aptien : Clansayes (Drôme). Colloque du Crétacé inférieur, Lyon (1963). Mém. BRGM, n° 34, p. 201-204.
- PHILIP J. *et al.* (1984) - Crétacé supérieur de la Provence rhodanienne (massif d'Uchaux). Synthèse géologique du Sud-Est de la France. Mém. BRGM, n° 125, p. 367-369.
- PORTHAULT B., TRUC G. (1969) - Sur l'âge crétacé de formations sableuses réputées éocènes dans le Tricastin (Drôme). *C.R. Acad. Sci.*, Paris, t. 268, p. 2017-2018.

- SORNAY J. (1950) - Étude stratigraphique sur le Crétacé supérieur de la vallée du Rhône entre Valence et Avignon, et des régions voisines. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble*, t. 27, et éditions Allier, 254 p.
- TRIAT J.-M. (1979) - Paléoaltérations dans le Crétacé supérieur de la Provence rhodanienne. Thèse Doctorat, Marseille. Publiée dans *Mém. Sciences géologiques*, Strasbourg, n° 68, 202 p.
- VOGT J. (1979) - Les tremblements de terre en France. *Mém. BRGM*, n° 96, 248 p., 1 carte.

Préhistoire

- BEECHING A., BROCHIER J.-L. *et al.* (1986, 1987) - Rencontres néolithiques Rhône-Alpes, n° 1 à 3, Centre d'Archéol. Préhist. Valence.
- BEECHING A., BROCHIER *et al.* (2000) - Les Paléocalpains. *Géologie Alpine*, mém. h. s. n° 31.
- GALLIA-Préhistoire : 1959 (t. 2, p. 202) ; 1977 (t. 20, fasc. 2, p. 615-620) ; 1980 (t. 23, fasc. 2, p. 498) ; 1982 (t. 25, fasc.2, p. 493) ; 1985 (t. 28, fasc. 2, p. 329).
- VEYRIER M. (1941) - Le Tricastin préhistorique. *Bull. Soc. Archéol. Stat. Drôme*, t. 66, n° 288-289, p. 57-71 et 113-119.
- VEYRIER M. (1949) - Clansayes préhistorique. Station néolithique du Pas-de-Clavel. *Bull. Soc. Préh. Fr.*, n° 7-8, p. 278-295.

Cartes géologiques consultées

Carte géologique de la France à 1/80 000

- Feuille Orange, 1^{ère} édition (1887) et 2^e édition (1934)
- Feuille Privas, 1^{ère} édition (1908), 2^e édition (1939) et 3^e édition (1962)

Carte géologique de la France à 1/250 000

- Feuille Valence (1980)

Cartes géologiques de la France à 1/50 000

- Feuille Valréas, 1^{ère} édition (1964)
- Feuille Montélimar (1979)
- Feuille Nyons (1975)
- Feuille Vaison-la-Romaine (1991)
- Feuille Orange (1971)

AUTEURS

La notice a été rédigée par Jacques DEBELMAS, professeur honoraire à l'Université de Grenoble, avec la collaboration de Roland BALLELIO, maître de conférences honoraire à l'Université de Lyon, pour le Pliocène, Jacques-Léopold BROCHIER (Centre d'archéologie préhistorique de Valence) pour la préhistoire, Jean-Claude FOURNEAUX, maître de conférences honoraire à l'Université de Bordeaux, pour le Quaternaire, de Lionel MOÛTIER, ingénieur-géologue, pour la géotechnique, de Jean-Marie TRIAT, directeur de l'antenne de géologie de la Faculté des sciences de Marseille-Saint-Jérôme, pour les altérations crétacées.

NOTES

Achevé d'imprimer
par OUDIN Imprimeur
Poitiers (France)



Dépôt légal N° 1767
Avril 2005