



CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

CAUSSADE

par

J.G. ASTRUC, R. CUBAYNES, J. JAUBERT,
B. PAJOT, T. PÉLISSIÉ, B. MARANDAT,
J. REY, B. SIGÉ, R. SIMON-COINÇON,
M. SOULIER

CAUSSADE

La carte géologique à 1/50 000 CAUSSADE
est recouverte par la coupure CAHORS (N°206)
de la Carte géologique de la France à 1/80 000

Montcuq	Cahors	Villefranche-de-Rouergue
Moissac	CAUSSADE	Najac
Montauban	Négrepelisse	Albi

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE,
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE
BRGM - SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - FRANCE



NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE
CAUSSADE À 1/50 000

par

J. G. ASTRUC, R. CUBAYNES, J. JAUBERT, B. PAJOT,
T. PÉLISSIE, B. MARANDAT, J. REY, B. SIGÉ,
R. SIMON-COINÇON, M. SOULIER

1998

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 : ASTRUC J. G. (1998) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Caussade (905). Orléans : BRGM. Notice explicative par J. G. Astruc *et al.* (1998), 84 p.

Pour la notice : ASTRUC J. G., CUBAYNES R., JAUBERT J., PAJOT B., PÉLISSIÉ T., MARANDAT B., REY J., SIGÉ B., SIMON-COINÇON R., SOULIER M. (1998) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Caussade (905). Orléans : BRGM, 84 p. Carte géologique par J. G. Astruc (1998).

© BRGM, 1998. 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 : 2-7159-1905-0

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	5
<i>SITUATION GÉOGRAPHIQUE</i>	5
<i>PRÉSENTATION DE LA CARTE</i>	6
<i>TRAVAUX ANTÉRIEURS - CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE</i>	6
DESCRIPTION DES TERRAINS	7
<i>TERRAINS NON</i>	7
<i>AFFLEURANTS TERRAINS</i>	9
<i>AFFLEURANTS</i>	9
Secondaire	23
Tertiaire	32
Quaternaire et formations superficielles	
CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES	37
	37
TECTONIQUE	42
SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE	
SÉQUENCES DE DÉPÔT ET DISCONTINUITÉS DU JURASSIQUE	46
	51
GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	51
<i>SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES</i>	55
<i>PHÉNOMÈNES KARSTIQUES</i>	59
<i>RESSOURCES EN EAU</i>	63
<i>SUBSTANCES UTILES RISQUES NATURELS</i>	65
	66
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	66
<i>PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE</i>	75
<i>SITES CLASSIQUES, ITINÉRAIRES</i>	78
<i>DOCUMENTS CONSULTABLES</i>	78
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	84
AUTEURS	

INTRODUCTION

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le territoire couvert par la feuille Caussade est situé sur la bordure orientale du bassin d'Aquitaine. Administrativement, il s'inscrit pour l'essentiel dans le département du Tarn-et-Garonne et accessoirement, pour sa marge sud-orientale, une partie des causses dominant la vallée de l'Aveyron en aval de Cazals appartient au Tarn. Les communes lotoises - Saint-Pauli-Loubressac, Montdoumerc, Belfort-du-Quercy et Belmont-Sainte-Foi - jalonnent la marge nord de la feuille. Le point culminant de la feuille : 391 m, se localise 1 km au Sud des rochers d'Anglars sur la commune de Saint-Antonin-Noble-Val. La vallée de l'Aveyron, en aval de Réalville, est la zone la plus basse au voisinage de 80 m d'altitude. Les formes du relief permettent de distinguer d'Est en Ouest les unités suivantes.

- Le **Terrefort**, aux sols argilo-marneux liasiques, sépare le causse de Limogne du Ségala cristallophyllien. Il s'étire en une bande étroite de terrain, appuyée à la marge orientale de la feuille. Il forme le bassin de la Bonnette, affluent rive droite de l'Aveyron.
- Le **causse de Limogne**, limité à l'Ouest par la Lère, est constitué par un plateau (altitude moyenne 300 m) au relief karstique, tarauté par des « cloups » (dolines) et « igues » (gouffres) localisés principalement en bordure des vallées de la Bonnette et de l'Aveyron. Il est entaillé par de longues vallées à écoulements épisodiques, telle la vallée de la Lère-Morte en amont de l'émergence de Broze ou la vallée du ruisseau de *Frayssinet en amont de la source de la Gourgue. Ici, les écoulements sont souvent collectés par des ruisseaux souterrains à l'origine de puissantes émergences comme les sources de Livron ou de la Dame-Blanche. Le causse de Limogne est partiellement couvert par un important manteau de formations argilo-marneuses tertiaires qui favorisent une végétation contrastée. Ce caractère le distingue du causse de Limogne septentrional (feuille Cahors), beaucoup plus aride.
- Le **pays des Serres**, à l'Ouest de la vallée de la Lère, déborde sur l'angle occidental de la feuille. Cette région de coteaux, aux terrains argilo-marneux, tertiaires, marque la transition entre les causses du Quercy et la vallée de la Garonne ; entre les vallées établies dans les marnes oligocènes et orientées vers le Sud-Ouest en direction du Tarn et de l'Aveyron, ces coteaux s'étirent en lanières étroites et ramifiées appelées « serres ».
- Le **Quercy blanc**, caractérisé par les petits plateaux de calcaires crayeux et les marnes à bad-lands qui couronnent souvent les serres. La couleur généralement blanche de ces terrains lacustres est à l'origine du nom de

cette région naturelle. Le Querey blanc se développe principalement sur les coupures Cahors, Montcuq et Moissac.

En matière d'hydrographie, le territoire de la feuille est traversé par la vallée de l'Aveyron. Cette belle rivière a sculpté de splendides gorges en aval de Saint-Antonin-Noble-Val. Après une incursion sur la feuille voisine Nègrepelisse, la vallée de l'Aveyron réapparaît partiellement au Sud de la feuille à proximité de son confluent avec la Lère.

PRÉSENTATION DE LA CARTE

Le substratum de la feuille, tel qu'on peut l'observer actuellement à l'affleurement, a été modelé par l'érosion différentielle plio-quaternaire sur les terrains jurassiques et tertiaires disposés en quatre unités géomorphologiques principales :

- le causse de Limogne, constitué presque exclusivement par des calcaires (Aalénien à Kimméridgien) ;
- le Terrefort, aux terrains essentiellement argilo-marneux liasiques (Hettangien à Toarcien) ;
- le pays des Serres, au substratum argilo-marneux tertiaire (Oligocène) ;
- le Querey blanc, au sous-sol argilo-calcaire (Éocène à Miocène).

Au Sud de Septfonds et à l'Ouest de la forêt du Bretou, il y a souvent surimposition du réseau hydrographique quaternaire sur l'ancienne paléotopographie tertiaire. Les vallées de la Lère et du Candé ont déblayé partiellement des formations détritiques éocènes à l'origine de variations importantes de la largeur de leurs lits majeurs.

Les lambeaux d'alluvions anciennes, étagées dans les vallées de l'Aveyron et de la Lère, traduisent l'encaissement progressif de cette rivière depuis le Pliocène.

TRAVAUX ANTÉRIEURS- CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE

La carte géologique Cahors à 1/80 000 donnait les grands traits de la géologie de la région de Caussade. Ce document remarquable réalisé de 1894 à 1897, principalement par Vasseur, Blayac Répelin et Doumerc, complété de 1942 à 1946 par B. Gèze, A. Cavaillé et M. Durand-Delga, était devenue de lecture délicate à cause de l'imprécision du support topographique.

Programmée depuis une dizaine d'années par le BRGM, la carte géologique Caussade est le fruit de l'expérience acquise au cours des levés des feuilles voisines, bien que les particularités géomorphologiques aient demandé d'adopter un style original pour certains contours. Les progrès accomplis dans la connaissance des successions lithostratigraphiques et dans les phénomènes d'altération sont à l'origine de la multiplication des unités cartographiques. Celles-ci, qui sont des unités lithologiques contrastées (membres ou formations), ont été cartographiées avec chaque fois le souci du raccordement avec les feuilles voisines.

Un programme de recherches conduit par le BRGM et les universités Paris VI, Toulouse et Poitiers, a été lancé pour l'application à la cartographie de discontinuités sédimentaires globales. Le tableau de la succession lithostratigraphique du Jurassique (en marge à la carte) est le fruit de cette collaboration. La description détaillée des discontinuités du Dogger et du Malm a permis la cartographie de ces terrains avec une précision identique à celle obtenue dans les séries du Lias.

Pour la description des terrains tertiaires, des unités lithologiques identiques à celles utilisées sur les feuilles voisines Cahors et Montcuq ont été individualisées. La découverte de nouveaux sites paléontologiques, étudiés par les universitaires et chercheurs montpelliérains, est à l'origine de modifications apportées aux attributions stratigraphiques.

Dans le cas des falaises en surplomb de la vallée de l'Aveyron, les terrains du pied n'ont pas été figurés, mais uniquement les terrains affleurants au sommet de celles-ci. Pour faciliter la lecture de la carte, une notation signale le terrain affleurant le plus ancien observé en pied de falaise.

Les difficultés de différenciation des colluvions et des alluvions dans les vallées secondaires ont conduit à utiliser une notation groupée.

DESCRIPTION DES TERRAINS

TERRAINS NON AFFLEURANTS

Les forages de recherche d'hydrocarbures et d'eau effectués vers la bordure nord-est du bassin d'Aquitaine, principalement Campagnac-les-Quercy, Sauveterre-la-Lémance, Saint-Martin-Labouval et Sabadel-Lauzès, permettent de connaître les terrains non affleurants et de reconstituer la lithologie, le milieu de sédimentation et la géométrie des séries (fig. 1).

Le forage d'exploration pétrolière de Sabadel-Lauzès (fig. 2), arrêté à 3 491 m, est implanté 30 km au Nord sur la feuille voisine Saint-Géry ;

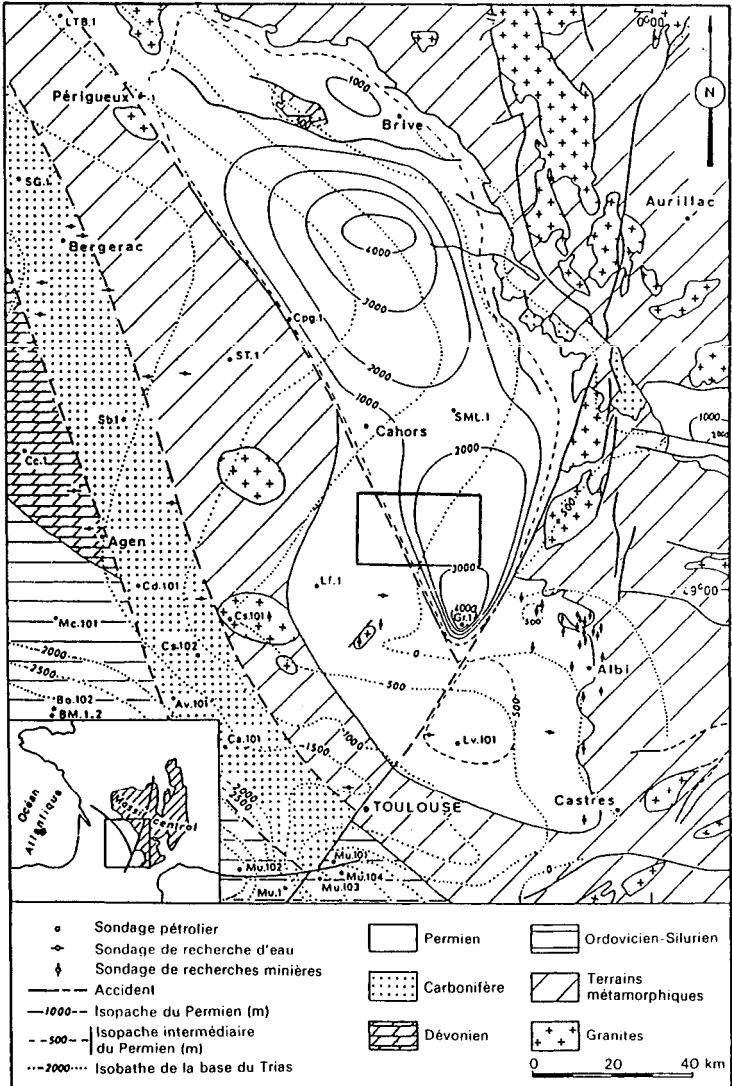


Fig. 1 - Ecorché du substratum antémésozoïque à la bordure nord-est du bassin d'Aquitaine (d'après Dauch et Viillard, 1987)

il nous renseigne sur la succession lithostratigraphique des terrains non-affleurants.

Primaire

Des argiles silteuses et des grès brun-rouge ont été rencontrés sous la discordance hercynienne sans être traversés (1 522 m à 3 491 m). Cet ensemble, puissant de près de 2 km, attribué au Permo-Carbonifère, affleure largement au Sud de la feuille ou il forme le cœur de l'anticlinal de Grésigne. En direction du Nord-Ouest, cet ensemble remplit une vaste structure subsidente qui se prolonge jusque dans la région de Brive-la-Gaillarde.

Secondaire

Reposant en discordance sur les terrains paléozoïques, une alternance (285 m) de grès, d'argiles rouges et de dolomies beiges, surmontée par des grès (60 m), pourrait représenter le Trias et l'Hettangien inférieur.

Le Lias inférieur est caractérisé par environ 343 m d'anhydrite et de dolomies, comme dans les forages de Sauveterre-la-Lémance (cf. Platel, 1983), de Campagnac-les-Quercy (cf. Astruc, 1990) et de Saint-Martin-Labouval (cf. Astruc *et al.*, 1992). Ces roches très solubles, qui ne se rencontrent pas à l'affleurement, trouvées également en sondage sur les feuilles voisines Figeac et Lacapelle-Marival, ont comme équivalent à l'affleurement des brèches de dissolution et des cargneules.

TERRAINS AFFLEURANTS

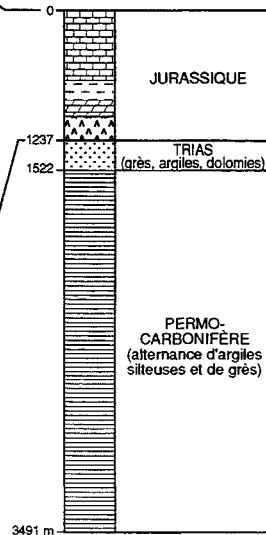
Secondaire

Le Secondaire est représenté par des terrains en majorité carbonatés, marins ou lagunaires, d'âge sinémurien à kimméridgien.

La description des unités lithostratigraphiques reprend le découpage en formations proposé par J. Delfaud (1969) et affiné par les recherches récentes de R. Cubaynes et P. Fauré pour le Lias, T. Pélissié pour le Dogger et P. Hantzpergue pour le Malm. Enfin, les travaux coordonnés par J. Rey (*in* Cubaynes *et al.*, 1989) suggèrent que les empilements sédimentaires jurassiques sont principalement contrôlés par les variations eustatiques globales et que certaines discontinuités majeures telles que les D5, D6, D7, D10, D12, D14, D15, D17, D18, D22 et D23, sont synchrones à l'échelle du bassin et peuvent être utilisées comme outil de corrélation cartographique. Ces discontinuités, qui correspondent à des changements d'unité

ÉPAISSEUR PROFONDEUR	LITHOLOGIE	ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE
210 m	Calcaires micritiques, fissurés et karstifiés, à passées oolitiques (formations de Vers et de Cras)	KIMMÉRIDGIEN À OXFORDIEN
167,5 m	Calcaires oolitiques et graveleux (Formation de St-Géry)	OXFORDIEN À CALLOVIEN
224,5 m	Calcaires micritiques, localement oolitiques, graveleux et bioclastiques (Formation de Cajarç)	BATHONIEN ET BAJOCIEN SUPÉRIEUR
53 m	Calcaires oolitiques, graveleux et bioclastiques (Formation d'Autoire, Membre de Calvignac)	BAJOCIEN INFÉRIEUR
63 m	Calcaires, marnes et argiles (formations de la Toulzanie, Lexos et Penne)	AALÉNIEN TOARCIEEN
128,5 m	Calcaires bioclastiques, marnes et argiles (formations de la barre à Pecten et de Valeyres)	PLIENSBACHIEN SUP.
47 m	Calcaires micritiques	PLIENSBACHIEN INF. SINEMURIEN
100 m	Alternance de calcaires dolomitiques, de dolomies avec quelques inclusions d'anhydrite	HETTANGIEN
243 m	Anhydrite massive à niveaux dolomitiques et argileux	
1237 m		

Fig. 2 - Forage de Sabadel-Lauzès (SDB 001)
(d'après Manivit, 1994)



lithologique, sont représentées dans le tableau de la succession lithostratigraphique du Jurassique, en marge de la carte.

12Pl. Formation de Planioles (et Formation de Cavagnac ?) (Sinémurien) : calcaires micritiques à microrhythmes (4 à 5 m) ; calcaires gréseux (< 5 m). Seul le sommet de la Formation de Planioles affleure sur la feuille Caussade, comme le montrent trois affleurements localisés dans le fond du ravin du ruisseau de Luserp (2,5 km au Nord-Est de Saint-Antonin-Noble-Val). Celle-ci y est représentée par 4 à 5 m de calcaires micritiques gris foncé.

À proximité de la source de Salet, les marnes et calcaires de la Formation de Brian-de-Vère semblent reposer directement sur la Formation de Planioles : les calcaires gréseux de la Formation de Cavagnac, reconnus au voisinage de la Grésigne, pourraient donc être absents.

13B. Formation de Brian-de-Vère (Pliensbachien inférieur) : marnes et calcaires gris (30 à 40 m). La Formation de Brian-de-Vère forme les flancs du ravin de Luserp. Les 30 à 40 m de marnes grises assez indurées et de bancs calcaires gris et à patine ocre à allure noduleuse, qui surmontent les calcaires précédents, correspondent à une rupture de pente bien nette dans la topographie.

13V. Formation de Valeyres (Pliensbachien supérieur) : argiles et marnes noirâtres (50 à 60 m). La Formation de Valeyres affleure à l'Est de Saint-Antonin-Noble-Val (ravin de Luserp), dans la vallée de la Bonnette en amont du moulin du Gal et aux environs de Saint-Pierre-Livron. Elle est constituée par 50 à 60 m d'argiles et de marnes gris-noir micacées qui affleurent mal, formant le versant boisé ou herbacé des vallées. Les affleurements, de mauvaise qualité, n'offrent jamais de coupe continue et les glissements de terrains sont très fréquents.

La partie inférieure correspond à la Zone à Stokesi (Domérien inférieur), avec d'abondantes bélemnites dont *Belemnites clavatus* et de nombreux fragments de crinoïdes (*Chladocrinus* sp., *Balanocrinus* sp), des gryphées dont *Gtyphaea gigantea*. La partie supérieure, plus gréseuse, appartient à la Zone à Margaritatus ; le sommet a fourni *Almatheus margaritatus* et *A. gibbosus*, datant ainsi ce niveau du Domérien moyen : fin de la Zone à Margaritatus.

Ces sédiments, avec leurs crinoïdes, suggèrent l'image de vasières littorales parcourues par de faibles courants et peuplées de prairies de crinoïdes et de grandes gryphées. Les mers domériennes seraient les plus profondes de tout le Lias et correspondraient, au moins pour la Zone à Stokesi, à une période d'homogénéisation de tout le bassin quercynois.

13P. Formation de la « barre à *Pecten* » (Pliensbachien supérieur) : calcaires bioclastiques gris et roux (20 à 25 m). Cet ensemble de bancs décimétriques dessine une petite falaise (« barre à *Pecten* » ou « Banc de roc »), boisée, très caractéristique dans le paysage, formant un ressaut dans le talus argileux qui s'étire vers la base de la vallée de la Bonnette et en rive droite de l'Aveyron en amont de Saint-Antonin-Noble-Val.

La coupe de Font-Froide (2 km au Sud-Est de Caylus) montre des calcaires bioclastiques gréseux, riches en lamellibranches (grands *Pseudopecten aequivalvis*), en bélemnites et en brachiopodes (*Lobothyris punctata*, *L. subpunctata*). Ils représentent des dépôts du domaine infralittoral (sous une tranche d'eau nettement moins profonde que celle du Domérien inférieur) et sont interrompus, à leur sommet, par un fond durci rubéfié et karstifié qui correspond à la discontinuité D7.

Ces calcaires ont fourni des faunes de la Zone à *Spinatum* (Domérien supérieur) : *Pleuroceras solare* en Grésigne, *P. spinatum* à Figeac, *P. hawskerense* à Villefranche-de-Rouergue et Loubressac ; mais le sommet correspond à l'extrême base du Toarcien et a fourni des *Dactyloceras tenuicostatum* à Figeac et *Paltarpites paltus* à Loubressac et à Penne.

14P-L. Formations de Penne et de Lexos (Toarcien) : « schistes cartons », marnes et argiles noirâtres ; calcaires et marnes (80 m). Le Toarcien forme l'ensemble des pentes le plus souvent couvert de prairies qui séparent la falaise domérienne de la corniche du causse de Limogne. Les sols généralement argileux sont affectés de nombreux glissements de terrains.

Comme pour le Domérien, les affleurements, sauf rare exception, sont de mauvaise qualité et ne permettent pas de suivre des coupes continues. L'essentiel du Toarcien correspond à la Formation de Penne ; la Formation de Lexos (5 à 7 m d'épaisseur au maximum) n'apparaît qu'à l'extrême base des falaises du Dogger.

• La **Formation de Penne** présente, de la base au sommet :

- les « schistes carton » (< 2 m) visible aux alentours de Caylus (coupe du Barry-de-Cas : x = 402,075 ; y = 895,375). Bien datés par *Eleganticerus elegantulum* (base de la Zone à *Serpentinus*, Toarcien inférieur), ils présentent parfois un niveau de grandes meules de calcaires dolomités à restes de poissons (*Leptolepis* sp.) et ammonites (*Hildaites* sp.). Ces « schistes carton » représentent des dépôts d'eaux peu profondes sur des fonds privés d'oxygène (faciès anoxiques) et témoignent d'une nouvelle avancée des mers liasiques (transgression toarcienne) sur le Quercy ;

- les marnes et calcaires à *Hildoceras* (25 à 30 m) ; ces derniers, qui se débitent en nodules caractéristiques, ont fourni *Harpoceras complanatum* et

Hildoceras bifrons (feuille Souillac) et de nombreux gastéropodes tels *Procerethium* (*Xystrella*) *armatum* et *Amberleya subduplicata* à Saint-Antonin-Noble-Val. Elles ont livré toutes les formes des zones à *Serpentinus*, *Bifrons* et *Variabilis* (Toarcien inférieur et moyen) avec de nombreux *Harpoceras pseudoserpentinum*, *H. falciferum*, *Hildoceras sublevisoni*, *H. lusitanicum*, *H. bifrons*, *H. semipolatum* (à Caylus), *Haugia variabilis*, *H. illustris* (à Barry-de-Cas). Ces coupes montrent que ce niveau est compris entre la discontinuité D7d (183,5 Ma) matérialisée par un horizon de condensation d'ammonites avec de grands *Harpoceras pseudoserpentinum*, et la discontinuité D7e (182,5 Ma) matérialisée, elle, par un double banc (0,20 m) à nombreux *Hildoceras bifrons* ;

- les marnes noires à *Pseudogrammoceras* (Zone à Thouarcense) forment une série de 40 à 45 m d'épaisseur sous le Toarcien terminal et l'Aalénien. La coupe de Saint-Antonin-Noble-Val ($x = 401,2$; $y = 4889,57$) présente une succession stratigraphique comparable à la coupe type de Lexos avec, dès la base, *Grammoceras bingmanni* puis de nombreux *Grammoceras* (feuille Najac).

• La **Formation de Lexos** (5 à 10 m) voit l'apparition des faciès carbonates et correspond aux zones à *Pseudoradiosa* et *Aalensis* du Toarcien terminal. 1 à 2 m de marnes à passées calcaires ont fourni à leur sommet, dans les niveaux chargés d'oolites ferrugineuses, des *Dumortieria* sur les feuilles Brive-la-Gaillarde, Souillac, Lacapelle-Marival et Figeac.

Sur ces marnes reposent ensuite un ensemble à majorité calcaire où des *Pleydellia* apparaissent dès la base. Très fossilifères, ces bancs bien datés par *P. subcompta*, *P. macra* et *P. celtica* (fig. 3), se chargent rapidement sur 2 à 3 m environ en *Gryphaea sublobata*. Outre ces formes et des ammonites, ils livrent aussi des brachiopodes : *Homæorhynchia cynocephala*, *Lobothyris haresfieldensis* et *Zeilleria* (*Z.*) *lycetti*. Ces faciès, soulignent le retour à des eaux moins profondes, plus agitées, moins turbides que celles du Lias moyen (marnes noires) et annoncent le retour aux faciès de plate-forme carbonatée.

Au-dessus, 2 à 3 m de calcaires argileux à lits ondulés ont fourni des *Pleydellia aalensis* puis *P buckmani* ; une surface de ravinement (discontinuité D9) clôt cet ensemble.

j1A. **Formation d'Autoire, Membre de la Toulzanie (Aalénien) : calcaires bioclastiques à oncolites** (15 à 20 m). Le Membre de la Toulzanie affleure vers la base de la falaise formant la corniche du causse de Limogne et sur la périphérie des buttes-témoins du Terrefort sur la marge est de la feuille.

La coupe de Saint-Amans ($x = 554,252$; $y = 212,00$) montre, reposant sur l'« assise à gryphées », 15 m de calcaires roux, bioclastiques à oncolites de plus en plus fréquents vers le sommet, surmontés par 4 m de dolo-

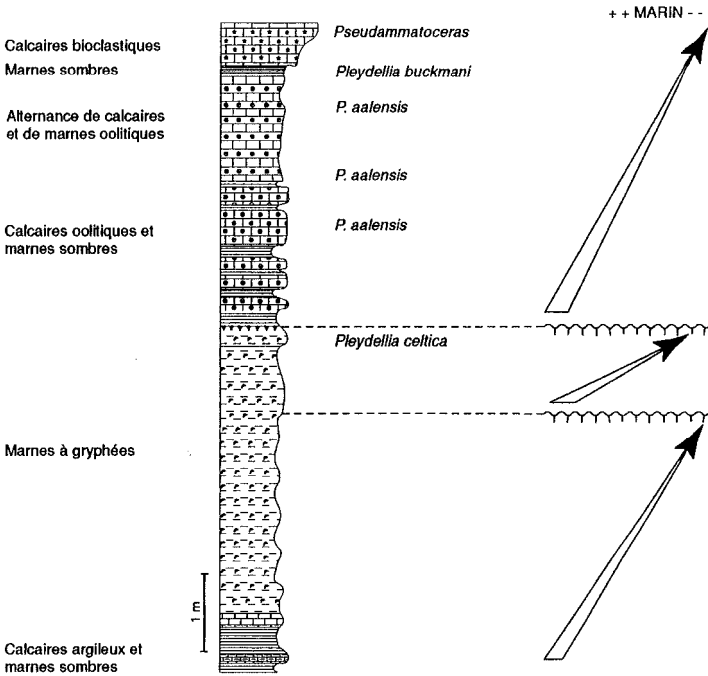


Fig. 3 - Formation de Lexos
(coupe au Nord-Est de Saint-Antonin-Noble-Val; d'après Cubaynes, 1986)

MEMBRES	LITHOLOGIE
Calvignac	Calcaires oolitiques localement dolomités (6 m)
La Toulzanie	Calcites fibroradiées et géodes vers le sommet (4 m)
	Calcaires bioclastiques un peu argileux, à oncolites (15 m)
Lexos	Marnes à gryphées

Fig. 4 - Coupe de Saint-Amans

MEMBRES	LITHOLOGIE
Larnagol	Calcaires micritiques
Pech-Affamat	Brèches dolomitiques et calcites fibroradiées
Calvignac	Dolomies cristallines litées, grises (15 m)
	Dolomies cristallines litées, quelques passées oolitiques (17 m)
	Dolomies bréchiques, géodes au sommet (2,2 m)
	Calcaires oolitiques dolomités (6 m)
	Dolomies cristallines (4 m)
La Toulzanie	Calcaires oolitiques localement dolomités (5 m)
	Dolosparites massives (4 m)

Fig. 5 - Coupe de Saint-Antonin-Noble-Val (base)

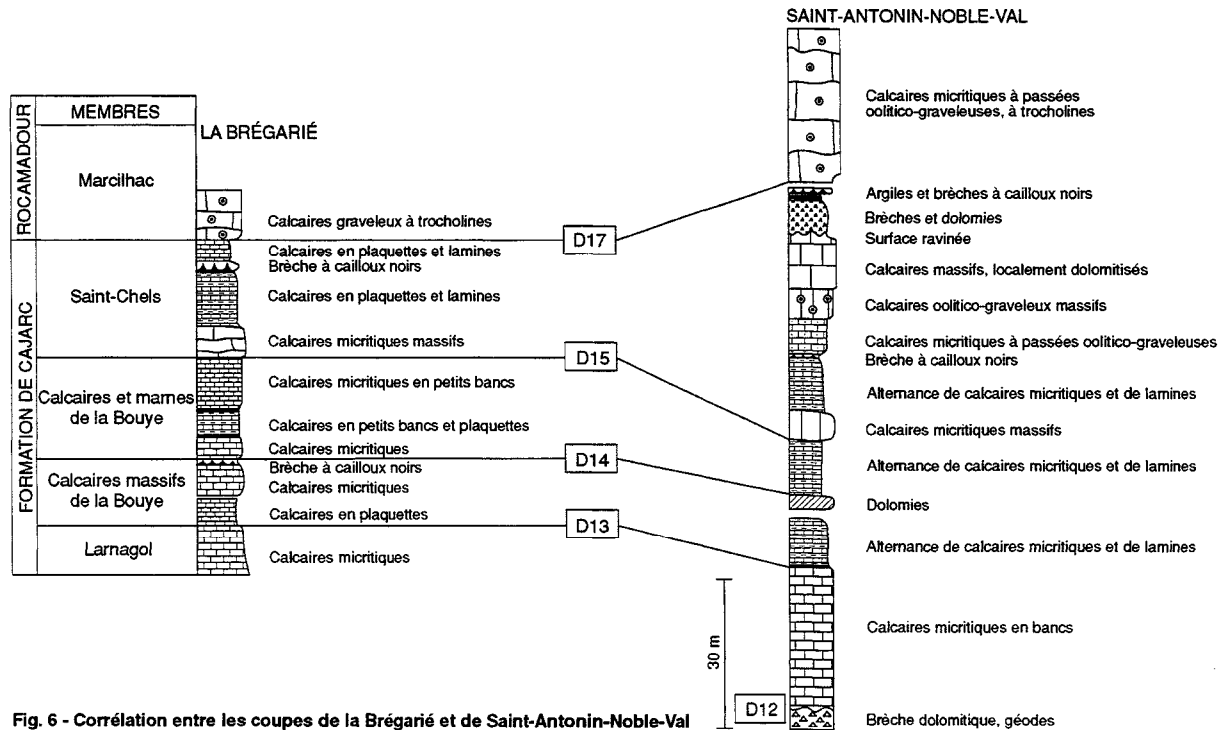


Fig. 6 - Corrélation entre les coupes de la Brégarié et de Saint-Antonin-Noble-Val

mies macrocristallines et de calcites fibroradiés à nombreuses géodes tapissées de cristaux de calcite et de quartz (quartz bipyramidés). Une surface ravinée (discontinuité D10) limite cet ensemble au sommet (fig. 4).

« La présence de *Leioceras opalinum* (Reinecke) et de *Monsardithyris trilineata* (Young et Bird) date dans la vallée du Lot cette unité de l'Aalénien inférieur et moyen. » (Pélissié, 1982). Ont également été trouvés *Globirhynchia subobsoleta*, *Stroudithyris pisolithica* et *Lophrothyris contracta*, qui marquent en Provence la Zone à Murchisonae de l'Aalénien supérieur.

J2A. Formation d'Autoire, membres de Calvignac et de Pech-Affamat (Bajocien inférieur ?) : calcaires oolitiques et dolomies cristallines ; brèches dolomitiques et calcites fibroradiées (53 m environ). Cet ensemble massif forme le sommet des falaises, en rive droite de la vallée de la Bonnette ; il affleure également sur la périphérie des petits causses du Bosc, de Joany et de Mordagne en marge orientale de la feuille.

La base de la coupe de Saint-Antonin-Noble-Val (fig. 5), observée en longeant la RD 958 en direction de Septfonds, montre de bas en haut, reposant sur des dolosparites massives à nombreuses géodes (discontinuité D10), la totalité de cet ensemble ;

- **Membre de Calvignac** (50 m). Calcaires oolitiques localement dolomités, sparites et dolosparites.
- **Membre de Pech-Affamat** (3 m). Brèches, dolosparites et calcites fibroradiées.

Cet ensemble supérieur de la Formation d'Autoire, surmonté par la discontinuité D12, est attribué sans preuve paléontologique au Bajocien inférieur, (Pélissié, *in* Cubaynes *et al.*, 1989).

J2-3C. Formation de Cajarc, membres de Larnagol, de la Bouye et de Saint-Chels (Bajocien supérieur et Bathonien) : calcaires micritiques et oolitiques, calcaires micritiques à pseudomorphoses, alternances marno-calcaires (75 à 105 m). Sur la feuille Caussade, la coupe de Saint-Antonin-Noble-Val (fig. 6), observée en longeant la RD 958 en direction de Septfonds a permis de relever la totalité de cet ensemble qui comprend de bas en haut :

- **Membre de Larnagol** (30 m). Cette puissante série est caractérisée par de nombreuses variations de faciès. Elle comprend des calcaires micritiques en bancs, admettant quelques passées oolitico-graveleuses à intraclastes, organisés en nombreuses séquences décimétriques souvent tronquées par érosion. Au sommet elle est limitée par un fond durci (discontinuité D13, non cartographiée).

- **Membre des calcaires « massifs » de la Bouye** (12,5 m). Le Membre de Larnagol est surmonté par un ensemble de calcaires essentiellement micritiques, en dalles, séparées par des marnes à laminations millimétriques et quelques minces niveaux ligniteux. Il présente localement des lentilles de microbrèches à gastéropodes pulmonés et, vers le sommet, de fréquentes intercalations stromatolitiques. Un fond durci couronne le sommet (discontinuité D14).
- **Membre des calcaires et marnes de la Bouye** (10 m). Alternances de calcaires micritiques en bancs et de laminites surmontés par quelques bancs dolomitiques ; cet ensemble est marqué au sommet par la discontinuité D15, qui, limitée au seul Quercy, paraît d'origine tectonique.
- **Membre de Saint-Chels** (50 m). Cette unité débute par une grande variété de faciès : calcaires argileux en dalles (1,5 m), calcaires micritiques massifs (5 m) à faune et flore dulçaquicoles, alternance de calcaires micritiques en bancs (18 à 20 m) à passées à oolites ferrugineuses, à pseudomorphoses d'évaporites, brèches à cailloux noirs très difficilement observables. Viennent ensuite des calcaires massifs dolomitiques (16 m) à passées oolitico-graveleuses surmontés par des brèches dolomitiques (6 m), des argiles et des microconglomérats à cailloux noirs (1 m). Au sommet, cet ensemble est clôturé par un banc calcaire micritique (0,7 m), à surface ravinée et oxydée ; ces indices d'émersion matérialisent la discontinuité D17.

Les observations effectuées sur la coupe de la Brégarié (Fabre, 1971), 8 km au Sud dans les environs de Penne, montrent que les faciès sont identiques à ceux décrits par T. Pélissié à proximité de la vallée du Lot sur les coupes de Larnagol (feuille Saint-Géry) et de la Bouye (feuille Villefranche-de-Rouergue).

Les épaisseurs indiquées paraissent différentes ; ainsi les membres de Larnagol et des calcaires « massifs » de la Bouye, qui atteignent une épaisseur d'environ 60 m dans la vallée du Lot se réduiraient à 45 m environ à Saint-Antonin-Noble-Val. L'épaisseur du terme supérieur (membres des calcaires et marnes de la Bouye et de Saint-Chels), observée à Saint-Antonin-Noble-Val, est voisine de 60 m, alors qu'à la Brégarié elle se réduit à 45 m.

Les calcaires « massifs » de la Bouye sont datés du Bajocien supérieur par des brachiopodes (*Rugitella lingulata*) et des nannofossiles. Ils ont livré des échinodermes (*Acrosalenia pustulosa*).

Au-dessus de la discontinuité D14, à proximité de la vallée du Lot, les alternances marno-calcaires ont fourni des brachiopodes du Bathonien inférieur, (Pélissié, in Cubaynes *et al*, 1989) : *Burmithynchia termierae*, *Arceythyris veziani*, *Tubithyris whatleyensis* et *Millithyris arvierensis*. À la Reine (4 km au Nord de Caylus), les faciès laminés ont fourni une dent de crocodilien *Metricrinoidea*.

La base du Membre de Saint-Chels renferme *Alzonella cuvillieri* (Fabre, 1971) et des braehiopodes dont *Kallirhynchia concinna* du Bathonien moyen (Pélissié, in Cubaynes *et al.*, 1989) ; le terme supérieur a fourni *Orbitammina elliptica* du Bathonien supérieur (Dépêche, 1967).

j3-4R. **Formation de Rocamadour, membres de Marcilhac et de Cabrerets (Bathonien terminal à Callovien basal ?) : calcaires micritiques** (100 m). La Formation de Rocamadour arme les hautes falaises à encorbellements, comme celles des gorges de l'Aveyron au cirque de Bône (fig. 7) ou de la vallée de la Sietges au voisinage de Saint-Symphorien.

- Le **Membre de Marcilhac** est représenté à la base par des calcaires micritiques en bancs métriques (20 m), à passées oolitico-graveleuses vers la base. Cet ensemble massif est surmonté par des calcaires dolomitiques, à pseudomorphoses d'évaporites et à stromatolites, limités par des lamines dolomitiques et parfois par un fond durci attribué à la discontinuité D18 (environ 5 m). Cette discontinuité est peu marquée sur la feuille Caussade, elle est beaucoup plus nette au Nord de la vallée du Lot (Rey, in Astruc *et al.*, 1992).

À la base, les calcaires oolitico-graveleux montrent de nombreuses *Trocholina gigantea* et *T. palastiniensis*. Les calcaires médians ont livré vers leur base des gastéropodes, des lamellibranches, des braehiopodes : *Burmirhynchia proteiformis*, *Omithella (Digon Ella) digonoides*, *Arceythyris diptycha*, *Tubithyris globata* et de rares hexacoralliaires, associés à une microfaune variée ; *Pseudocyclammina maynci*, *Pfenderina salemitana*, *Lituonella ? mesojurassica*, *Trocholina palastiniensis*, *Nautiloculina* gr. *oolithica-circularis*. Cet ensemble faunistique, observé principalement sur les feuilles Saint-Géry et Cahors, caractérise le Bathonien terminal (Pélissié, 1982).

- Le **Membre de Cabrerets** est constitué par un ensemble homogène de calcaires micritiques (80 m), en bancs métriques à joints de stratification très plats. Dans sa partie supérieure, cet ensemble est marqué par la discontinuité D18.10, bien visible dans la grande falaise du cirque de Bône au niveau de la vire et sous la chapelle de Saint-Symphorien ; cette discontinuité est matérialisée par une surface durcie, accompagnée localement de petits accidents tectoniques synsédimentaires¹. Au sommet, le banc dolomitique karstifié (0,5 m), bien visible entre la carrière de Combe-Longue et le pont suspendu de Cazals, est présent sur la plupart des coupes quercynaises ; il annonce le passage progressif avec l'unité sus-jacente.

Quelques niveaux granulaires ont fourni des *Trocholina gigantea* ; cette unité est attribuée avec réserve au Callovien sur la base de la présence de *Praekumabia crusei*, mais elle pourrait être encore bathonienne.

¹ Sur la vire du cirque de Bône (cf. fig. 7) on observe une flexure décimétrique, accompagnée de brèches, tronquée par la surface ravinante de la discontinuité D18.10.

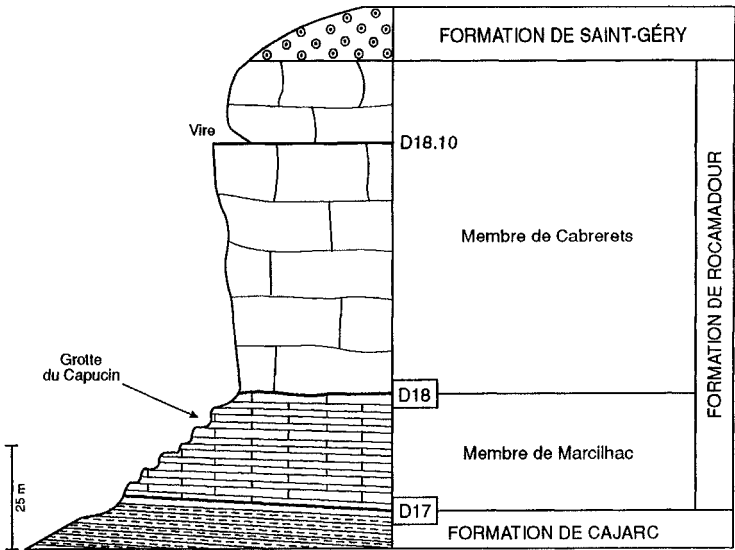


Fig. 7 - Coupe SE-NW de la grande falaise du cirque de Bône

j5G. Formation de Saint-Géry (Oxfordien ?) : calcaires oolitiques massifs (90 m). Les calcaires micritiques de Cabrerets passent progressivement à un ensemble massif. Ce sont des calcaires principalement oolitiques à passées graveleuses, bioclastiques, à ciment sparitique avec dans la partie basale quelques intercalations micritiques difficiles à séparer des calcaires micritiques sous-jacents de la Formation de Roamadour. Un niveau dolomitique, présentant souvent de belles bioturbations, marque la discontinuité (D 18.20) qui s'observe en Quercy jusqu'au Nord de la vallée de la Dordogne. Ce faciès montre des fantômes de terriers (diamètre de 8 à 10 mm) anastomosés, à remplissage ferruginisé, s'intercalant dans les faciès bioclastiques du sommet.

Si la macrofaune est relativement rare et brisée (lamellibranches, brachiopodes, hexacoralliaires, bryozoaires, gastéropodes), la microfaune est extrêmement riche et variée quoique peu caractéristique du point de vue stratigraphique (*Praekurnubia crusei*, *Karnubia palastiniensis*, *Valvulina lugeoni*, *Chablaisia chablaisensis*, *Trocholina gigantea*, *Siphovalvulina* sp., *Nautiloculina* gr. *oolithica-circularis*, *Coskinobullina socialis*, etc.). Cette association est considérée avec réserve comme oxfordienne.

j5V. Formation de Vers, Membre des calcaires à Astarte (Oxfordien ?) : calcaires micritiques (20 à 30 m). Cet ensemble arme une petite falaise souvent composée de plusieurs ressauts qui couronnent les croupes établies dans la Formation de Saint-Géry. La carrière de Combe-Longue à Cazals (fig. 8) montre la totalité de la Formation de Vers et sa relation avec les formations de Saint-Géry et de Cras.

Ce sont des calcaires micritiques, à pseudomorphoses, en bancs, passant progressivement vers le sommet à des micrites à laminations parallèles, riches en *Astarte*, et à des dolomies cristallisées.

La coupe de la grande carrière du Lemboulas (3 km NNW de Montpezat-de-Quercy) montre une surface ravinée et karstifiée remarquable (discontinuité D 18.30). Cette émergence temporaire n'est connue que dans le Sud du Quercy.

j5V-6Cr. Formation de Vers, Membre des brèches à cailloux noirs ; Formation de Cras, Membre des brèches polygéniques (passage Oxfordien/Kimméridgien) (50 à 75 m). L'ensemble des brèches forme quelques falaises discontinues dans les gorges de l'Aveyron, en aval du cirque de Bône.

Le membre supérieur de la Formation de Vers (3 à 15 m) débute par un ensemble de brèches et de poudingues polygéniques, à éléments centimétriques (cailloutis anguleux et parfois roulés de micrites noires et brunes, de calcaires cristallisés beiges) dans une matrice argilo-marneuse avec parfois

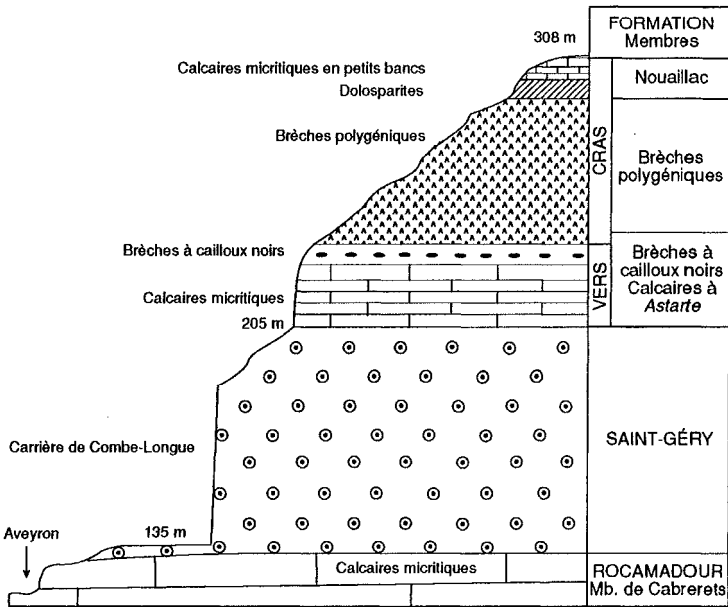


Fig. 8 - Coupe SW-NE, en rive gauche de l'Aveyron à Cazals

des lits d'argiles vertes ou grises. Ce faciès de base est surmonté par les brèches polygéniques de la Formation de Cras, à éléments beaucoup plus gros (déci métriques à métriques), à matrice sparitique. Ce faciès bréchiq ue résulte d'effondrements liés à la dissolution d'évaporites, traduisant l'existence de paléosebkhas.

La base des brèches à cailloux noirs renferme une faune et une flore d'affinités dulçaquicoles : *Porochara* sp. et des gastéropodes pulmonés alors que le ciment sparitique n'a livré que de rares *Alveosepta jaccardi*. Cette tendance émerisive est fréquemment citée en France au passage Oxfordien/Kimméridgien (Enay *et al*, 1980).

j6Cr. Formation de Cras, Membre de Nouaillac (Kimméridgien basal) : calcaires en petits bancs à joints ondulés (70 à 90 m). Les calcaires micritiques bioturbés de Nouaillac affleurent sur les hauteurs dominant les gorges de l'Aveyron en aval de Viel-Four (forêt de la Garrigue et Gamasses de Brousse) et à l'Est de Septfonds.

La coupe du moulin de Nouaillac, levée au Nord sur la feuille Saint-Géry (Pélessié, *in* Cubaynes *et al*, 1987), montre le passage progressif des faciès bréchiq ues à une série calcaire, principalement micritique, à galets mous, en petits bancs et en dalles, avec quelques intercalations marneuses. Cet ensemble qui renferme vers la base des oncolites et *Salpingoporella annulata*, est caractérisé par de nombreuses bioturbations (terriers) bien visibles à la surface des bancs.

À Cazals, la coupe de la côte Saint-Julien montre un ensemble très épais (90 m ?), de calcaires micritiques bioturbés, en bancs, à lits argileux. Cet ensemble forme la falaise supérieure dominant la source de Touryès. Au sommet sur le plateau, deux ammonites ont été récoltées dans des tumulus de dolmens, au voisinage de Bourdoncle et au pech de Saint-Antonin. Ces ammonites : *Orthaspidoceras schilleri* et *Aulacostephanus* sp. sont présentes dans le Kimméridgien supérieur quercynois (formations de Cahors et de Pont-de-Rhodes). Les circonstances de cette découverte ne nous ont pas permis d'identifier avec certitude un éventuel Kimméridgien supérieur ; il est toutefois possible que les faciès un peu plus argileux du plateau aux environs de Bourdoncle appartiennent à cet étage.

Tertiaire

Le Tertiaire est constitué par des dépôts détritiques continentaux, palustres et lacustres, parfois fluviatiles, d'âge éocène à mio-pliocène. Ces formations occupent la majeure partie du secteur occidental de la feuille à

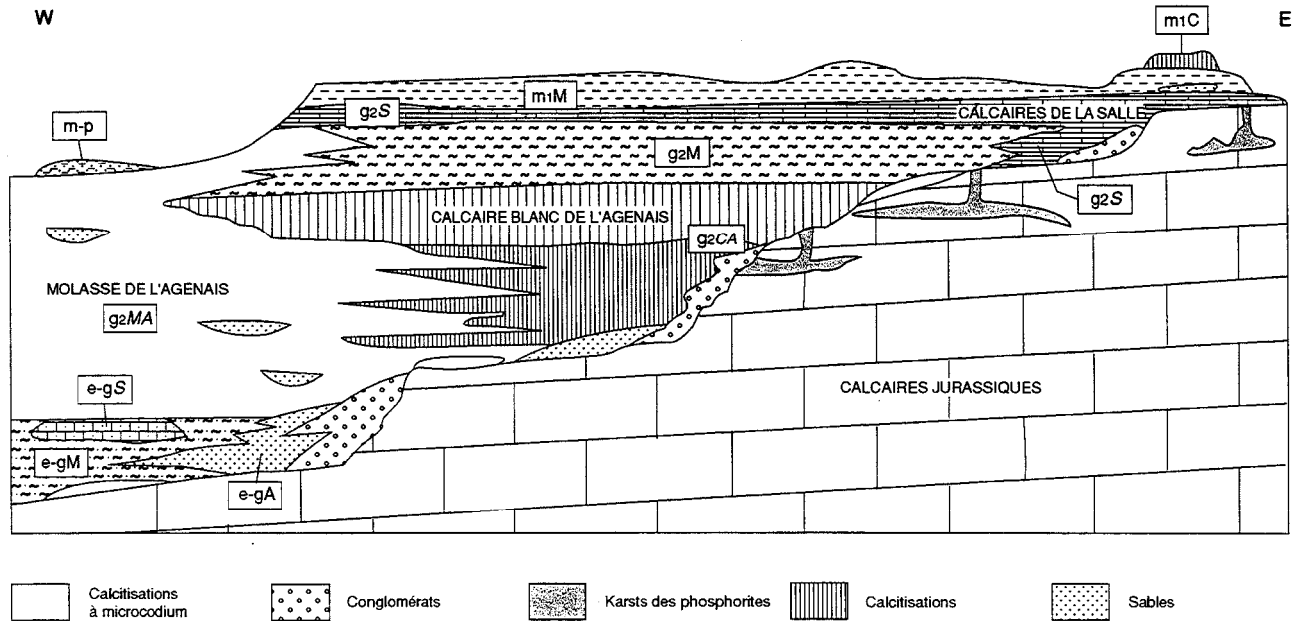


Fig. 9 - Succession lithologique des formations tertiaires aux alentours de Caussade
(les notations sont celles de la carte)

l'Ouest de la vallée de la Lère, au Sud de Caussade (fig. 9) et, dans une moindre mesure, au Nord de Septfonds et aux alentours de Lavaurette.

À la base, des argiles à graviers, mises à l'affleurement par l'érosion, sont souvent localisées dans des zones structurellement affaissées comme à Rouxiras et à Malpérié (respectivement, 2 km au Nord et 3 km au Nord-Est de Lavaurette). Latéralement, elles passent à des argiles rouges à pisolites témoignant d'une sédimentation palustre dans une vaste plaine d'inondation ouverte en direction de l'Ouest. Cet ensemble inférieur est caractérisé par la présence d'argiles kaoliniques et par une couleur rouge brique (faciès « sidérolitique ») due à une forte teneur en oxydes de fer. En bordure du relief jurassique du Quercy, cette plaine pénètre le causse à la faveur d'échancrures multilobées, comblées par des sédiments qui fossilisent parfois des formes typiquement karstiques.

La nature des argiles (illite) et la présence de carbonates dans les dépôts indiquent des milieux confinés dans des cuvettes endoréiques qui déprimaient ces plateaux. Des croûtes calcaires (Muratet *et al*, à paraître) se sont développées sur ces dépôts et sur les glacis en bordure du Bassin aquitain. Ces calcifications apparaissent comme des calcaires atypiques à grains de quartz et pisolites ferrugineux et, au contact immédiat des calcaires jurassiques, des faciès à microcodium. Ces faciès calcitisés, qui affleurent largement aux alentours de Servanac, ont recouvert la quasi-totalité du causse de Limogne méridional. Cette extension des calcifications est démontrée par les perforations de microcodium sur les calcaires jurassiques, observées sur tout le territoire de la feuille, à la base des dépôts oligo-miocènes.

L'Oligo-Miocène est constitué d'un ensemble de terrains carbonates, lacustres et palustres. Cette série, progressant du Sud-Ouest vers le Nord-Est, a peu à peu comblé la base des reliefs différenciés éocènes, puis, ensuite a recouvert les plateaux, fossilisant ainsi la surface du karst à phosphorites. Cette surface, particulièrement bien conservée à l'Ouest de Caylus (environs de Mouillac et la Salle), prend en écharpe un ensemble de cavités karstiques mises à jour durant l'Éocène et le début de l'Oligocène et colmatées par des remplissages argileux fossilifères dont l'âge s'étend du Bartonien à l'Aquitainien.

À l'Ouest de Caussade, des lambeaux de graviers ravinent la molasse oligo-miocène, ils se raccordent aux niveaux mio-pliocènes connus dans le secteur (Dubreuilh *et al*, 1995 ; Sigé *et al*, 1991).

Éocène et Oligocène basal

e-gA. **Argiles à graviers rubéfiées** (0 à 20 m). Des argiles à graviers affleurent largement aux alentours de Cayrieuch ; en direction de l'Est, elles

forment des dépôts discontinus traversant la cause de Limogne. Cette bande d'affleurements, localisée à l'intérieur d'un (païéo) « golfe »², s'intercale entre les calcaires jurassiques et les formations molassiques postérieures. D'autres placages résiduels et discontinus sont éparpillés sur la cause, au cœur du synclinal de Bourdoncle et sur des panneaux abaissés par failles (cause de Lugan, cuvette de Bourrel).

La formation, telle qu'elle apparaît dans les affleurements (al Rouxiras : $x = 546,60$; $y = 214,02$; Cayriech : $x = 542,50$; $y = 213,18$) montre des conglomérats à éléments de calcaires jurassiques pris dans un ciment tantôt argilo-siliceux à pisolites, tantôt de calcaire lacustre, est constituée par des graviers argileux et des galets (10 cm) de nature très variée : calcaires jurassiques, quartz, conglomérats calcitisés et plus rarement calcaires à microcodium à rosettes de calcite (Bordes : $x = 548,00$; $y = 211,55$). La matrice, argilo-graveleuse, rubéfiée, est très riche en pisolites ferrugineux. L'ensemble de ces faciès peut atteindre une puissance maximale de 20 m. Aux argiles rouges peuvent se substituer des conglomérats (Moussac : $x = 541,65$; $y = 206,04$; $z = 152$ m), à cailloux et blocs (de volume parfois supérieur au mètre cube) de calcaires jurassiques pris dans un ciment tantôt argilo-siliceux à pisolites, tantôt calcitique. Ces conglomérats proviennent de la fragmentation et parfois de l'écroulement des falaises de calcaires jurassiques dominant la plaine d'inondation. Associés aux conglomérats et aux argiles à graviers, on observe la présence de plaquettes de silex gris (cause de Lugan), anguleuses, épaisses d'environ 2 cm ; on trouve des silicifications identiques dispersées sur la périphérie de la forêt de la Garrigue.

e-gM. Marnes et argiles rouges à pisolites (0 à 20 m). La distribution de ces formations est étroitement guidée par la paléogéographie anté-oligocène ; c'est ainsi qu'elles se rencontrent préférentiellement entre Caussade et la forêt du Brétou, à l'intérieur de « paléocuvettes »³ (le Brétou et Doumerc) et en périphérie des calcaires de Servanac. Il s'agit d'argiles rouges, à graviers de quartz et pisolites ferrugineux, formées à partir de sédiments variés (jurassiques et crétacés ?) soumis à de profondes transformations pédogénétiques au cours du cycle d'altérations ferrallitiques anté-oligocène (Trauth *et al*, 1985).

e-gS. Calcaires de Servanac (0 à 20 m) ; calcaires à microcodium (< 2 m). Le petit plateau (3 km²) qui s'étend autour de Servanac, Vézy et Caps-Naus est formé de calcaires tendres, souvent de teinte rosée. La coupe levée au Sud-Ouest de Servanac (les Granges ; fig. 10) montre, reposant sur les argiles rouges (e-gM), 15 à 20 m d'argiles et de marnes rouges, affleurant mal, avec intercalations de bancs calcaires, rosés, tendres, grumeleux à

² Le terme de « golfe » a été utilisé par tous les géologues quereynois et est passé dans la terminologie locale ; c'est la raison pour laquelle il est ici adopté.

³ Dépressions établies dans le substratum jurassique.

pisolites ferrugineux, qui correspondent à des niveaux calcifiés et non pas à un dépôt primaire.

Les calcaires à microcodium, présents à la base du plateau de Servanae, s'intercalent entre le substratum jurassique et toutes les autres formations tertiaires ; ils se rencontrent aussi en affleurements isolés. Ces calcaires, souvent bien cristallisés, très durs, à surface ravinée et oxydée ne dépassant pas 2 m d'épaisseur, ont été confondus par les anciens auteurs, avec les calcaires jurassiques (Formation de Saint-Géry principalement). Ils présentent des microstructures filamenteuses anastomosées d'origine bactérienne ; ils perforent la surface des calcaires jurassiques (biocorrosion), parfois sur plusieurs mètres de profondeur, et pourraient être responsables de la bréchification observée 2,5 km au Sud-Est de Mouillac (Fouassat : x = 548,20 ; y = 217,10), cimentée par les calcaires lacustres à *Wenzia ramondi*. Ces faciès à microcodium sont présents dans les éléments conglomératiques associés aux argiles à graviers et à la base des argiles rouges, mais également sur le glacis à l'interface des autres formations oligo-miocènes. Au Sud du causse de Limogne, les calcaires à microcodium correspondent à des sols émergés, bien drainés, où se sont aussi développés des calcrètes à différentes époques, s'échelonnant de l'Éocène (peut être inférieur) jusqu'à la fin de l'Oligocène.

Oligocène supérieur

Les terrains attribués à l'Oligocène supérieur, forment l'essentiel du remplissage du « golfe de Cieurac ». Cette appellation désigne le « paléogolfe », qui s'étend de Tournon-d'Agenais à Caussade, entaillant au Sud-Ouest les causses du Quercy.

g2MA. Molasse de l'Agenais (plus de 200 m). Cet ensemble molassique très monotone repose en discordance sur un substratum jurassique plus ou moins altéré ou, sur les formations éocènes et oligocènes basales. Il est constitué essentiellement par des marnes avec parfois des lentilles gréseuses ou argileuses ; au Nord-Est de Lapenche, cet ensemble comprend quelques bancs de calcaires crayeux (*g2CA*) ; au Nord-Est (feuille Cahors), il passe latéralement aux calcaires lacustres⁴ de Lalbenque, Cieurac et Fontanes.

La coupe effectuée dans le vallon de Lhoste (1,5 km au NNE de Lavaurette ; fig. 11) montre l'enrichissement en carbonates des faciès de la molasse argileuse à l'approche de la bordure jurassique du causse de Limogne ; les calcaires qui couronnent cette coupe représentent la base du « Calcaire blanc de l'Agenais ».

⁴ Le terme lacustre utilisé ici regroupe des faciès lacustres vrais (Calcaire de Fontanes, sommet du Calcaire blanc de l'Agenais) mais également de calcitisation : « sols blancs indurés » de B. Muratet *et al.* (à paraître).

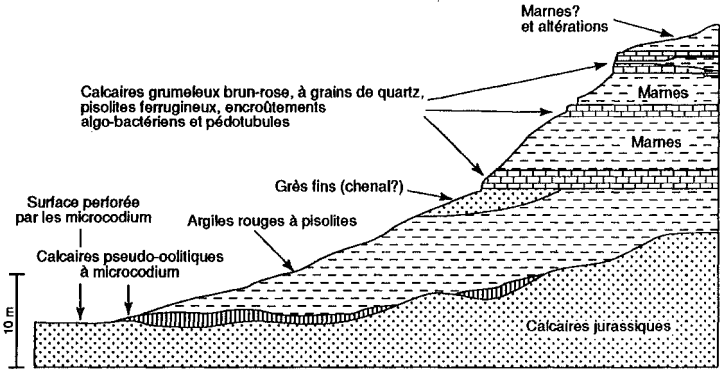


Fig. 10 - Coupe sur la bordure sud du plateau de Servanac

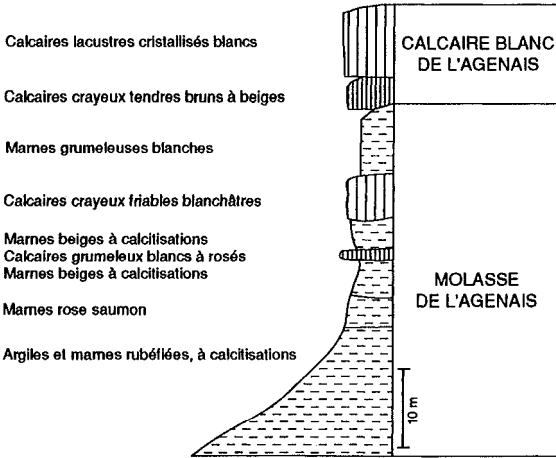


Fig. 11 - Coupe du vallon de Lhoste

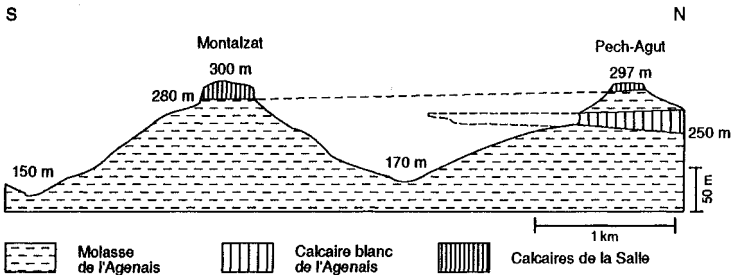


Fig. 12 - Coupe schématique entre les buttes de Montalzat et Pech-Agut

Au contact des calcaires jurassiques ou des argiles rouges, les marnes oligocènes peuvent localement être affectées par des rubéfections ou comporter quelques niveaux d'argiles rouges à pisolites. La présence de tels faciès à oxy-hydroxydes de fer, amène à penser qu'au cours de l'Oligocène, les lacs et marais situés en bordure du « golfe » de Cieurac recevaient sporadiquement des eaux de ruissellement chargées de fer par lessivage ou érosion des paléosols antérieurement formés sur substrat jurassique.

g2CA. « **Calcaires lacustres** » : **Calcaire blanc de l'Agenais, calcaires de Montpezat, Puylaroque et Lavaurette** (0 à 20 m). Quelques kilomètres au Nord de Montalzat, un entablement calcaire remarquable, découpé en nombreuses serres, s'étire entre Montpezat-de-Quercy et Puylaroque. La coupe effectuée entre les buttes de Montalzat et Pech-Agut (fig. 12), couronnées par les calcaires de la Salle, montre le passage latéral rapide de la Molasse de l'Agenais à un ensemble de calcaires « lacustres » dont la partie supérieure représente le Calcaire blanc de l'Agenais.

La coupe détaillée des calcaires « lacustres » oligocènes de Pech-Agut, montre de la base au sommet :

- des calcaires argileux et grumeleux (8 m), reposant sur la molasse argileuse ;
- des calcaires pseudo-oolitiques, blancs, à faune dulçaquicole (6 m) ;
- des calcaires noduleux, beiges (3 m) ;
- des brèches intraformationnelles (1 m).

À l'Est de Septfonds, les calcaires qui supportent le village de Lavaurette sont constitués de plusieurs niveaux de calcaires crayeux avec intercalations de marnes argileuses indifférenciables cartographiquement. Il semble que le niveau supérieur soit un équivalent latéral du Calcaire blanc de l'Agenais. En direction du Nord (feuille Cahors), ces calcaires vont former un ensemble puissant de 50 m au Nord de Lalbenque, débordant largement sur le Jurassique. Le « Calcaire de Cieurac » (Vasseur, 1899) ne constitue, au Nord-Ouest, qu'une partie de cet ensemble.

La partie supérieure de cet ensemble constitue le Calcaire blanc de l'Agenais, principal faciès lacustre du Tertiaire quercynois ; il s'étale largement des causses du Quercy jusqu'en Agenais.

L'ensemble de ces faciès calcaires renferme, la faune des calcaires de Cordes et de Cieurac (dont *Helix raulini*, *H. corduensis major*), ce qui permet de les situer dans un intervalle de temps s'échelonnant du Rupélien terminal au Chattien inférieur (Muratet *et al*, à paraître). Le gisement à mammifères de Thézels date le sommet du Calcaire blanc de la fin de l'Oligocène (Bonis et Guinot, 1987). En direction de l'Est, la surface du

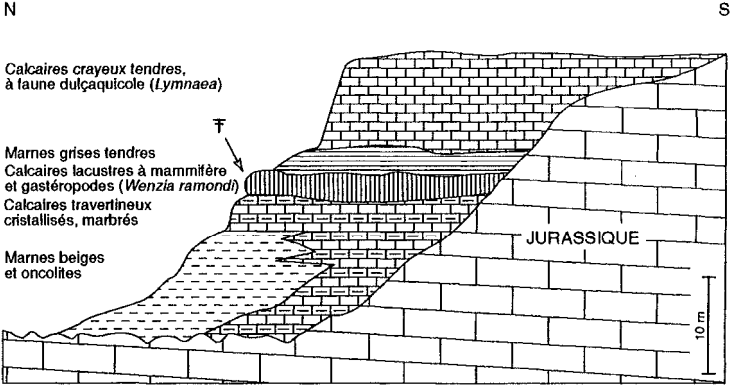
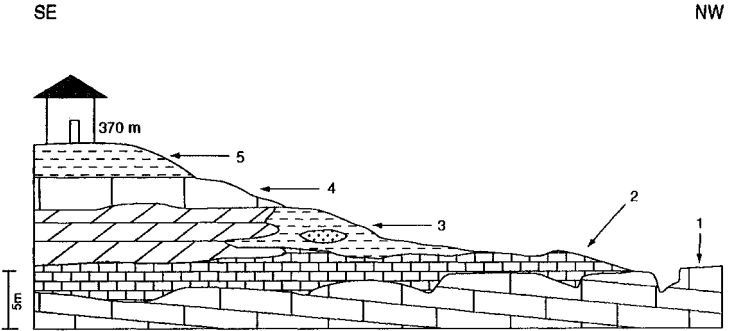


Fig. 13 - Coupe des terrains fluvio-lacustres de la Salle



- 5 - Marnes crayeuses blanchâtres
- 4 - Calcaires crayeux blancs
- 3 - Calcaires tendres à filonets de calcite, argiles vertes, lentilles de sables fins, micacés
- 2 - Calcaires lacustres à *Wenzia ramondi*
- 1 - Calcaires jurassiques karstifiés

Fig. 14 - Coupe du versant nord-ouest de la butte-témoin du moulin de Gènebrières

Calcaire blanc est riche en *Wenzia ramondi* (500 m au Sud-Est du pech Agudel : x = 538,83 ; y = 218,26). Le terme inférieur grumeleux, a fourni à la coupe d'Astruc (x = 534,00 ; y = 218,85) des nids d'insectes fossiles (*Celliforma*).

g2M. Marnes blanchâtres (0 à 20 m). Ces marnes, qui affleurent principalement aux alentours de Montpezat-de-Quercy et à l'Est de Belfort-du-Quercy, sont un équivalent latéral de la Molasse de l'Agenais ; moins argileuses que celle-ci, elles renferment localement des niveaux calcitisés, grumeleux. Ces marnes, « transgressives » sur le Jurassique aux environs de la Salle et sur les buttes de Montpalach et Lamandine, passent latéralement aux calcaires de la Salle.

g2S. Calcaires lacustres de la Salle (environ 10 m). Reposant tantôt sur les marnes blanches, mais aussi directement sur les calcaires jurassiques, ces calcaires « lacustres » forment des affleurements dispersés. Ils sont présents au sommet des buttes-témoins (Montalzat, Faillal de Montpezat, pech Agudel, Pech-Lugol, etc.) et recouvrent la surface du causse jurassique comme aux alentours de la Salle.

À Pech-Lugol et au Nord-Est de Belfort-du-Quercy, on observe des fractures, des miroirs et des stries affectant des faciès bréchiqes crayeux à *Wenzia ramondi*. L'analyse de l'affleurement de Pech-Lugol montre une fracturation d'orientation variée (comm. pers. J. Guérangé), sans relations apparentes avec les directions régionales connues. L'origine de ces brèches serait en relation avec des glissements synsédimentaires induits par la dissolution de faciès évaporitiques.

Une coupe effectuée au Sud de la Salle (fig. 13) a livré une faune à mammifères et gastéropodes du Chattien terminal (Sigé *et al*, 1995). Cette datation nous a conduit à placer au sommet de l'Oligocène ces calcaires lacustres de hauts niveaux, alors que sur la feuille voisine Cahors (Astruc et Pélissé, 1988), ils étaient sans argument paléontologique rattachés à un éventuel Miocène.

Miocène Inférieur ?

La coupe du moulin de Gènebrières (fig. 14) montre, reposant sur la surface jurassique karstifiée, les calcaires de la Salle surmontés par des faciès d'origine évaporitique et des calcitisations. Cet ensemble est attribué, sans argument paléontologique, à l'Aquitainien.

m1M. Marnes et argiles vertes du moulin de Gènebrières (environ 5 m). Cet ensemble rassemble les faciès formant le talus de la butte : calcaires tendres à filonnets de calcite passant latéralement à des marnes et

argiles vertes (illite) avec intercalations de quelques lentilles de sables fins, argileux, micacés (muscovite).

m1C. **Calcaires du moulin de Gènebrières** (environ 4 m). Des calcitisations couronnent le sommet de la butte. Ce sont des calcaires crayeux, blancs, pulvérulents (2 m), surmontés de marnes blanchâtres (2 m).

Mio-Pliocène

m-p. **Épandage de très hauts niveaux : galets et graviers de quartz à matrice sableuse** (environ 2 m). Le bassin-versant de la Lère, en aval de Monteils, s'inscrit à l'intérieur d'un vaste couloir⁵ d'érosion qui s'étend de Puylaroque à Réalville. On trouve à l'intérieur de ce paléodrainage, au voisinage de 210 m d'altitude, des placages résiduels graveleux, reposant sur une molasse argileuse ravinée. La coupe d'Auty (x = 530,59 ; y = 210,72 ; z = 210 m) montre quelques mètres (2 m ?) de galets et graviers de quartz à matrice sableuse, peu argileuse. Ces faciès plus grossiers tranchent nettement sur l'encaissant molassique à la granulométrie très fine. Il s'agit de placages résiduels, difficiles à interpréter ; cependant, la morphologie dans laquelle ils s'inscrivent et la rupture sur le plan granulométrique s'accordent avec l'existence d'un paléodrainage.

La première incision par le proto-réseau hydrographique, des formations jurassiques et paléogènes du Nord-Est du Bassin aquitain, a été traditionnellement attribuée au Plio-Quaternaire. Les découvertes récentes de gisements paléontologiques⁶ associés à des sédiments fluviatiles sur les causses du Quercy (Dubreuilh *et al.*, 1995 ; Sigé *et al.*, 1991), conduisent à vieillir le proto-réseau hydrographique, qui aurait commencé de s'installer dès le Burdigalien.

Quaternaire et formations superficielles

Alluvions des vallées de l'Aveyron, de la Bonnette, de la Lère et du Candé

Sur la marge sud-orientale de la feuille, des environs de Saint-Antonin-Noble-Val à Cazals, l'Aveyron coule au fond de gorges très pittoresques (120 m d'altitude en amont de Saint-Antonin-Noble-Val, 83 m à son confluent avec la Lère), encaissées dans les formations jurassiques. Au Sud de Réalville, la rivière coule dans une vaste plaine alluviale en développant

⁵ Ce vaste couloir, large de plusieurs kilomètres, s'inscrit seulement d'un peu plus d'une cinquantaine de mètres dans la surface des molasses.

⁶ Ces gisements sont en relation avec un couloir du bassin-versant du Célé (au Nord du Lot), couloir dont la morphologie et l'altitude sont relativement proches de ceux du drainage Puylaroque-Réalville.

des méandres qui entaillent la molasse oligocène. Les terrasses étagées, supportent des alluvions distribuées sur plusieurs niveaux d'accumulation : la basse plaine, les basses terrasses et les terrasses anciennes. Les vallées de la Bonnette, de la Lère (fig. 15) et du Candé possèdent également des niveaux d'alluvions étagées ; le substratum jurassique ou tertiaire affleure souvent à la base des talus séparant les terrasses. Les hautes terrasses sont résiduelles et forment des affleurements discontinus.

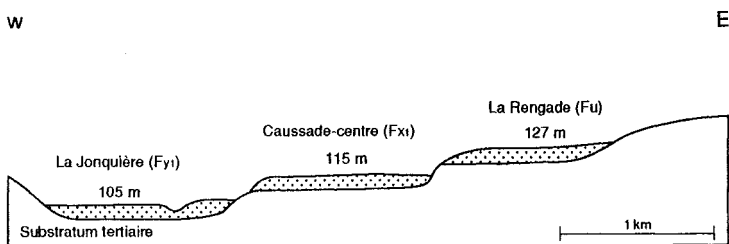


Fig. 15 - Coupe schématique de la vallée de la Lère à Caussade

Dans la vallée du Lot et de l'Aveyron, de nombreux gisements préhistoriques (Pergouzet, Cabrerets, Bouziès-Haut, Bruniquel, etc.) permettent, par leur altitude relative par rapport au lit du Lot et de l'Aveyron, d'attribuer un âge wurmien au niveau inférieur de la basse plaine. Un âge rissien pour le niveau supérieur est confirmé par la présence d'un gisement moustérien localisé sur ce niveau en amont de Monteils dans la vallée du Célé (Turq, 1992) et la découverte de bifaces roulés sur les hautes terrasses de la vallée de la Lère. Sur la feuille Caussade, nous proposons avec réserve les âges suivants pour ces alluvions :

- Pléistocène moyen pour les hautes terrasses de l'Aveyron, de la Lère et du Candé (Fu) ;
- Rissien pour les basses terrasses de l'Aveyron et de la Lère en aval de Monteils (Fx1) et pour la basse plaine de l'Aveyron à Cayrac (Fx2) ;
- Wurmien pour les alluvions de la basse plaine de l'Aveyron, aux environs de Réalville (Fyi), et pour celles de la Lère du Candé et de la Bonnette (Fy2).

Fu. Alluvions des hautes terrasses (Aveyron, Bonnette, Lère et Candé) : galets et graviers à matrice argileuse (0 à 10 m). Les terrasses de l'Aveyron, principalement localisées en rive droite, nappant parfois d'anciens méandres perchés (Cazals, Verdeille), supportent des alluvions argilo-graveleuses qui s'échelonnent de 120 à 170 m NGF. Ce sont des galets et graviers de quartz, mais aussi de diverses roches métamorphiques

(quartzites gris-noir, rares galets de gneiss très altérés), à matrice argilo-sableuse, celle-ci représentant environ 10 % du sédiment. Dans le bassin-versant de la Lère à Cayrieuch, en amont des gorges de Roc-du-Saut, les alluvions anciennes sont disposées sur des terrasses bien visibles dans le paysage vers 170 m d'altitude. Aux environs de Réalville, ces alluvions sont supportées par quelques replats peu étendus au voisinage de 120 à 130 m.

Les alluvions de la vallée de la Lère et du Candé, très différentes de celles de la vallée de l'Aveyron, sont composées d'éléments presque exclusivement calcaires dans une matrice argileuse (10 % du sédiment), elles ont une épaisseur souvent inférieure à 2 m. À Saint-Antonin-Noble-Val, les alluvions qui dominent la ville, en rive gauche de la Bonnette, sont essentiellement argileuses.

Fx1. Alluvions des basses terrasses (Aveyron, Lère et Candé) : galets, graviers et sables à matrice argileuse (0 à 6 m). Dans la vallée de l'Aveyron, cette terrasse fertile sépare la basse plaine du talus molassique ; elle supporte le hameau des Cabosses. Composée de galets et graviers à matrice argilo-sableuse (5 à 10 % de l'ensemble), elle peut atteindre 6 m d'épaisseur (hameau de Martel).

Les alluvions de la basse terrasse de la Lère affleurent largement en rive gauche, entre Caussade et Réalville ; elles sont représentées par des cailloutis presque uniquement composés de galets calcaires jurassiques et tertiaires dans une abondante matrice argilo-sableuse. Leur épaisseur sous la ville de Caussade est de l'ordre de 4 à 5 m (quartier de la piscine). La molasse oligocène affleure souvent à la base de cette terrasse. Les rares lambeaux de cette terrasse, observés dans la vallée du ruisseau de Candé, montrent des alluvions de même nature que celles rencontrées dans la vallée de la Lère, peut-être un peu plus argileuses et de moindre épaisseur.

Fx2. Alluvions de la basse plaine (Aveyron à Cayrac) : galets, graviers, sables et limons (5 à 7 m). Ces alluvions forment un niveau intermédiaire entre la basse plaine (Fy1) de l'Aveyron et la basse terrasse (Fx1). Ce niveau alluvial, qui ne s'observe qu'au Sud-Est de Réalville, sur la marge méridionale de la feuille, est nettement séparé de la basse plaine par le substratum molassique, celui-ci pouvant affleurer ponctuellement à la base du talus (Froment). Les alluvions sont représentées par des galets et graviers à matrice sableuse, localement argileuse. La nature pétrographique des éléments est identique à celle des alluvions de la basse plaine (Fyi), mais avec une altération plus poussée (disparition de la plupart des éléments calcaires).

Fy1. Alluvions de la basse plaine (Aveyron et Lère en aval de Monteils) : galets, graviers et sables à matrice peu argileuse, cailloutis (6 à 8 m). La basse plaine de l'Aveyron occupe seulement l'angle sud-ouest de la feuille. Dans cette basse plaine, un talus peu élevé (1 à 2 m) a été cartographié ; discontinu, il sépare une zone basse fréquemment inondée (pluri-annuellement) d'un palier où les inondations sont moins fréquentes.

Les alluvions de la basse plaine de l'Aveyron sont composées de galets, graviers et sables peu argileux. Les galets ont une taille moyenne de 10 cm. Ils sont peu altérés, formés de roches variées, souvent siliceuses, provenant du Massif central (quartz, granites, gneiss, etc.), et de roches carbonatées. L'épaisseur totale de ces alluvions est de 7 à 8 m au Sud de Réalville.

La vallée de la Lère en aval de Monteils présente des alluvions épaisses de 5 à 6 m au voisinage de Caussade et de 6 à 8 m à Réalville (barrage d'Alba). Les alluvions de la plaine de la Lère, observées dans les anciennes gravières de Monteils, sont constituées de 0,5 à 1 m de limons puis de 4 à 5 m de cailloutis calcaires peu argileux.

Fy2. Alluvions récentes (Aveyron, Bonnette, Lère et Candé en amont de Caussade) : galets, graviers, sables et limons (2 à 5 m). Dans la vallée de l'Aveyron, en amont des environs de Cazals, le lit de la rivière incise les formations jurassiques sur 3 à 4 m. De part et d'autre du lit, les alluvions récentes occupent le fond plat de la vallée sur une largeur moyenne d'une centaine de mètres. Ces alluvions épaisses parfois 4 à 5 m, assez grossières, sont composées des galets, graviers et sables peu argileux à litage plan et oblique. Les galets ont une taille moyenne de 10 cm, pouvant atteindre jusqu'à 60 cm sur le substratum jurassique et sont souvent assez plats. Les constituants de ce matériau détritique, peu altérés, sont représentés par des roches variées, souvent siliceuses, provenant du Massif central (quartz, granites, gneiss, etc.), et de nombreux galets et blocs calcaires.

Dans les vallées de la Bonnette, de la Lère et du Candé en amont de Caussade, le lit des ruisseaux incise rarement le substratum jurassique ou tertiaire. Le fond de ces vallées, qui peut être totalement recouvert par les crues, possède des alluvions graveleuses à matrice très argileuse. Ces alluvions, presque exclusivement composées de galets et graviers calcaires, sont recouvertes par des limons terrigènes ; elles ont une puissance généralement inférieure à 2 m.

Autres formations superficielles

K. Remplissage des dolines et cailloutis des vallées sèches suspendues : cailloutis à matrice argilo-sableuse (1 à 10 m ?). Un ancien réseau hydrographique existe à la limite orientale du causse de Limogne, c'est

un réseau de vallées sèches, démantelé par des dolines. Ces vallées, qui ont actuellement une évolution principalement karstique, ont un fond plat occupé par des cailloutis semblables aux remplissages de dolines. Ces cailloutis et leurs produits de dissolution, peu roulés, proviennent principalement du remaniement des grèzes ; ils comblent partiellement les vallées sèches et sont lentement soutirés en profondeur. Ce lent transport, essentiellement vertical, est à l'origine de leur notation groupée avec les remplissages de dolines qui ont une évolution identique. Les dolines (appellation locale : cloups) sont nombreuses sur les calcaires jurassiques, en bordure de la vallée de la Bonnette et des gorges de l'Aveyron. Leur remplissage est constitué par des cailloutis à éléments calcaires, subanguleux-émoussés, à matrice argilo-silteuse brune renfermant quelques graviers de quartz.

CF. Colluvions et alluvions des vallées secondaires et des ravins : cailloutis à matrice argileuse, limons (2 à 4 m). Ces matériaux meubles constituent le fond plat de nombreuses vallées, souvent sèches ou à écoulement épisodique, et qui entaillent l'ensemble des formations sédimentaires de la feuille. Les dépôts détritiques sont constitués d'éléments issus de l'érosion des formations lithologiques voisines et transportés par les ruisseaux sur de courtes distances.

Lorsque les vallées sont établies dans des calcaires jurassiques et tertiaires, les alluvions sont composées de galets calcaires, mal roulés, souvent plats, emballés dans une matrice argilo-silteuse ; dans les vallons du Terrefort et du pays de Serres, les alluvions, nourries par le colluvionnement des argiles et des marnes du Lias supérieur et de l'Oligocène, sont plus argileuses.

Dans les vallées de certains ruisseaux, des travertins forment de nombreux barrages (gours), souvent interstratifiés dans les alluvions ; leur remaniement est à l'origine des alluvions tufacées occupant parfois le fond des vallées en aval des sources karstiques.

∞. **Travertins (0 à 15 m).** Des accumulations importantes de travertins à débris végétaux forment des masses cavernueuses très ponctuelles. Ces encroûtements, en relation avec des fronts de cascades des ruisseaux ou des sources parfois disparues, sont formés par la précipitation des carbonates de calcium dissous dans les eaux issues du karst. Sur le territoire de la feuille, les accumulations de travertins cartographiées à Caylus correspondent à d'anciens écoulements. L'affleurement de Saint-Pierre-Livron, appuyé aux marnes liasiques et supportant une partie du village, peut atteindre une épaisseur de 10 m. Des travertins existent aussi à proximité de la plupart des sources karstiques (la Dame-Blanche), mais ces affleurements sont trop restreints pour être cartographiés.

SG. Grèzes (castines) : cailloutis à matrice argileuse, brèches de pente. Les grèzes forment des accumulations importantes aux pieds des versants. Ce sont des éboulis cryoclastiques, généralement meubles, aux éléments anguleux et bien triés, pouvant être localement cimentés par des percolations de calcite (brèches de pente). Elles sont abondantes dans les gorges de l'Aveyron et dans les vallées sèches du causse, mais leur distribution ne permet pas de les cartographier systématiquement. Dans le cadre du levé à 1/50 000 de la feuille Caussade, ont été cartographiées seulement quelques accumulations spectaculaires de grèzes.

E. Éboulis (0 à 10 m). Dans la vallée de l'Aveyron, au pied du roc d'Anglars, des éboulis, formés de très gros blocs issus de la falaise « bajocienne », couvrent presque complètement les marnes toarciennes. D'autres éboulis encombrant fréquemment le pied des falaises dans les gorges de l'Aveyron (cirque de Bône), mais leur extension réduite ne permet pas leur cartographie.

CONDITIONS DE FORMATION DES ENTITÉS GÉOLOGIQUES

Le tableau 1 décrit, à l'échelle de la carte, les conditions générales de formation des grandes entités géologiques.

TECTONIQUE

Les éléments structuraux observés dans la région de Caussade s'intègrent dans le cadre tectonique de la plate-forme nord-aquitaine, où les sédiments ont subi un enfouissement assez faible, estimé à 1 500 m dans la vallée du Lot pour le sommet du Bajocien (Kafa, 1988), traduit par un style tectonique cassant. Les événements tectoniques sont commandés par les rejeux du socle hercynien induit par les mouvements des plaques ibérique et eurasiennne.

Le territoire de la feuille Caussade est situé vers la fermeture périclinale du vaste synclinorium Charentes-Quercy (Winnock, 1974) d'axe NW-SE et affecté d'ondulations de deuxième ordre. Cette structure majeure est limitée au Sud par le dôme de la Grésigne, à l'Ouest par l'antiforme de Montauban-Moissac et par les brachyanticlinaux jalonnant l'accident ouest-quercy-nois (vaste couloir de déformations, matérialisé par des failles N140-160°E, traversant le Quercy occidental et se prolongeant en Périgord), et au Nord-Est par la remontée du Jurassique à l'approche du socle cristallophyllien du Massif central dans les secteurs Figeac, Saint-Céré et Terrasson. Une anomalie gravimétrique (N130-140°E), reflet d'un accident profond du socle, prolonge l'accident ouest-quercy-nois jusqu'au chevauchement du Sud de la Grésigne (Durand-Delga, 1979). L'observation de l'écorché géologique anté-méso-

STRATIGRAPHIE		Âges en Ma	FORMATIONS MEMBRES FACIÉ REMARQUABLES	SÉDIMENTATION ET ÉROSION	PALÉOENVIRONNEMENT	ACTIVITÉ TECTONIQUE							
QUATÉRIAIRE	HOLOCÈNE	5	Alluvions des vallées de l'Avoyron, de la Lère	ÉROSION	GLACIATIONS Colmatage Gélifraction Edification des terrasses Entonnement des vallées Phases de creusement et de comblement du karst	Distension ? NW-SE							
	PLÉISTOCÈNE		Alluvions du haut couloir de la Lère				Début du creusement des hauts couloirs d'érosion paléo-Avoyron	Surrection de 300 m environ des causses du Quercy					
TERTIAIRE	NEOGÈNE	23	Moulin de Génèbrières	ÉROSION	FLUVIO-LACUSTRE	Distension EW Épandement depuis le Bartonien de la bordure orientale du bassin d'Aquitaine							
			OLIGOCÈNE				Calcaires de la Salle Calcaire blanc de l'Agonac Calcaires de Lavaurotte Calcaires de Cleurac Calcaires de Servanac	Présence de lacs salés Fossilisation de nombreuses phosphonites Installation de vastes lacs d'eau douce Installation de marais	Chocage de la Grésigne Compression N-S Surrection de 100 m environ des causses du Quercy				
	PALÉOCÈNE	Argiles à pisolites Argiles à graviers Calcaisons à microcodium					Accumulation d'argiles à graviers Grands phases de creusement du karst Érosion et installation de drainage dans les zones fracturées						
		ÉOCÈNE	65							Distension NW-SE			
CRÉTACÉ	SUPÉRIEUR	95	Calcaires gréseux ?	ÉROSION	MARINE	Réorganisation du bassin sédimentaire au Tithonien. Instabilité tectonique au passage Kimmérien/Oxfordien							
	TURONNIEN		Transgression marine sur la quasi-totalité du Quercy				Activité de la faille de Saint-Antonin au Bathonien						
	CÉNOMANIEN		Érosion du sommet des formations jurassiques										
JURASSIQUE	MAMM	145	TITHONIEN	ÉROSION	MARINE	Régionalisation de la mer au Tithonien, installation de lagunes et de sebkhas							
			KIMMÉRIDGIEN				Calcaires micropores botulés, à galets mous	Dépôts de 250 m de calcaires et de marnes. La totalité du Kimmérien s'est déposée, mais au Crétacé inférieur il a été en grande partie érodé					
							OXFORDIEN ?		Bèches polygéniques				
			DOGGER				160	CALLOVIEN	Calcaires coquilles de Saint-Géry	PLATE-FORME PROXIMALE	Développement d'une nouvelle plate-forme carbonatée proximale, avec généralisation des environnements proximaux corallins. Importantes accumulations d'évaporites au Bathonien et à l'Oxfordien, succession rapide de facies : mers saumées, coquilles, lamines, calcaires bioclastiques		
								BATHONIEN	Calcaires micropores de Rocamadour			Émergence à l'Aalénien	
								BAJOCIEN	Membre de la Bouye				
	AALÉNIEN	Calcaires coquilles de Calvignac						Approfondissement de la mer à partir du Cancon, apparition des ammonites, dépôts de 150 m de calcaires, marnes et argiles. Érosion et karstifications au sommet de la « barre à Pocten »					
	LIAS	180							TOARCIEN			Lumachelle à gryphées	MARINE
								DOMÉRIEN	Marnes et argiles noires				
	SINÉURIEN	194	CARIXIEN				« Barre à Pocten »	PLATE-FORME					
			SINÉURIEN				Argiles et marnes du Domézien inf.			Marnes et calcaires	Calcaires micropores		

DISTENSION NNW-SSE (ouverture de l'Atlantique nord)

Tableau 1 - Dynamique des dépôts sédimentaires de la feuille Caussade (d'après les données de Cubaynes *et al.*, 1987, 1989 pour le Lias et le Dogger)

zoïque (cf. fig. 1) montre une synforme N130°E à cœur carbonifère, préfigurant le synclinorium Charentes-Quercy ; celui-ci serait donc une structure héritée.

Sur le territoire de la feuille, les principales failles peuvent être regroupées en fonction de leur orientation dans les trois familles classiquement reconnues en Quercy ;

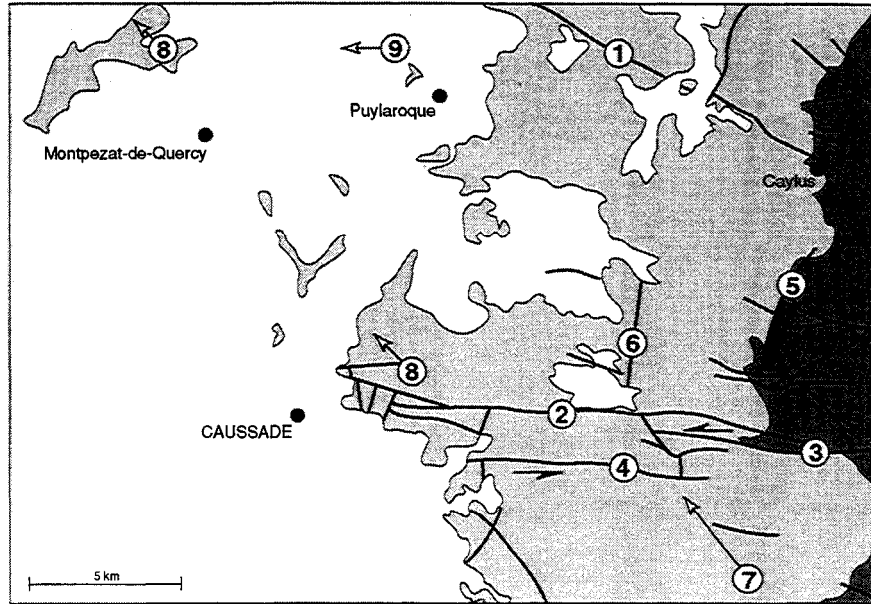
- armoricaine (N130 à N150°E). La faille du Brétou, au Sud de la feuille, de direction N120°E, et peut-être la faille de Caylus, traversant l'angle nord-est, de direction N120°E, appartiennent à cette famille peu représentée au Sud du Quercy ;
- pyrénéenne (N100 à N110°E) ; failles de Gouvern, de Saint-Antonin-Noble-Val et de Doumerc-Viel-Four.
- submérienne (N-S à N20°E), vallée de la Bonnette et Pradignes.

L'interprétation actuelle des structures majeures conduit à identifier un coulissement en direction du Sud du bloc quercynois (Dauch et Viallard, 1987), entre la faille de Villefranche à jeu décrochant senestre et l'accident ouest-quercynois à jeu décrochant dextre (Durand-Delga, 1979). Les failles plates, observées à la base du cirque de Bône, affectant les calcaires de Rocamadour, correspondraient à une surface de décollement en relation directe avec ce déplacement N-S du bloc quercynois.

Le faisceau E-W, formé par les failles de Saint-Antonin, du cirque de Bône et de Doumerc-Viel-Four, est le prolongement d'un accident majeur affectant les formations paléozoïques bien à l'Est de la cuvette de Varen (feuille Najac). Le synclinal, à cœur kimméridgien (forêt de la Garrigue-Frayssinet-Astruc), serait décalé de plusieurs kilomètres par le jeu décrochant senestre de ce faisceau.

Les observations de terrain et l'analyse structurale ont fourni une chronologie relative des événements tectoniques intéressant la plate-forme nord-aquitaine au cours du cycle alpin. Après des phases mal connues affectant les terrains antétriasiques, les auteurs proposent l'évolution tectonique suivante ;

- les changements de faciès et de puissance des sédiments du Jurassique inférieur (Hettangien à Pliensbachien inférieur), de part et d'autre de failles à rejeu tertiaire, sont les manifestations synsédimentaires de la distension liasique E-W sur la bordure nord-orientale du Bassin aquitain (Bonijoly et Lefavrais-Raymond, 1989) ;
- la réduction d'épaisseur du Toarcien, dans la vallée de la Bonnette, aux alentours du château de Cas, serait due au jeu synsédimentaire d'une faille N20°E. Les variations brutales d'épaisseur, voire la disparition de certains des membres ou formations du Dogger (les calcaires oolitiques et graveleux de Larnagol, les calcaires cristallisés de Saint-Chels et les calcaires micri-






- | | | |
|--|---|--|
|  Tertiaire et Quaternaire |  Jurassique moyen et supérieur |  Jurassique inférieur |
|--|---|--|
- 1 - Faille de Caylus 2 - Faille de Gouvern 3 - Faille de St-Antonin-Noble-Val 4 - Faille de Doumerc - Viel-Four 5 - Faille de la Bonnette
 6 - Faille de Pradignes 7 - Synclinal de la forêt de la Garrigue 8 - Synclinal de Frayssinet - Astruc 9 - Synclinal de Combe-Longue
- ← Axe synclinal ← Décrochement

Fig. 16 - Principaux accidents de la feuille de Caussade

tiques de Vers) sur les flancs de l'anticlinal de Saint-Martin-Labouval (feuille Saint-Géry) et de part et d'autre de la faille de Saint-Antonin-Noble-Val, la présence des brèches bajociennes de Pongens (Miers) à proximité de la faille de Padirac et l'absence de sédiments cénomaniens sur les structures anticlinales de Sauveterre-la-Lémance (feuille Fumel) et de Campagnac-les-Quercy (feuille Gourdon), témoignent d'une instabilité à proximité de ces structures au Jurassique moyen et au début du Crétacé supérieur. La limite d'extension de la mer au Tithonien (Delfaud et Gottis, 1966) indique que la restructuration du synclinorium Charentes-Quercy a commencé à la fin du Jurassique ;

- une distension WNW-ESE (Bonijoly, 1980) à E-W (Boichard et Drullion, 1982 ; Bonijoly et Lefavrais-Raymond, 1989 ; Dauch, 1988), dans l'intervalle Jurassique inférieur à Jurassique moyen (cf. tabl. 1) ;
- une distension NNE-SSW (Bonijoly, 1980) à N-S (Boichard et Drullion, 1982 ; Dauch, 1988 ; Péliissié, 1982) dans l'intervalle Jurassique supérieur à Crétacé ;
- une compression N-S (Bonijoly, 1980 ; Péliissié, 1982) à l'Éocène ; une distension E-W (Boichard et Drullion, 1982 ; Bonijoly, 1980) à l'Oligocène ;
- une compression E-W au Miocène (Boichard et Drullion, 1982 ; Bonijoly, 1980 ; Dauch, 1988).

Sur la feuille Caussade, quelques phénomènes tectoniques (fig. 16) apportent des éléments sur la chronologie au post-Jurassique de la structuration des terrains au Sud du Quercy :

- formation du synclinal forêt de la Garrigue-Frayssinet-Astruc ;
- décrochement senestre sur le faisceau E-W (failles de Saint-Antonin, du cirque de Bône et de Doumerc-Viel-Four) décalant le synclinal forêt de la Garrigue-Frayssinet-Astruc de plusieurs kilomètres ;
- décrochement du faisceau par la faille de Villefranche ;
- au pech Rouge (2 km à l'est de Mouillac), des brèches et des calcitisations à pisolites de fer sont coincées entre les formations jurassiques décalées par la faille de Caylus, alors qu'au Nord de la Salle, les affleurements de calcaires lacustres oligocènes ne semblent pas affectés par celle-ci ;
- le vallon de Combe-Longue (2,5 km au Nord-Ouest de Puylaroque) recoupe une structure synclinale (N90°E) affectant les faciès « lacustres » oligocènes (g2CA et g2M). Au voisinage de cette structure, des miroirs de faille striés et des « olistolites » (Pech-Lugol 1,5 km au Nord-Est de Belfort-du-Quercy ; Matat), s'observent dans les marnes crayeuses (m1A).

L'affleurement du pech Rouge témoigne d'un jeu éocène à oligocène basal de la faille de Caylus. Le synclinal de Combe-Longue et les miroirs de faille striés présents dans les terrains attribués à la base du Miocène mon-

trent que des contraintes tectoniques ont continué pendant toute la durée de l'Oligocène, et peut être au début du Miocène. Les traces de cette activité tectonique oligocène, rarement observée vers le centre du bassin (Cavaillé, 1953, 1981), sont plus fréquentes en se rapprochant du massif de la Grésigne ; c'est effectivement à cette tranche de temps que les travaux récents (Muratet et Cavalier, 1992) situent la persistance de mouvements compressifs responsables, sur le flanc sud de la Grésigne, du chevauchement des conglomérats grésignols oligocènes par les formations jurassiques.

SYNTHÈSE GÉODYNAMIQUE RÉGIONALE

L'étude des forages profonds effectués à Saint-Martin-Labouval (cf. Astruc *et al*, 1992), à Campagnac-les-Quercy (cf. Astruc, 1990), à Sauvetterre-la-Lémance (cf. Platel, 1983) et à Sabadel-Lauzès (Sdbl, feuille Saint-Géry), ainsi que les observations sur les affleurements du Quercy oriental, ont permis de reconstituer l'histoire géologique tardi-hercynienne et mésozoïque de cette région (cf. fig. 1).

Tardi-Hercynien

Issus de l'orogène hercynien, se déposent, durant le Stéphan-Permien, des sédiments continentaux détritiques (où dominent les grès et argiles rouges) sur de grandes épaisseurs (3 000 à 4 000 m) dans un bassin subméridien NNW-SSE de Brive-la-Gaillarde à la Grésigne (Delsahut, 1981).

Trias et Jurassique

Au *Trias* et au *début de l'Hettangien*, la réactivation d'accidents tardi-hercyniens définissent un vaste bassin subsident. Des dépôts détritiques forment un épandage fluvial dont les affleurements actuels sont limités approximativement au Nord par la vallée de la Vézère et au Sud par la vallée de l'Aveyron. Les structures sédimentaires et la minéralogie montrent que cet épandage a trouvé son origine dans l'érosion du socle du Massif central (Grignac, 1983). Rapidement, à l'Ouest du méridien de Cahors, cet ensemble sédimentaire passe latéralement à des formations lagunaires comparables à la « dolomie de Carcans » (définie par les pétroliers en Médoc). Ces dépôts argilo-détritiques vont constituer la base d'un super-cycle sédimentaire (transgressif-régressif) couvrant tout le Jurassique (cf. tabl.1).

De la *fin de l'Hettangien* (200 Ma) à la *fin du Lias inférieur*, le bassin s'ouvre vers l'Ouest, il fait partie des marges proto-atlantiques. Des vases évaporitiques, puis carbonatées, se déposent dans un environnement lagunaire. Au *Lias moyen et supérieur*, les ouvertures océaniques s'affirment,

une mer plus profonde et ouverte s'installe. Cette transgression marine se traduit par des dépôts marno-calcaires à céphalopodes.

Pendant le *Dogger* (Jurassique moyen) et presque tout le *Malm* (Jurassique supérieur) s'installe une grande plate-forme carbonatée proximale, de milieu plus ou moins confiné ; à l'Ouest, une sorte de « récif-barrière » occupant l'actuel Périgord, l'isolait de l'Atlantique. Au Kimméridgien se crée une vaste plate-forme marine non barrée. Vers 145 Ma, à la fin du Jurassique, la mer tithonienne, régressive, se localise au Nord-Ouest du Quercy où elle forme le « golfe » de Bouriane. Ce déplacement du littoral est à mettre en relation probable avec les manifestations précoces de la tectonique alpine.

Crétacé

Au *Crétacé inférieur*, la totalité du Quercy est émergée (cf. tabl. 1) ; les brachyanticlinaux de Sauveterre-la-Lémance et de Campagnac s'individualisent. Cette émergence est soulignée par une surface d'érosion et une discordance des terrains du Crétacé supérieur. Cette discordance est soulignée par les calcaires cénomaniens et turoniens qui reposent sur les terrains jurassiques du Kimméridgien inférieur au Nord du Quercy, et du Kimméridgien supérieur et Tithonien au Sud (Astruc, 1988). Cette disposition correspond à la transgression de la mer cénomaniennne qui envahit d'abord les zones basses de la topographie précédente. Avec le *Turonien inférieur*, cette transgression s'affirme, les sédiments de cette époque indiquent un approfondissement de la mer, rien ne permettant de situer la proximité d'un rivage. Mais, à *h fin du Turonien*, la mer régresse aboutissant à une courte émergence. Elle recouvre à nouveau la région au *début du Sénonien*, comme l'attestent les altérites sableuses piégées dans le karst au Nord de Souillac et sur la quasi-totalité du causse de Gramat. À la *fm du Campanien*, elle quitte définitivement le Quercy.

Tertiaire

Au cours du *Paléocène* et de *VÉocène inférieur*, les premiers échos de l'orogénèse pyrénéenne vont se traduire par un bombement de la bordure nord-est du Bassin aquitain (fig. 17). Cette tectonique va créer des grabens (appuyés aux grands accidents : faille de Villefranche, grand accident bordier armoricain) qui vont fonctionner en bassins endoréiques (Astruc *et al*, 1995) et accueillir une sédimentation fluvio-lacustre. Au Nord du Quercy, le bassin de Martel, un des plus vastes, va accueillir plusieurs centaines de mètres d'épaisseur d'argiles à graviers.

Le littoral est progressivement repoussé au Sud de l'actuelle vallée de la Garonne pour atteindre une ligne approximative Bordeaux-Auch-Muret, et le Quercy est soumis à l'érosion et à la karstification.

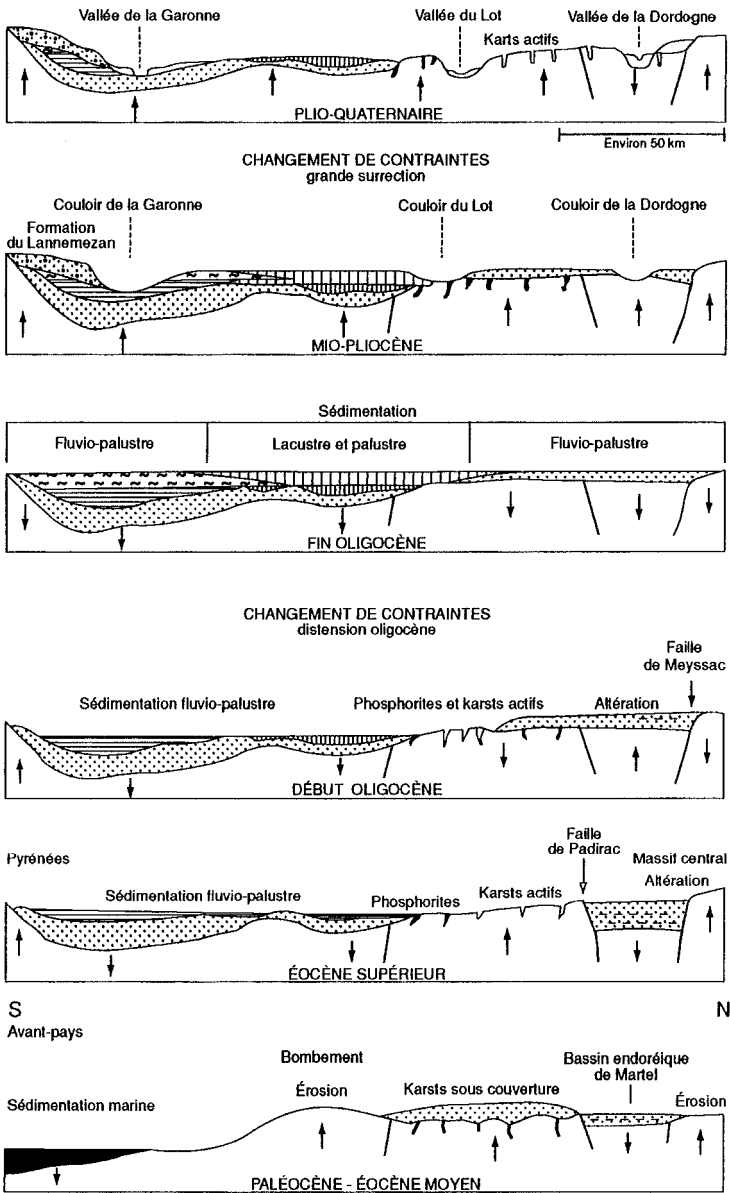


Fig. 17

Dynamique de la sédimentation tertiaire entre les Pyrénées et le Massif central (axe approximatif : Tarbes - Moissac - Cahors - Brives)

A la *fin de l'Yprésien*, la surrection des Pyrénées entraîne une migration de la mer vers l'Ouest de l'avant-pays nord-pyrénéen. L'érosion des reliefs en cours d'édification au Sud et de ceux issus de la réactivation des accidents hercyniens bordant le Quercy à l'Est, alimente une sédimentation détritique qui comble le Bassin aquitain. Ce comblement, lié à une subsidence d'ensemble, va se poursuivre jusqu'au milieu du Miocène.

Au cours de cette longue période (Crétacé terminal à Bartonien), un climat tropical humide a contribué à une altération ferrallitique kaolinisante dont les témoins prennent en écharpe les terrains jurassico-crétacés et plus particulièrement les calcaires détritiques du Turonien supérieur et du Sénonien, plus poreux et en conséquence plus karstifiables. En Bouriane, les sondages effectués pour les levés géologiques ont montré que la frange altérée avait une épaisseur souvent supérieure à 50 m. À Fumel, Floressas, etc., les altérites, silicifiées par des fluctuations de nappes et par des circulations paléohydrologiques, forment parfois de véritables « cuirasses » silico-ferrugineuses.

À la *fin du Bartonien*, alors que les plateaux jurassico-crétacés du Quercy sont toujours soumis à l'érosion, les molasses d'origine pyrénéenne progradent vers le Nord. La remontée de niveau de base commence à bloquer les écoulements du réseau hydrographique en direction du bassin ; des lacs et de vastes étendues marécageuses s'installent au pied des reliefs karstiques quercynois, certaines cavités du karst des phosphorites du Quercy se fossilisent. En Quercy et en Agenais, des argiles sableuses et des marnes vertes riches en smectites, contenant parfois attapulgites et sépiolites, s'intercalent entre les cuirasses ferrugineuses et les calcaires lacustres oligocènes. Tout cela caractérise des climats évoluant vers l'aridité (Trauth *et la*, 1985). À cette période, un affaissement du Quercy au Sud de la faille de Padirac va mobiliser les argiles à graviers du bassin de Martel qui vont alimenter la formation alluviale de Saint-Denis-Catus en ravinant les paléo-altérites ; elles vont s'étaler en direction du Sud, jusque dans le « golfe » lacustre de Cieurac. Au Sud de Cahors, la « progradation » des molasses pyrénéennes vers le Nord fossilise la formation de Saint-Denis-Catus.

À Thédillac (feuille Puy-l'Évêque), des argiles à illite (Kulbicki, 1957) de l'*Oligocène* s'intercalent entre les séquences fluviales à galets et graviers ; ces argiles, comme les calcaires des Gunies et, au Nord, la « meulière de Bord », témoignent de conséquences liées à l'affaissement progressif du plateau quercynois au cours de l'Oligocène. Tout le Quercy méridional accueille une sédimentation palustre et lacustre, couvrant progressivement l'ensemble des plateaux sous des molasses à dominantes carbonatées, jusqu'au *début du Miocène* ; le karst est complètement fossilisé.

À partir du *Burdigalien* (Sigé *et al.*, 1991) des cours d'eau, dirigés par la structuration acquise au Paléogène, s'organisent traversant le Quercy d'Est en Ouest, préfigurant le réseau hydrographique actuel. La première incision par le proto-réseau hydrographique, des formations jurassiques et paléogènes du Nord-Est du Bassin aquitain, a été traditionnellement attribuée au Plio-Quaternaire. Les découvertes récentes, de gisements paléontologiques associés à des sédiments fluviaux sur les causses du Quercy (Sigé *et al.*, 1991), conduisent à vieillir le proto-réseau hydrographique, qui aurait commencé de s'installer dès le Burdigalien.

Plio-Quaternaire

Au Pliocène et au Quaternaire, la subsidence graduelle du bassin observée depuis l'Éocène, fait place à un soulèvement qui sera à l'origine de la morphologie actuelle. L'érosion va dégager plus rapidement le Nord du plateau quercynois où la couverture molassique est moins puissante. Les karstifications plio-quaternaires débutent donc au Nord du Quercy et sont plus récentes au Sud de cette région.

Ce dégagement progressif vers le Sud est à l'origine de la conservation exclusive du paléokarst à phosphorites dans le Quercy méridional (périphérie du causse de Limogne), plus longtemps préservé de l'érosion plio-quaternaire par sa couverture molassique. On peut aussi attribuer à ce phénomène l'évolution différenciée des principales vallées, de plus en plus tardive en allant vers le Sud, de la Dordogne au Lot et à l'Aveyron.

SÉQUENCES DE DÉPÔT ET DISCONTINUITÉS DU JURASSIQUE

Principes d'application des concepts de la stratigraphie séquentielle à l'étude d'une série de plate-forme carbonatée

L'influence des variations du niveau marin relatif sur l'évolution sédimentaire d'une plate-forme carbonatée peut être reconnue en appliquant la démarche de la stratigraphie séquentielle (Vail *et al.*, 1984, 1987).

Les roches sédimentaires s'agençent en séquences génétiques de dépôt, chacune engendrée par un cycle de montée puis de baisse des eaux. Sur la plate-forme carbonatée quercynoise, une séquence se compose de trois prismes sédimentaires successifs, superposés et juxtaposés (fig. 18) :

- le **prisme de bordure de plate-forme** (PBP), sédimenté en bas niveau marin dans les parties basses de la plate-forme et sous faible tranche d'eau ;

- l' **intervalle transgressif** (IT), corps sédimentaire agradant (en « onlap »), lié à la montée des eaux. Il s'étend sur toute la plate-forme et montre généralement une tendance à l'approfondissement, par l'intermédiaire de séquences d'ordre inférieur (paraséquences) cycliques ou de comblement ;
- le **prisme de haut niveau marin** (PHN), corps sédimentaire progradant formé en phase de stabilité puis de baisse lente des eaux. Il couvre l'ensemble de la plate-forme et exprime, dans la superposition de paraséquences de comblement, une diminution progressive de la profondeur. Il est donc représenté, soit par une séquence majeure klüpfélienne, allant de faciès de plate-forme ouverte et à des faciès de barrière (au Toarcien-Aalénien, par exemple), soit par une séquence majeure, dite « quercynoise » (Delfaud *et al.*, 1975), allant d'environnements de barrière ou de lagon à des milieux de lagunes ou de sebkhas littorales (Dogger).

Ainsi, la séquence génétique de dépôt est cyclique sur la partie distale et moyenne de la plate-forme et aux périodes où la tranche d'eau est importante (Lias supérieur, Kimméridgien) ; elle intègre alors le prisme de bordure de plate-forme, l'intervalle transgressif et le prisme de haut niveau marin. Elle est de tendance régressive sur la partie proximale de la plate-forme et aux périodes où la mer est pelliculaire (Dogger) ; la séquence est alors principalement représentée par le prisme de haut niveau marin, éventuellement superposé à un mince intervalle transgressif.

Les séquences de dépôt sont limitées par des discontinuités de baisse brutale des eaux qui témoignent d'émersions, totale ou partielle, de la plate-forme. Ces **ruptures sédimentaires** (LS) séparent deux corps sédimentaires formés à faible profondeur et ne sont pas toujours aisément décelables sur une verticale. Seule, la connaissance de l'organisation géométrique des dépôts permet de les localiser avec certitude.

L'intervalle transgressif est séparé du prisme de haut niveau marin, sur la plate-forme distale, par une rupture sédimentaire, la discontinuité de montée rapide des eaux ou **surface condensée** (SC), qui correspond à une phase de vacuité sédimentaire avec des expressions variées (niveau de condensation, croûte ferrugineuse, horizon glauconieux, lit très bioturbé ou surface durcie,...). Cette discontinuité se localise au point d'inversion du cycle séquentiel, au sein des dépôts signalant la tranche d'eau la plus forte avec des faciès souvent comparables de part et d'autre de la discontinuité. La lacune stratigraphique est d'importance croissante vers le bassin, par accroissement de la durée de la phase de vacuité sédimentaire.

La **surface de transgression** (ST), comprise entre le prisme de bordure de plate-forme et l'intervalle transgressif, est souvent bien visible dans les colonnes stratigraphiques. Elle se marque généralement par un changement lithologique, une homogénéisation des faciès et un approfondissement marqué.

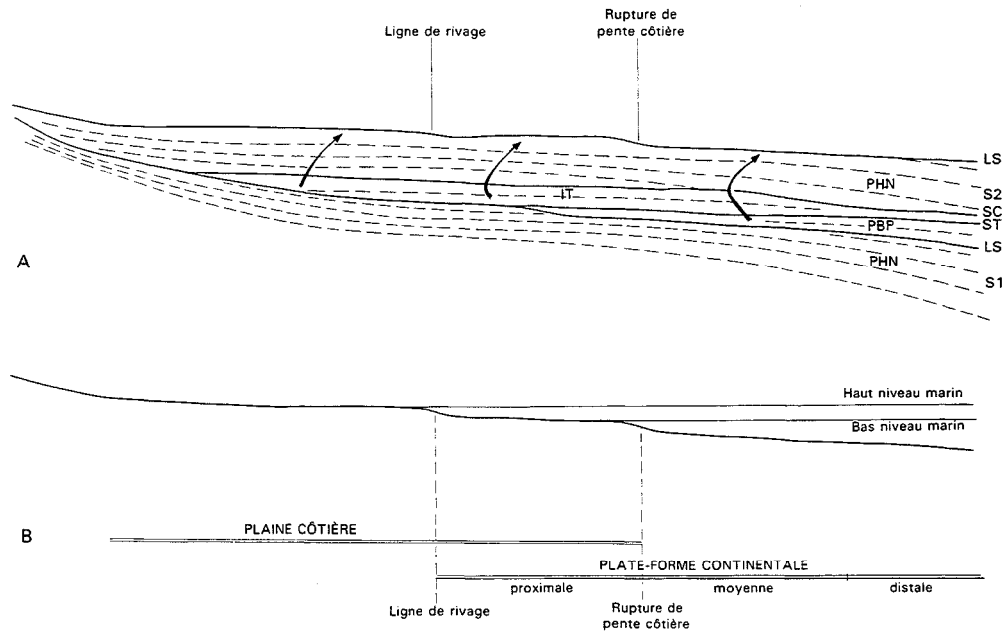


Fig. 18 - Séquences de dépôts et discontinuités d'origine eustatique en domaine de plate-forme (A) et morphologie de la plate-forme continentale (B)

Les séquences et discontinuités de la feuille Caussade

Trente séquences de dépôt ont été reconnues à ce jour dans la série jurassique de la feuille Caussade : 2 dans le Lias inférieur (notées HS3 et HS4), 6 dans le Lias moyen (P11 à P16), 8 dans le Lias supérieur (Toal à Toa8), 9 dans le Dogger (Dol à Do9) et 5 dans le Malm (M1 à M5) (cf. succession lithostratigraphique en marge de la carte).

Les dépôts littoraux du **Lias inférieur**, à sédimentation très discontinue et à marqueurs biochronologiques rares et peu précis, se prêtent mal à une identification rigoureuse des séquences. On peut toutefois supposer que sont uniquement présents des cortèges transgressifs et de haut niveau marin.

Les séquences du **Lias moyen et supérieur**, déposées sur une plate-forme distale suffisamment profonde pour n'être pas émergée en phase de baisse du niveau marin, sont toutes complètes. Elles s'inscrivent dans deux cycles lithologiques à long terme (calcaires - marnes - calcaires) de tendance transgressive puis régressive. Le premier date du Pliensbachien (formations de Brian-de-Vère, de Valeyres et de la « barre à *Pecten* »). Le second est d'âge toarcien (formations de Penne et de Lexos). Aux maximums de régression à long terme, les séquences de dépôts sont calcaires (exemple : « barre à *Pecten* »). Aux maximums de transgression, elles sont marneuses (exemple : Formation de Valeyres).

La présence de bonnes coupes stratigraphiques sur cette feuille et sur les feuilles voisines Nègrepelisse, Najac et Villefranche-de-Rouergue a permis d'identifier tous les cortèges sédimentaires sur la base de critères géométriques, sédimentologiques et paléoécologiques, et de les caler sur les zones, sous-zones et horizons d'ammonites. Nous citerons, parmi les cortèges les plus caractéristiques : le prisme de bordure de plate-forme constitué par les « marnes à taphoséquences de pente » (séquence P15), les prismes de haut niveau marin, de bordure de plate-forme, et l'intervalle transgressif exprimés dans la « barre à *Pecten* » (séquences P15 et P16), l'intervalle transgressif et le prisme de haut niveau marin des « schistes carton » (séquence Toal), les intervalles condensés du double banc à Bifrons (séquence Toa3) et du banc à Fallaciosum (séquence Toa6), le prisme de haut niveau marin de l'assise à gryphées (séquence Toa7).

Les discontinuités les plus remarquables correspondent soit à des limites de séquences (discontinuités D4, D7, D9'), soit à des surfaces de transgression (discontinuités D5, D6), soit à des surfaces d'inondation maximale (discontinuité D8).

Les séquences du **Dogger** évoluent toutes dans des environnements de plate-forme interne, depuis des milieux de barrière ou de lagon jusqu'à des milieux de sebkhas et de lagunes saumâtres. La plupart sont de tendance

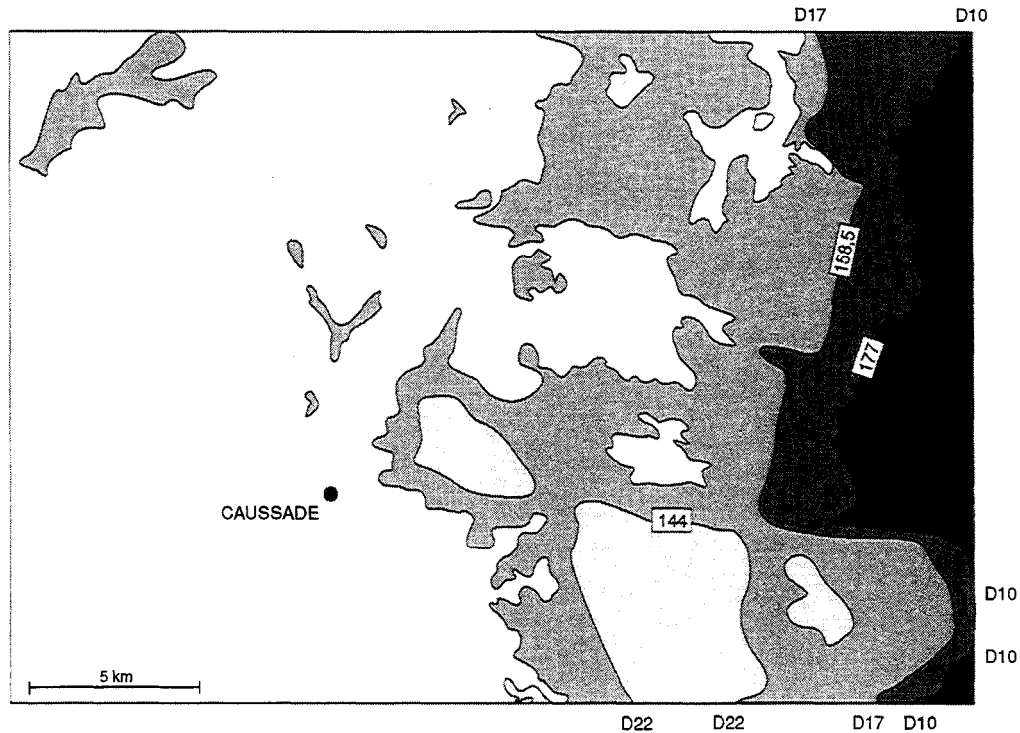







Fig. 19
Schéma de localisation
des principales discontinuités

-  Tertiaire et Quaternaire
-  Kimméridgien
-  "Callovo-Oxfordien"
et Bathonien terminal
-  Bajocien
et Bathonien supérieur
-  Lias et Aalénien

D10

D10

Âge des discontinuités en millions
d'années (Ma), exemple D10 177

régressive et principalement composées d'un prisme de haut niveau marin (telles les séquences Do1, Do2, Do3, Do5) ; certaines sont cycliques, avec un intervalle transgressif peu développé et un prisme de haut niveau plus épais (séquences Do4, Do7, Do8). Seule, la séquence Do4 semble complète, avec un prisme de bas niveau et un intervalle transgressif bien marqués suivis, comme pour les autres séquences, d'un prisme de haut niveau très développé.

Toutes les discontinuités sont des limites de séquence de dépôt émerives, généralement soulignées par des surfaces durcies, parfois par des ravinements (D10, D17) ou par des paléokarstifications (D14, D18.10). Certaines (D10, D15, D17, D18.10) sont associées à des phases de tectonique distensive, par la réactivation d'accidents hercyniens dont le jeu est particulièrement évident plus au Nord, sur les feuilles de Saint-Géry, Gramat et Souillac.

Les séquences M1 à M4 de la partie inférieure du *Malm* sont difficiles à déchiffrer. Le découpage proposé est très hypothétique, dans des formations mal datées, aux variations lithologiques et aux évolutions bathymétriques peu marquées. Il est essentiellement fondé sur l'identification de discontinuités remarquables, signalant des tendances émerives avec arrêts de sédimentation (D 18.20), ravinements et paléokarstifications (D 18.30), ou venues d'eaux douces (D19). Au Kimméridgien inférieur, la séquence M5 réalisée sur une plate-forme littorale ouverte est probablement complète ; elle associe un prisme de bordure de plate-forme (sommet de la « brèche de Cras »), un cortège transgressif et un prisme de haut niveau (« calcaires bioturbés de Nouaillac »).

Les discontinuités cartographiées

Les discontinuités sédimentaires les plus remarquables ont été signalées dans la succession lithostratigraphique. Trois d'entre elles ont été cartographiées (fig. 19) : D10, D17 et D22. La discontinuité D10, au Dogger, est une limite de séquence de type 1, accompagnée d'érosion et intégrant probablement une importante lacune stratigraphique. La discontinuité D17 est une surface ravinante et oxydée comprise entre les dernières couches à indices d'émerision du Membre de Saint-Chels et les premiers bancs plus franchement marins du Membre de Marcihac ; elle représente donc à la fois une limite de séquence et une surface de transgression. La discontinuité D22, qui signale un retour à des conditions plus marines à la base du Membre de Nouaillac, est interprétée comme une surface de transgression.

GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT

SOLS, VÉGÉTATION ET CULTURES

Les sols couvrant le territoire de la feuille Caussade sont issus de l'altération des roches (jurassiques à tertiaires), de l'alluvionnement des vallées

et des combes par les cours d'eaux et le colluvionnement des versants, parfois enrichis par des apports éoliens. Ces formations superficielles meubles sont le siège d'une activité biologique intense qui participe au maintien du tapis végétal. L'héritage géochimique de la roche mère, principalement la teneur en silice et en carbonates, et l'épaisseur des sols permettent de les diviser en cinq ensembles correspondant approximativement aux grandes unités géomorphologiques :

- le Terrefort ;
- le causse de Limogne ;
- le pays des Serres ;
- le Quercy blanc ;
- les vallées et les combes.

Tout le secteur appartient à l'étage collinéen (altitude moyenne 250 m), à la frontière des climats de types atlantique et continental ; la pluviométrie annuelle peut varier de 600 à 800 mm.

Le Terrefort

L'étroite bande de terrains liasiques argilo-marneux qui sépare le causse de Limogne du Ségala cristallin donne des sols épais, souvent fertiles et résistants à la sécheresse (Cavaillé, *in* Renault *et al.*, 1978). C'est un pays bocagé, verdoyant, aux prairies délimitées par de nombreuses haies.

Les affleurements calcaires pliensbachiens plus arides sont fréquemment occupés par des bosquets de chênes ; parfois, un épais manteau d'altération peut dissimuler complètement le substratum, on est alors en présence d'un sol rouge complètement décarbonaté à végétation silicicole (châtaigniers, fougères et bruyères). Quand l'altération est moins développée et que les argiles de décalcification sont mélangées aux cailloutis, les sols (pH 6,5 à 7,8) sont réservés aux cultures céréalières et à l'arboriculture (principalement noyers, pruniers, pommiers et châtaigniers).

Les marnes et argiles pliensbachiennes et toarciennes donnent des sols plus argileux (pH 7,4 à 7,8), parfois squelettiques sur les versants ; ils sont souvent couverts de prairies utilisées pour l'élevage ovin et bovin.

Le causse de Limogne

Le causse de Limogne occupe l'espace compris entre la vallée de la Bonnette et une limite occidentale passant par Saint-Cirq, Monteils, Cayriech et Belmont-Sainte-Foi. Il présente des sols bruns calciques, généralement peu

épais (pH 7,5 à 8). La lithologie des calcaires jurassiques, qui s'étirent en larges bandes approximativement N-S, permet de différencier deux ensembles :

- les calcaires granulaires (oolitiques ou cristallisés) de la Formation d'Autoire et de la Formation de Saint-Géry, à forte porosité et très solubles, ont été affouillis et épierrés par le travail de l'homme. Ils donnent des sols de cailloutis mélangés à des argiles de décalcification, favorables aux plantations de noyers et pruniers ;
- les calcaires micritiques de la base de la Formation de Cajarc et de la Formation de Rocamadour, et les brèches de la Formation de Cras, forment des zones arides aux sols rocailloux (forêt de la Garrigue, cause de Saint-Antoin-Noble-Val) ; seul le fond plat des cloups (dolines) et les calcaires argileux et granulaires du sommet de la Formation de Cajarc possèdent un maigre sol caillouteux permettant quelques cultures.

La couverture végétale est une mosaïque complexe de bois clairs, de landes boisées et de pelouses forestières (Jacob, 1970) formant un ensemble très harmonieux. La végétation arbustive est composée principalement de chênes pubescents auxquels se mêlent le génévrier, l'alisier, le robinier, le cornouillier et l'érable de Montpellier. En fonction de l'exposition ou de la proximité d'une source, des groupes de végétaux d'affinités méditerranéennes et montagnardes peuvent se côtoyer : tel le fragon aux boules rouges et le pistachier térébinthe, faisant le bonheur du botaniste.

La principale ressource sur ces sols arides est l'élevage. Les ovins sont représentés essentiellement par la race Lacaune élevée pour la production fromagère.

Le pays des Serres

Au Sud de Montpezat-de-Quercy, la molasse argileuse, ravinée par des ruisseaux de direction NE-SW (Lembous, Candé et Lère en aval de Monteils), forme un pays très vallonné où les plateaux en interfluves sont quasiment absents. Les sols bruns (boulbènes), superficiels et limono-argileux, sont fertiles et accueillent une agriculture céréalière et fruitière (pêchers, melons, chasselas de Moissac). Les sols argileux peu perméables facilitent la possibilité de création de réservoirs d'eau collinaires pour l'irrigation des cultures.

Le Quercy blanc

Aux environs de Montpezat-de-Quercy, Belfort-du-Quercy et Puy-laroque, les serres sont coiffées par des entablements de calcaires et marnes crayeuses à l'origine de sols calcaires, parfois argileux, plus ou moins

caillouteux (rendzines blanches). Outre les productions agricoles, identiques à celles du pays des Serres, les secteurs présentant un sol caillouteux plus aride sont réservés aux cultures fourragères et à l'élevage (bovins, caprins). Depuis quelques années ce terroir produit un vin de pays de qualité, commercialisé sous l'appellation « Coteaux du Quercy ».

Les vallées et les combes

Un réseau de vallées et de combes, souvent secs ou à écoulements épisodiques, entaille l'ensemble des formations jurassiques de la feuille. Leurs fonds, le plus souvent plats, possèdent des alluvions et les versants sont parfois couverts par des colluvions et des castines (grèzes ; éboulis cryogéniques). Ces dépôts détritiques sont constitués d'éléments issus de l'érosion des formations lithologiques voisines et transportés par les ruisseaux sur de courtes distances.

Lorsque les vallées sont établies dans des calcaires, les alluvions sont composées de galets calcaires mal roulés, souvent plats, emballés dans une matrice argilo-silteuse ; dans les vallons du Limargue, les alluvions nourries par le colluvionnement des argiles et des marnes du Lias supérieur sont plus argileuses. Les sols de ces fonds de vallées et vallons sont généralement limono-argileux avec des lithosols à la base des versants, et souvent hydromorphes et tufacés en aval des sources karstiques.

Le sol des vallées est utilisé pour les cultures céréalières et fourragères ; lorsque l'exposition est convenable, le peuplier, le noyer et les arbres fruitiers sont cultivés ; enfin, les tronçons étroits et peu ensoleillés sont occupés par des prairies naturelles et des bois. Sur les versants, les sols de grèzes (castines), profonds, à l'horizon blanc enrichi en calcaire, à faible pourcentage d'argile (Marchand, 1980), sont généralement très instables et couverts de végétation calcicole (noisetier et buis).

Dans la vallée de l'Aveyron (marge sud-ouest de la feuille) et la vallée de la Lère en aval de Caussade, la fertilité des sols, unie à un climat plus doux et à la présence d'eau dans son sous-sol, en font depuis des temps reculés une région à vocation agricole essentiellement réservée à la culture fruitière et maraîchère. Les sols de la basse plaine, souvent remaniés par les crues, offrent des sols sablo-limoneux profonds, localement caillouteux ; sur les berges, on trouve de remarquables peupleraies. Sur la terrasse, les sols sont argilo-limoneux, plus gras et à l'abri des inondations ; les cultures sont identiques à celles de la basse plaine, auxquelles viennent s'ajouter parfois la vigne. De vastes zones sont aussi consacrées à des cultures fourragères et à l'élevage des bovins.

PHÉNOMÈNES KARSTIQUES

Le karst quaternaire

Du fait de la grande extension des formations carbonatées dans la partie orientale de la feuille, le causse de Limogne méridional est doté d'une morphologie karstique typique. En surface on notera le développement des vallées sèches, localement nommées combes, dessinant un dense réseau de paléodrainage et qui présentent plusieurs degrés d'évolution :

- en aval, les versants souvent rocheux et abrupts associés à un tracé méandrique leur confèrent une allure de canyons (combes de Saint-Symphorien, vallée de la Lère-Morte et de Moullagol) ;
- les parties intermédiaires, moins encaissées mais néanmoins bien marquées, présentent des versants empâtés par les castines (grèzes) ;
- l'extrême amont en est par contre très estompé, car intensément désorganisé par des dolines allongé selon l'axe du talweg (causse de Caylus). Ces dernières, abondantes sur la frange du causse dominant la vallée de la Bonnette et les gorges de l'Aveyron où leur densité peut atteindre 10 au km² dans la région de Caylus, deviennent très rares en direction de l'Ouest. Ces dolines sont le plus souvent peu profondes en regard de leurs circonférences et, hormis celles développées en fond de vallée sèche, elles présentent des contours subcirculaires.

Ce modelé karstique est complété par l'absence d'écoulements superficiels, hormis certains ruissellements temporaires sur les alternances semi-imperméables du Bathonien et la réutilisation ponctuelle des vallées sèches en période de crues. Des ruisseaux plus importants se développent sur les niveaux imperméables liasiques ou tertiaires mais se perdent dès qu'ils rencontrent les assises carbonatées.

L'exploration spéléologique des principaux systèmes karstiques montre que ceux-ci possèdent des développements subhorizontaux importants et que l'essentiel des karstifications fonctionnelles ont un niveau de base commandé par la lithologie et les grandes structures géologiques.

Cette zone karstique peut se diviser en deux unités d'intérêt spéléologique divers :

- au Nord, le *bassin-versant souterrain de la Bonnette* est mal connu sur sa rive droite, pourtant la plus intéressante. Seules quelques relations avec la résurgence de Saint-Géry (feuille Cahors) sont identifiées (pertes du Cros et de Saint-Projet). Le camp militaire de Caylus, peu étudié, est situé sur la zone d'alimentation des grosses émergences de Livron (905-4-1), de la Lère (905-3-1) et du Candé (905-2-2) ; cette dernière alimente en eau potable les

villes de Caussade et Puylaroque. Plus en aval, l'exsurgence vaclusienne de la Gourgue draine une grande partie du causse au Sud-Ouest de Caylus ;
 - la *vallée de l'Aveyron* en aval de Saint-Antonin-Noble-Val est, pour l'heure, le terrain de prédilection des spéléologues. Le tableau 2 présente les principales cavités reconnues.

NOM	COMMUNE	TYPE	PROFONDEUR ET DÉVELOPPEMENT APPROXIMATIF	SYSTÈME KARSTIQUE RÉSURGENCE
Le Capucin	St.-Antonin-N.-V.	Grotte-source	> 1 000 m	La Dame-Blanche
La Dame-Blanche	St.-Antonin-N.-V.	Grotte-source	Explorée sur 4 000 m	La Dame-Blanche
Thouriès	Cazals	Émergence	Plongée sur 1 500 m, - 80 m	Thouriès
Aven Toura	St.-Antonin-N.-V.	Gouffre	Exploré sur 7 000 m, - 140 m	Thouriès
La Gourgue-Bleue	Penne	Émergence	50 m ?	La Gourgue-Bleue
Poulsoguerro	St.-Antonin-N.-V.	Émergence	Explorée 200 m ?	Poulsoguerro
Les Vipères	St.-Antonin-N.-V.	Émergence	Explorée 500 m ?	Résurgence de l'Aveyron

Tableau 2 - Cavités souterraines remarquables dans les gorges de l'Aveyron

Le karst des phosphorites du Quercy

Ce paléokarst exceptionnel se localise au Sud-Ouest du Quercy, principalement sur le causse de Limogne. Ce sont des conduits karstiques qui ont été partiellement vidés de leurs remplissages, pour l'extraction d'argiles phosphatées.

Les remplissages des « poches » à phosphorites sont variés. Un examen d'échantillons recueillis dans une dizaine de sites montre une prédominance de la kaolinite dans les argiles à pisolites (goëthite) du Brétou, alors que le remplissage de Garouillas (feuille Cahors), caractérisé par des illites avec de rares pisolites, est très comparable à la molasse palustre oligocène du « golfe » de Cieurac. La pauvreté de ces sédiments en matériel détritique et la présence de carbonates en proportion importante dans tous les échantillons recueillis, différencient franchement ces sédiments des remplissages rencontrés dans les autres paléokarsts du Quercy.

Sur le territoire couvert par la feuille Caussade, particulièrement dans la grande périphérie nord-ouest, ouest et sud-ouest de Caylus, se trouve le plus grand nombre de poches à phosphate du type de celles qui ont livré au XIX^e siècle les riches faunes de vertébrés des « phosphorites du Quercy ». Ces gisements paléokarstiques, l'historique des recherches, les problèmes liés à l'homogénéité chronologique des récoltes, l'intérêt des faunes dans la

biochronologie mammalienne européenne, sont présentés de façon détaillée dans la notice de la feuille à 1/50 000 Cahors (Astruc et Pélissié, 1988). Cette présentation générale vaut pour les sites de même nature de la feuille Caussade.

La reprise des travaux de terrain dans les années soixante a conduit à la reconnaissance de plus d'une trentaine de localités fossilifères sur la zone considérée, consistant en poches isolées ou groupes de poches (sites proches de Malpérié, Mouillac, Servanac, etc.). Les faunes extraites ponctuellement s'étalent sur un intervalle chronologique allant de l'Éocène moyen à l'Oligocène supérieur, impliquant une durée totale de l'ordre minimal de 22 Ma. Les listes faunistiques et la distribution chronologique des gisements du Quercy sont fournies par J.A. Rémy *et al.* (1987). Pour les gisements étudiés de la feuille Caussade, le tableau 3 donne leur répartition dans les termes de la stratigraphie classique et de la biochronologie mammalienne européenne (niveaux MP) en regard des âges numériques (Legendre et Bachelet, 1993) et de la corrélation magnétostratigraphique des remplissages (Lévêque, 1993).

La faune de Laprade, rapportée au MP14, a fourni la première preuve d'un âge plus ancien que celui présumé classiquement pour l'ancienneté des remplissages phosphatés (Sudre *et al.*, 1990). Une autre faune ancienne particulièrement riche est celle du Brétou (MP16) décrite *in* J.C. Rage (1988). Les autres gisements situés sur la feuille Caussade rentrent dans le cadre stratigraphique classique des phosphorites, du Priabonien (Ludien inférieur) (MP17 : les Pradigues, etc.) jusqu'au Chattien supérieur (MP28-29 : Portai). Dans cet ensemble, ceux du MP25 (Rupélien supérieur), avec les autres sites contemporains connus en Quercy et notamment le Garouillas, font l'objet d'une étude détaillée récente (Bonis, 1995). Un remplissage mis au jour récemment, celui de Coyrou 1-2, documente pour la transition Éocène/Oligocène un stade intermédiaire (MP20-21) où se marque le début du renouvellement faunique de la « Grande coupure », notamment par la présence de l'érinacéidé *Tetracus nanus* dans un contexte de l'Éocène terminal (Legendre *et al.*, 1995).

Des dents de rongeurs appartenant aux espèces *Adelomyarion vireti* et *Rhodanomys transiens*, récemment obtenues dans les calcaires à *Wenzia* (= *Helix ramondi* de la Salle (Ouest de Caylus), indiquent l'âge oligocène terminal (MP30, Chattien terminal) de la couverture lacustre qui scelle les dépôts paléokarstiques phosphatés du Quercy (Sigé *et al.*, 1995). Dans la même zone, le fonctionnement polyphasé du karst ancien est mis en évidence par la découverte d'un vestige d'âge pléistocène supérieur, *Panthera spelaea*, dans un remaniement tardif (Astruc *et al.*, 1994).

GISEMENTS	MP	ÂGE Ma	CHRONS	STRATIGRAPHIE			
LA SALLE	30	23,0	6c	OLIGOCÈNE	CHATTIEN		
PORTAL PECH DESSE	29	25,7	7				
	28	25,3	7a				
LA DEVÈZE; GÈNEBRIÈRES 1-2	27	27,5	8				
	26		9				
PHALIP; RIGAL-JOUET; BELGARRIC PÉCOFI; L'ESCOUFLE	25	28,7	10			RUPÉLIEN	
	24	11					
ROQUEBRUNE 1-4; ITARDIES; PENDARE; LA NAUZE 2; MEGE; RAYNAL; ROUSSELOU	23	30,9	12				
	22	32,1					
RAVET "Grande coupure" COYROU 1-2 TABARLY	21	33,2	13		ÉOCÈNE		PRIABONIEN
	20	34,3	15				
PALEMBERT; GOUSNAT PERRIÈRE; MALPERIE; LES PRADIGUES	19	35,5	16				
	18	36,6	16				
TUFAL; CÉLARIE-OCRE LES CLAPIES	17	37,8	17	BARTONIEN			
	16	40,0	18				
LE BRÉTOU	15						
LAPRADE	14						

Tableau 3 - Les gisements à mammifères paléogènes de la feuille Caussade

RESSOURCES ENEAU

Les ressources des aquifères sont conditionnées par les facteurs principaux suivants : la pluie efficace (quantité d'eau de pluie qui ruisselle et s'infiltré dans le sol), les conditions d'alimentation aux limites de l'aquifère (relations avec les cours d'eau, avec d'autres aquifères), la porosité et la perméabilité, la fracturation des calcaires, la solubilité des roches carbonatées (karstification), la structure des corps sédimentaires, l'évolution géomorphologique des aires d'affleurement.

Dans le cadre de la feuille, ces facteurs déterminent deux catégories de réservoirs correspondant à des ensembles lithologiques. On distingue ainsi ;
—des réservoirs souvent profonds, à porosité de fissures et de chenaux karstiques, dans les calcaires : Lias inférieur, Jurassique moyen et supérieur ;
- des réservoirs à porosité d'interstices dans les alluvions récentes des vallées de l'Aveyron et des vallées secondaires, et quelques petits réservoirs localisés dans les calcaires crayeux oligocènes.

Ces aquifères ont fait l'objet d'une description détaillée dans le cadre de l'évaluation des ressources hydrauliques du département du Lot (Soulé, 1976).

Toutes les sources principales sont alimentées par les réservoirs à porosité de fissures et de chenaux karstiques dans lesquels l'eau transite sans aucune filtration. Bien au contraire, tout le long de son cheminement souterrain, elle collecte, par les fissures des terrains calcaires, toutes les pollutions liées à l'activité humaine (assainissement, décharges domestiques et industrielles, urbanisation, épandages agricoles, etc.). Cette constatation nécessite d'observer la plus grande vigilance dans l'application des réglementations visant à la conservation ou à l'amélioration de la qualité de eau, sur les aménagements existants et projetés sur le bassin-versant des sources captées pour l'alimentation en eau potable.

Aquifère du Lias inférieur

Au-dessus des formations détritiques ou argileuses de la base (Hettangien basal ou Trias supérieur ?) qui constituent un mur imperméable, les dépôts carbonatés de l'Hettangien, du Sinémurien et du Pliensbachien inférieur, constituent un réservoir aquifère à porosité de fissures et de chenaux karstiques. Cet aquifère n'affleure que dans la vallée de l'Aveyron en amont de Saint-Antonin-Noble-Val. La source minérale, aux eaux sulfatées-sodiques et magnésiennes, de Saleih (905-8-26) est l'exutoire d'un réservoir aquifère semi-captif établi dans les dolomies et les calcaires de l'Hettangien et du Sinémurien. En direction de l'Ouest, cet aquifère s'enfonce assez rapidement sous le Lias moyen et supérieur argilo-marneux, pour constituer un

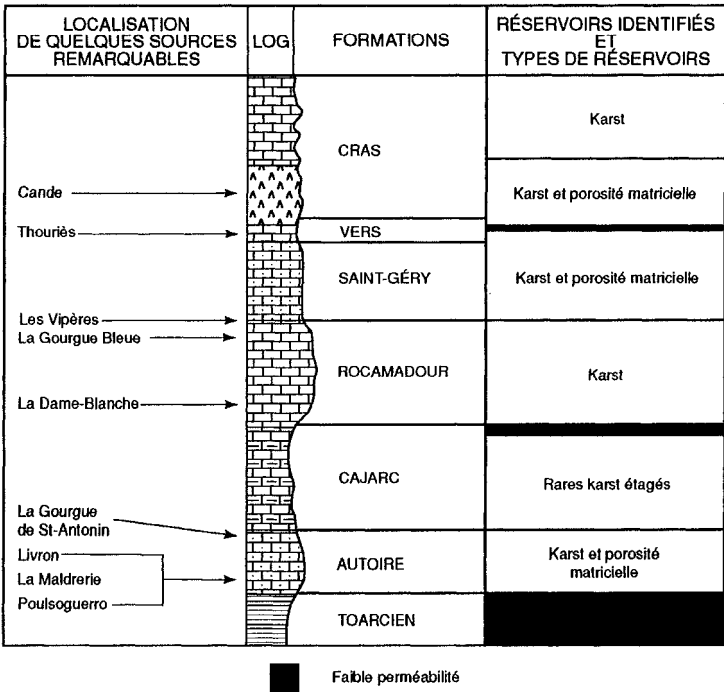


Fig. 20 - Hydrogéologie du jurassique moyen-supérieur

aquifère captif. Ces eaux se minéralisent au contact des évaporites de l'Hettangien et remontent vers la surface par des failles.

Il existe également, au sein des formations marneuses du Lias supérieur, un aquifère karstique dans le Pliensbachien supérieur calcaire, vidangé par des sources d'un débit d'étiage généralement inférieur à 1 litre/seconde.

Aquifère du Jurassique moyen-supérieur

Sur le causse de Limogne, le Jurassique moyen et supérieur renferme un aquifère karstique multicouche (fig. 20), scindé en trois par la matrice argilo-marneuse des brèches à cailloux noirs de Vers et les faciès argileux localisés au droit de la discontinuité D17 séparant les formations de Cajarc et Rocamadour. Il est limité au mur par les marnes toarciennes et au toit par les marno-calcaires kimméridgiens (Formation de Francoulès) représentés essentiellement sur la feuille Cahors. Des drainances intercouches peuvent localement se produire à la faveur de la fracturation ou de la réduction d'épaisseur des faciès argilo-marneux.

Les séries sédimentaires correspondantes, très épaisses, affleurent largement (feuilles Brive, Souillac, Gramat, Saint-Céré, Lacapelle-Marival, Saint-Géry, Figeac et Cahors) où elles forment les causses du Quercy. À partir d'une zone d'alimentation localisée à l'Est du méridien de Cahors, ce réservoir s'enfonce progressivement vers le Nord-Ouest sous les séries argilo-marneuses jurassico-crétacées et tertiaires de son toit, pour constituer un aquifère captif exploité par forages dans l'Agenais (80 km à l'Ouest). La source Bleue de Soturac-Touzac (feuille Fumel) et la fontaine des Chartreux à Cahors, qui possèdent chacune des débits d'étiages supérieurs au mètre cube par seconde, sont des exutoires locaux de ce réservoir.

Sur le territoire de la feuille Caussade, on peut faire les distinctions suivantes :

- les calcaires et les brèches de la Formation de Cras, formant le réservoir supérieur, affleurent seulement au cœur du synclinal de la forêt de la Garrigue-Astruc ; on y rencontre seulement quelques sources de faible débit (< 1 l/s). La source de Candé, qui jaillit dans les brèches de Cras à proximité de Puylaroque (débit d'étiage > 100 l/s), doit drainer également le réservoir sous-jacent ;
- les sources Thouriès (débit d'étiage : 60 l/s), la Dame-Blanche, de la Gourgue Bleue et des Vipères drainent les calcaires des formations de Saint-Géry et Rocamadour (réservoir intermédiaire) ; elles pourraient avoir, comme niveau de base, les faciès argileux de la discontinuité D17 ;

- les émergences de la Gourgue de Saint-Antonin (débit d'étiage : 60 l/s), de Livron (débit d'étiage : 50 l/s), sont issues du réservoir inférieur (formations d'Autoire et de Cajarc).

Aquifère de l'Oligocène supérieur

La base des calcaires lacustres de l'Oligocène supérieur, associée parfois à des lentilles sableuses ou gréseuses sous-jacentes, forme un réservoir perché sur les marnes rupéliennes. La plupart des sources ont un débit d'étiage inférieur à 1 l/s ; elles ne représentent qu'une faible ressource aquifère, utilisée seulement pour l'alimentation individuelle de petites exploitations agricoles ou de résidences secondaires.

Aquifère des alluvions de la basse plaine de l'Aveyron et de la Lère et de la basse terrasse de l'Aveyron

Les alluvions de la basse plaine de la vallée de l'Aveyron aux environs de Réalville constituent un important réservoir aquifère. Cette nappe est exploitée par de nombreux puits pouvant atteindre des débits d'exploitation supérieurs à 50 m³/h.

Les alluvions de la basse plaine de la vallée de la Lère en aval de Monteils constituent un réservoir aquifère subordonné à la rivière. Cette nappe est exploitée par des puits pouvant atteindre des débits d'exploitation de 10 à 20 m³/h.

Les alluvions de la basse terrasse de l'Aveyron peuvent être localement aquifères. Cette nappe est exploitée par des puits pouvant atteindre des débits d'exploitation de 30 à 40 m³/h (Martel, 905-5-13).

Ces caractéristiques ponctuelles ne sont pas nécessairement représentatives de toutes les alluvions de la basse plaine et de la basse terrasse de l'Aveyron et de la Lère : on connaît, en effet, des variations locales très importantes de la perméabilité, dues à l'hétérogénéité des sédiments fluviaux, qui peuvent parfois être entièrement colmatés par des limons.

Aquifère des alluvions des vallées secondaires

Ces alluvions constituent un réservoir médiocre : de composition argilo-limoneuse, elles sont très peu perméables. Dans certaines vallées, quelques accumulations locales de cailloutis calcaires forment des aquifères exploitables pour des besoins locaux. Dans ce cas, des puits ou des excavations qui ajoutent une réserve d'eau à la productivité de l'ouvrage, permettent des débits d'exploitation suffisants pour l'irrigation des cultures.

SUBSTANCES UTILES

Calcaires

On désigne par le terme de calcaire, une roche, d'origine sédimentaire, qui renferme au moins 50 % de carbonate de calcium, le plus souvent sous forme de calcite.

C'est sur la base de critères essentiellement géotechniques que l'on différencie, dans la région, des calcaires durs et des calcaires semi-durs : on admet que les calcaires durs correspondent à des formations géologiques du Primaire et du Secondaire et les calcaires semi-durs à des formations du Tertiaire. Sur la feuille Caussade, on note une dizaine de carrières exploitant les calcaires durs du Secondaire à usage de granulats, essentiellement pour la viabilité.

Pour les principales carrières de granulats, qui se situent toutes en bordure ouest du gisement, ce sont des calcaires, fins, en gros bancs, en général horizontaux et réguliers. On note des zones faillées et karstifiées dans les fronts de taille. Les épaisseurs exploitées sont comprises entre 10 et 20 m, parfois plus. Les duretés correspondent à un Los-Angeles de 16 et un Micro-Deval de 13 (valeurs d'archives), ce qui indique un bon calcaire utilisable en bâtiment et en viabilité.

On a distingué plusieurs unités qui présentent un inégal intérêt pour l'extraction des granulats. Ces différentes unités sont décrites ci-après. Elles correspondent à des ensembles regroupant parfois deux à trois lithofaciés représentés par des formations ou des membres.

- Les calcaires bioclastiques de la **Formation de la « barre à Pecten »** ont été exploités anciennement dans la vallée de la Bonnette (Cas).
- La **Formation d'Autoire** est représentée essentiellement par des calcaires oolitiques massifs. Vers le sommet, elle présente des calcaires micritiques en bancs et des dolomies bréchiques. Autrefois, au voisinage de Saint-Antonin-Noble-Val, de nombreuses carrières exploitaient les calcaires dolomitiques en bancs de la partie supérieure. Ces calcaires dolomitiques étaient utilisés comme pierre de parement.
- La **Formation de Rocamadour** est représentée par des calcaires micritiques en gros bancs (plurimétriques), compacts, gris clair, formant les hautes falaises des gorges de l'Aveyron au voisinage du cirque de Bône et en aval de Cazals. Ce niveau économiquement intéressant est actuellement exploité à Malpérié au Sud-Ouest de Caylus et à la base de la carrière de Bourdelle sur la commune Montricoux.

- **La Formation de Saint-Géry** est caractérisée par des calcaires oolitiques massifs, blancs à beige clair, formant un corps rocheux épais de 90 m, très homogène sur l'ensemble du causse. On a noté deux carrières de granulats en activité dans cette formation, à Monteils et au sommet de la carrière de Bourdelle (commune Montricoux).

- **La Formation de Vers**, représentée par une trentaine de mètres de calcaires micritiques blancs à gris clair, en bancs épais et en plaquettes gélives, est exploitée pour les granulats dans la vallée de Lemboulas (commune de Montpezat-du-Quercy).

- **La Formation de Cras** est composée de deux ensembles lithologiques contrastés :

- à la base, ce sont des brèches dures, qui forment des falaises dominant la vallée de l'Aveyron à Cazals (épaisseur moyenne 50 m), et qui sont exploitées à Monteils et à Montalzat (carrière des Falguettes) pour les granulats ;

- au sommet, ce sont des calcaires micritiques gris clair, en dalles décimétriques, activement exploités autrefois autour de Septfond pour la construction (épaisseur moyenne 50 m).

Grèzes

Les grèzes (appelées localement castines) qui forment des accumulations importantes aux pieds des versants, abondent dans toutes les vallées ; leur distribution ne permet pas de les cartographier dans le cadre des levés à 1/50 000. Ces éboulis cryoclastiques, qui sont activement exploités sur tout le territoire de la feuille, ne constituent qu'un matériau médiocre réservé à l'empierrement des chemins.

Sables

Les aliuvions de la vallée de l'Aveyron ont été exploitées par dragage dans la rivière, mais des problèmes d'environnement ont conduit à abandonner ce mode d'exploitation.

Argiles

Les argiles de la molasse tertiaire ont été exploitées pour la fabrication de tuiles et de briques.

Fer

Le minerai de fer a été exploité dans la forêt de la Garrigue et à Cazals. Il été acheminé aux fonderies de Bruniquel pour la fabrication de rails pour le chemin de fer. Ces ferruginisations, représentées souvent par des pisolites de

goethite, ont imprégné les altérites remaniées formant le remplissage de poches paléokarstiques.

RISQUES NATURELS

Sismicité

Cette région a une activité sismique faible à modérée. Toutefois, dans la période historique (Vogt *et al.*, 1979) on note quelques tremblements de terre importants (1302, 1335, 1490, 1660, 1873, 1923) ; l'intensité de ces séismes, souvent mal observée, a été estimée de V à VIII de l'échelle MSK⁷.

Mouvements de terrain

Les *glissements de terrain et les coulées boueuses* sont généralement localisés dans les secteurs possédant un substratum argileux et un relief présentant des pentes supérieures à 10 %. Dans le Terrefort (vallées de la Bonnette et de l'Aveyron), le versant des vallées entaillant les marnes et argiles du Lias supérieur (Pliensbachien et Toarcien) montrent généralement une grande instabilité : les glissements sont très nombreux particulièrement au voisinage de Saint-Antonin-Noble-Val et de Caylus.

Des *laves torrentielles* peuvent se former dans certains vallons et sur des portions de versants très ravinées, les boues de solifluxion peuvent entraîner alors des matériaux divers (grèzes, végétaux, etc.). Ce type de mouvement, souvent rapide, peut être dévastateur ; un glissement de ce genre s'est produit à Font-Froide (2 km au Sud-Est de Caylus).

Les *éboulements en masse*, plus rares, se produisent dans les zones de plus grandes pentes et à proximité des grands cours d'eau ; ils sont souvent associés aux érosions de berges et à la présence de terrains argileux en pied de falaise. Des éboulements rocheux, parfois importants (roc d'Anglars, Saint-Pierre-Livron, etc.) menacent les habitations. Les voies de communication et les habitations installées dans les gorges de l'Aveyron, dominées par des falaises en surplomb, sont exposées aux chutes de pierres et de blocs rocheux. Un examen périodique par un géotechnicien serait souhaitable.

Les *érosions de berges* affectent généralement un talus abrupt (colline) formant la rive concave d'un méandre. Nous en avons observé dans la vallée de l'Aveyron à Mirabel (roc d'Esquéjouis).

Les **dolines*, nombreuses à proximité de la vallée de la Bonnette et des gorges de l'Aveyron, possèdent un remplissage argilo-sableux particulière-

⁷ Echelle définie par Medvedev, Sponheuer et Karnik, qui comporte 12 degrés.

ment instable ; à la suite de fortes précipitations, celui-ci peut être en partie soutiré par des cavités karstiques sous-jacentes.

Inondations

Les ruisseaux du bassin de la Lère, Lemboulas et de la Bonnette, sont sujet à des crues importantes, ils divaguent sur toute l'étendue plate en fond de vallée. Ce phénomène, bien connu des riverains, est démontré par l'examen comparé de cartes topographiques et de photographies aériennes effectuées à quelques années d'intervalles.

Dans la basse plaine de l'Aveyron et de la Lère, ont été cartographiés des talus peu élevés (2 m), discontinus, qui limitent une zone basse fréquemment inondée (pluri-annuelle) d'un palier où les inondations sont moins fréquentes.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Pour le territoire que délimite la carte, l'état actuel des prospections et des fouilles archéologiques conditionne l'esquisse des grandes étapes de l'occupation humaine. Excepté la période romaine, il en résulte un peuplement diffus dont le déroulement est souvent interrompu, ce qui ne correspond pas à la réalité certainement plus riche et diversifiée, comme le démontrent quelques découvertes récentes sur le tracé de l'autoroute Montauban-Cahors.

Préhistoire paléolithique

La vallée de la Lère, les coteaux molassiques des environs de Caussade (qui doivent beaucoup aux prospections de J. Neveu, reprises et publiées par F. Le Brun), dans une moindre mesure les plateaux calcaires du causse et bien entendu la vallée de l'Aveyron en aval de Saint-Antonin-Noble-Val, sont riches en gisements paléolithiques. Ils sont d'inégale valeur documentaire (stations de surface, gisements de plein air, séquences piégées dans des karsts, abris-sous-roche) mais livrent un panorama assez complet du peuplement pléistocène.

Paléolithique ancien (> 250 ka)

La zone circonscrite dans le triangle formé des vallées de la Lère, de l'Aveyron et, à l'Est, de la bordure jurassique, a livré près d'une vingtaine de petites stations attribuables à l'Acheuléen ou des faciès assimilés.

Une série, Cloutets à Monteils, représentant apparemment une phase ancienne de l'Acheuléen, se démarque : elle est composée d'outils ou nucléus en quartz ou quartzites très éolisés, à patine rousse rappelant l'« Acheuléen moyen archaïque » du Tarn (Le Brun, 1989).

Les autres séries sont concentrées au Sud de Caussade (Flamens, Las-Croses, Gamare) mais également le long du contact Secondaire/Tertiaire aux confins des communes de Caussade, Monteils, Saint-Cirq et Septfonds. Quelques-unes, moins denses, sont situées sur des hauts niveaux de la Lère (Larsou) ou du Candé. Les outillages sont composés de quartz et quartzites éolisés dominés par les outils nucléiformes (choppers, chopping-tools), uni- et bifaciaux, parfois réalisés sur des quartzites pyrénéens importés des alluvions de la Garonne (Le Brun, *ibid.*). Ces séries s'intègrent parfaitement dans le vaste complexe acheuléen des bassins du Tarn et de la Garonne (Jaubert et Servelle, 1991 ; Tavoso, 1986).

Le causse dominant les gorges de l'Aveyron, plus précisément la station du lac du Loup (Cazals), a également fourni quelques pièces d'aspect ancien : bifaces en quartz, choppers en quartz et quartzite associés à une série de silex patinés comprenant des produits Levallois (Jaubert, 1984 ; Maulde et Méroc, 1952 ; Méroc, 1959). Toujours à Cazals, mais dans la vallée cette fois, des pièces isolées ont été récoltées entre 140 et 160 m au-dessus de l'Aveyron (Méroc, 1959). Enfin, sur la rive gauche, un épandage fluviatile localisé à Brousse entre les cotes + 125 et + 190 a livré plusieurs galets de quartz taillés, apparemment des nucléus unifaciaux (Méroc, *ibid.*).

Une désobstruction réalisée par la Société spéléo-archéologique de Caussade dans l'igüe des Rameaux (Saint-Antonin) a provoqué la découverte d'un important gisement paléontologique et paléolithique (Rouzaud et *al.*, 1990). La cavité qui s'ouvre à 180 m au-dessus des gorges de l'Aveyron, sur sa rive droite, recèle dans une galerie sinueuse des éléments de remplissages fossilifères épargnés par l'érosion. La stratigraphie est complexe du fait du nombre des événements liés à la dynamique endokarstique rythmée par des périodes de sédimentation chimique (spéléotèmes) ou détritique (argiles, éboulis,...) et de déblaiement (soutirages, vidanges, incision,...). La faune des Rameaux présente une association tempérée caractéristique du Pléistocène moyen, plus précisément celle connue à la fin de l'interglaciaire « Mindel-Riss » : *Canis lupus*, *Vulpes* sp., *Ursus arctos*, *Crocuta spelæa*, *Hyaena prisca*, *Lynx* sp., *Equus mosbachensis*, *Cælononta antiquitatis*, *Elephas antiquus*, *Hemitragus*, *Bos* sp. et surtout un cervidé précieux indicateur biostratigraphique : *Euctenoceros mediterraneus*. À cette faune piégée naturellement ou résultant d'une activité des grands carnivores, était associée une centaine d'artefacts : nucléus, outils (choppers), éclats et fragments de quartz indubitablement taillés ou percutés. Le problème de leur

relation avec le stock faunique, peut-être fortuite, pose cependant la question du charognage qu'aurait pu pratiqué les *Homo sapiens* archaïques vers 300 ou 400 000 ans.

Paléolithique moyen (env. 250 à 35 ka)

Pour le Paléolithique moyen, il semble que plusieurs indices puissent être cités pour des communes septentrionales du bas Quercy : Belfort-du-Quercy, Lapenche, Montalzat, mais c'est encore les coteaux du Caussadais qui ont livré la documentation la plus importante. Presque toutes les stations sont situées en rive gauche de la Lère : Cloutets et Couaillou (Monteils), Merguet (Saint-Cirq), Gasquet (Septfonds),... Les inventaires publiés (Le Brun, 1989) mentionnent indifféremment des associations de produits Levallois (nucléus, éclats, outils retouchés), de petits bifaces d'allure moustérienne et même quelques outils à retouche Quina. Comme dans la vallée du Tarn voisine (Tavoso, 1986), il semblerait que le faciès dit « Moustérien de tradition acheuléenne » domine. Les matières premières sont toujours le quartz et le quartzite mais l'emploi de silex tertiaires locaux se généralise.

Paléolithique supérieur (35 à 10 ka)

Les quelques éléments recueillis hors contexte stratigraphique pour le Paléolithique supérieur ancien (Aurignacien, Gravettien) ou récent (Badegoulien, Magdalénien) ne sont guère nombreux mais indiquent un changement de stratégies économiques : l'apport de nouveaux matériaux siliceux de meilleure qualité comme les silex du Bergeracois, du Fumélois et des ateliers du Verdier dans le Tarn (Le Brun, 1989). Cela conforte le schéma désormais admis pour l'Europe occidentale d'une rupture entre le « substrat » néandertalien et l'arrivée des premiers *Homo sapiens sapiens* coïncidant avec l'Aurignacien, attesté ici par une seule série lithique trouvée dans la vallée de la Lère en amont de Monteils. Le Gravettien est encore plus rare et le Solutréen n'est à ce jour pas encore connu.

Avec les cultures contemporaines du Tardiglaciaire (Magdalénien moyen et supérieur : 15 000-11 000 B.P.), la région, notamment les versants abrités des gorges de l'Aveyron, connaît une poussée démographique remarquable.

Face au confluent de la Bonnette avec l'Aveyron, l'abri de Fontalès à Saint-Antonin-Noble-Val s'ouvre aux dépens du puissant entablement calcaire du causse d'Anglars. Identifié par V. Brun, il a reçu la visite de nombreux préhistoriens mais c'est aux travaux de P. Darasse que l'on doit l'essentiel de la documentation, exceptionnelle pour la richesse de son mobilier du Magdalénien supérieur (Darasse et Guffroy 1960 ; Ladier et Welté, 1994 ; Pajot, 1969). La stratigraphie, fortement anthropisée (niveaux noirs charbonneux, sols ocrés) et l'étonnante abondance des vestiges, indiquent une intense

fréquentation du site : 12 000 lames et lamelles, plus de 5 000 outils en silex, près de 250 harpons en bois de renne ou en os (unilatéraux et bilatéraux), plus de 500 sagaies, 250 aiguilles à chas, une quinzaine de bâtons percés, une cinquantaine d'éléments de parure (fossiles, coquilles, dents percés, pendeloques et perles diverses) et un nombre impressionnant de plaquettes gravées. La faune est abondante et bien conservée, dominée par le renne suivi du cheval et, dans des proportions moindres, du bouquetin, du cerf élaphe, du chamois et quelques carnivores (loup, ours, renard). L'avifaune est également présente (*Lagopus mutus*, *Nyctea scandiaca*,...), de même l'ichtyofaune dominée par les salmonidés ou encore les rongeurs (*Lepus timidus*, *Arvicola sapidus*, *Microtus arvalis*, *Lemmus lemmus*). J. Bouchud et C. Mourer-Chauviré en ont déduit un environnement périglaciaire dominé par des espèces arctiques ou arctico-alpines, dénotant un climat rigoureux que l'on peut rapporter à un épisode froid et sec, très certainement le Dryas II aux alentours de 12 000 B.P. L'étude de plusieurs catégories de vestiges, notamment la parure et l'art mobilier, indique que ces groupes de chasseurs de Fontalès entretenaient des relations avec les littoraux méditerranéen et atlantique, mais également avec le monde pyrénéen.

Paléolithique final, Épipaléolithique et Mésolithique (12 à 7 ka)

Cette période était jusqu'à présent mal connue (quelques indices d'Aziilien ont pu être mentionnés pour Fontalès) jusqu'à la découverte d'un gisement de plein air fouillé à l'occasion des travaux de l'autoroute A 20 : le camp de Jouannet à Cayrac (Marlière, 1996), situé près du confluent de la Lère et de l'Aveyron. Les artisans préhistoriques ont occupé un affleurement alluvial de l'Aveyron au niveau de la basse plaine, circonscrit par une levée de grave, profitant ainsi d'une source en matière première intéressante, cette rivière charriant un silex tertiaire cénozoïque propre à la taille. Il y a cependant quelques silex d'importation du Fumélois et du Sénonien (Périgord). L'étude technologique de la série indique la coexistence de plusieurs chaînes opératoires (à éclats, laminaire, lamellaire) mais l'outillage est largement dominé par les éléments d'armatures à dos (75 %), de dimension souvent microlithique. En l'absence de datations radiométriques, l'interprétation chronoculturelle est difficile, les uns y voyant un faciès terminal du Magdalénien, les autres un faciès de plein air, lié par exemple à une activité spécialisée, d'un Mésolithique ancien encore inédit, donc plus tardif. La datation proposée par les auteurs (Marlière, *ibid.*) serait la phase de transition Épipaléolithique/Mésolithique centrée sur le début du dixième millénaire B.P. (vers 8 000 avant J.C.).

Le Mésolithique sous son faciès à géométriques (Sauveterien monclusien) n'est en revanche pas attesté dans l'aire de la feuille Caussade.

Protohistoire

Néolithique, âge du cuivre et âge du bronze

L'émergence d'un nouveau genre de vie, fondé sur l'économie agropastorale, qui se substitue progressivement aux activités prédatrices antérieures, caractérise le Néolithique dont les phases anciennes, entre 6 000 et 3 500 avant notre ère, ne sont pas attestées pour l'instant malgré la proximité du site chasséen de la perte du Gros (Saillac, Lot). Les dolmens et les grottes funéraires sont la principale source documentaire pour la période qui s'étend de la fin du Néolithique au début de l'âge du bronze, entre 3 200 et 1 800 avant notre ère, même s'il existe quelques habitats de surface contemporains à la périphérie des plateaux et dans les dépressions fertiles du causse, où l'on récolte encore quelques haches en pierre polie, voire en cuivre, et divers objets en silex, notamment des grattoirs et des flèches.

On dénombre un peu plus de 70 dolmens, répartis dans la zone caussenarde sur les terrains du Jurassique moyen et supérieur, dont plus de la moitié sur les communes de Saint-Antonin et de Septfonds. Le dolmen de Taillebarte à Montpezat-de-Quercy, érigé sur des calcaires tertiaires, fait exception. Ces monuments funéraires, qui pouvaient contenir les restes d'un grand nombre d'individus, avec cependant une sous-représentation infantile, sont les plus vieilles constructions en pierre de la région. Leur apogée coïncide avec l'âge du cuivre, lorsque s'épanouit localement la culture arténacienne, mais ils servent encore au début de l'âge du bronze. Quelques-uns sont ensuite réutilisés occasionnellement, mais leur construction est alors définitivement abandonnée.

Ils sont bâtis avec des calcaires locaux en dalles, prélevés sur des affleurements naturels ou dans des carrières, généralement au détriment de l'horizon géologique du lieu d'implantation. Ainsi, les plus fortes concentrations dolméniques sont en relation avec les formations riches en bancs calcaires, comme les secteurs de Laveyrie et de Laussier à Saint-Antonin-Noble-Val, ceux de Finelle et de Bartalbenque à Septfonds et celui du Frau à Cazals. Toutefois, lorsque l'environnement en est dépourvu, les matériaux adéquats peuvent avoir été apportés de l'extérieur sur des distances parfois considérables, comme on l'observe pour quelques dolmens de Saint-Antonin-Noble-Val et pour celui de Taillebarte.

Lorsque ces monuments n'ont pas trop souffert des injures du temps et des hommes, ils comportent deux structures complémentaires : une chambre funéraire mégalithique, à entrée axiale ou latérale, et un tumulus en pierres sèches, parementé sur les côtés, à caractère monumental et souvent ostentatoire lorsque sa longueur est démesurée, comme c'est le cas pour le pech de Montgrès à Penne, où se trouve le plus grand tumulus dolménique connu actuellement en Quercy (28 x 8,50 m).

Habituellement, trois dalles dressées, souvent plantées dans des excavations de fondation creusées dans le substrat, déterminent le plan rectangulaire de l'unique chambre funéraire : deux en longueur et une en largeur, celle-ci engagée entre les deux précédentes. L'entrée, pourvue d'une fermeture amovible, dalle ou muret, regarde habituellement le soleil levant et débouche de plain-pied sur la façade du tumulus. Une autre dalle posée à plat sert de couverture. Cette description idéale comporte néanmoins des variantes ; la plus notable concerne l'aménagement de l'entrée du caveau, dont les montants peuvent être prolongés par une structure différenciée, de type monolithique, parementé ou mixte.

De nos jours, le tumulus primitif est toujours ruiné et plus ou moins arasé. Il disparaît sous l'amoncellement de ses matériaux éboulés, altérés par l'érosion. Lorsqu'il n'a pas été modifié par l'intervention de l'homme, cet amoncellement, qui enveloppe la chambre, décrit une figure trapue ou allongée selon la configuration initiale du tumulus, dont les fouilles seules peuvent révéler la forme exacte, habituellement rectangulaire ou trapézoïdale et rarement circulaire.

Quelques sites, comme celui du Pech à Saint-Antonin-Noble-Val, aujourd'hui restauré, réunissent dans un même ensemble funéraire deux chambres successives et les tumulus correspondants, la chambre et le tumulus primaires étant emboîtés dans le tumulus secondaire. Ce type d'extension architecturale permet de corriger les insuffisances du monument initial, trop exigü, saturé ou ruiné. Une telle démarche, qui assure la continuité du culte des morts en un même lieu, suggère que les utilisateurs de ces monuments évolutifs pouvaient appartenir au même groupe ou à la même famille.

La qualité et la quantité des mobiliers varient considérablement d'un dolmen à l'autre. La parure, dont les matériaux et les types sont extrêmement diversifiés, est prépondérante et évolue au gré des modes. Au niveau de l'outillage lithique, la diversité des matières premières employées ainsi que les nuances morphologiques et techniques observées, essentiellement au sein de l'ensemble des flèches et des poignards, montrent la multiplicité des relations qui ont pu exister avec les régions proches ou lointaines. Le travail de l'os, en revanche, n'est guère représenté. L'essor de la métallurgie du cuivre a probablement bénéficié de la proximité de minerais adéquats au voisinage de la faille de Villefranche-de-Rouergue. Les objets en bronze sont rarissimes. S'agissant de la céramique, il n'y a pas d'horizon campaniforme indépendant, tout au plus quelques importations qui n'affectent pas les productions autochtones, échelonnées entre le Crosien, Néolithique récent local, et le début de l'âge du bronze avec une nette prédominance de poteries attribuables à l'Artenacien.

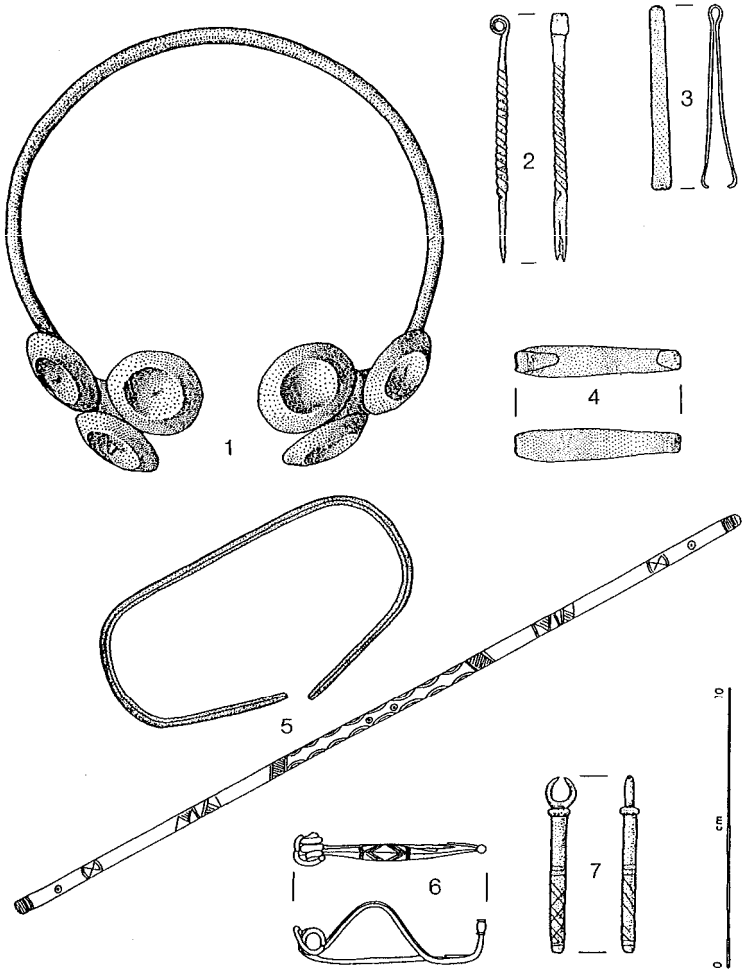
Quelques grottes funéraires, notamment dans la vallée de la Bonnette, sont utilisées conjointement avec les dolmens, comme celle du Four à Caylus, où l'on remarque une belle série d'objets en cuivre, que l'on peut dater de l'Artenacien ; de même la grotte de Nougairède, où ont été récoltés quelques éléments de parure en test et en os, une épingle en cuivre et plusieurs vases du Bronze ancien ; ou encore celle de Fustié sur la commune de Caylus, d'où proviennent, à la charnière des âges du cuivre et du bronze, une perle en cuivre et un os humain percé d'une flèche en silex. Ce même gisement, qui permet de faire la transition avec les époques suivantes, a livré, en contexte remanié, une flèche en os et un fond de vase polypode du Bronze moyen (entre 1 500 et 1 200 avant notre ère) ainsi que plusieurs tessons du Bronze final (entre 1 200 et 750 avant notre ère), décorés de méandres ou de cannelures.

Les autres objets de l'âge du bronze connus à ce jour se réduisent à peu de choses et sont éparpillés en divers points : pointe de hallebarde du camp des Espagots à Caylus (Bronze ancien) ; anneau-spirale du tumulus 2 de la ferme du Frau à Cazals (Bronze moyen) ; épingle à tête évasée de la grotte de Bernadou, toujours à Cazals, et tessons de la rivière souterraine du Bosc à Saint-Antonin-Noble-Val (Bronze final).

Âge du fer

Les nécropoles détectées récemment aux environs de Réalville sur le tracé de l'autoroute Montauban-Cahors apporteront, lorsque leur étude sera terminée, de précieuses indications sur la fréquentation de la basse vallée de l'Aveyron aux âges du bronze et du fer. Il en sera de même pour les espaces incultes du causse, lorsqu'auront été fouillées les nombreuses éminences en calotte sphérique qui dénotent des sépultures sous tumulus à inhumation ou à incinération, difficilement datables en l'état actuel des recherches.

Pour le premier âge du fer, entre 750 et 450 avant notre ère, le site de référence est la nécropole du Frau de Cazals. Située sur les plateaux calcaires qui dominent la rive droite de l'Aveyron, cette nécropole, entièrement fouillée, regroupait sur deux hectares environ 65 tumulus à incinération de la seconde moitié du 6^e siècle avant notre ère. Son origine s'explique par la présence d'une communauté paysanne sédentaire, dont les activités agricoles et surtout pastorales n'excluent pas l'exploitation éventuelle des ressources locales en minerai de fer. L'implantation topographique des tumulus a révélé plusieurs ensembles funéraires, d'origine probablement familiale. Les dépôts funéraires individuels étaient rangés sur un soi préalablement décapé et enfouis sous une couche de terre surmontée d'un tumulus en pierres sèches, parementé et circulaire. Lorsqu'il y avait plusieurs sépultures dans un même tumulus, celles-ci étaient contenues par des structures distinctes et on a pu établir l'ordre de succession, leur multiplication, généralement limitée à trois unités, ayant été effectuée par adossement ou inclusion.



Objet divers en bronze sauf le n° 4 en fer, 1 : torque ; 2 : scalptorium ; 3 : pince ; 4 : agrafe de ceinture ; 5 : bracelet et son décor déroulé ; 6 : fibule ; 7 : pendeloque (dessin M. C. Roux)

Fig. 21 - Mobilier de la nécropole du Frau

Systématique, la crémation se déroulait à l'extérieur du tumulus et les cendres étaient rapportées. Les résidus prélevés à l'emplacement du bûcher, soigneusement triés, reposaient parfois dans une urne surmontée d'un plat ou d'une dalle calcaire. Les objets métalliques pouvaient être brûlés avec le cadavre, en partie ou en totalité. Ceux que l'on avait soustraits aux flammes, souvent brisés intentionnellement, étaient disposés avec la céramique à côté des cendres du défunt. Il était d'usage enfin de mettre dans les tombes des offrandes alimentaires symboliques, comme des dents de divers animaux, ou plus substantielles, sous forme de quartiers de viande.

Les dépôts funéraires, souvent riches et variés, ont livré essentiellement de la céramique et parfois des objets métalliques. La céramique est un élément constant, qu'il s'agisse de tessons épars ou de vases reconstituables. Exécutée à la main, elle utilise des argiles locales. La production est homogène et les formes variées, mais l'ornementation est rare. On rencontre cependant des décors par grattage, des impressions, des incisions et des cannelures. Le mobilier métallique est surtout en bronze et plus rarement en fer (fig. 21). On distingue des armes, des éléments de parure, des objets utilitaires et tout un assortiment de menu pacotille. Parmi les documents non métalliques, certains, comme les fusaioles et les perles d'ambre, ont été déposés intentionnellement dans les tombes ; d'autres, en revanche, comme les silex, sont intrusifs.

Les vestiges du deuxième âge du fer, qui commence vers 450 avant notre ère et se termine avec la conquête romaine, sont particulièrement ténus. Souvent dédaignés par le passé, ils ne sont pas absents pour autant mais n'ont jamais été correctement exploités, hormis les vases et les tessons de la grotte du Four qui datent de la fin de cette période. Quelques monnaies gauloises ont même été signalées au siècle en divers endroits : Caussade, Caylus, Puylaroque, Réalville et Saint-Antonin-Noble-Val. Quel fut localement l'impact de la conquête romaine ? On peut imaginer que les régions dépendantes ou limitrophes du pays des Cadurques, qui s'opposèrent vivement à l'invasion romaine, ont accordé leur soutien si ce n'est leur participation à la lutte armée contre César.

Période romaine

La chute d'*Uxellodunum*, dernier bastion de la résistance cadurque, en l'an 51 avant notre ère, marque la fin de l'indépendance gauloise pour la région, qui entre dans l'histoire. Les indices de la colonisation romaine abondent, malheureusement ils ont été rarement étudiés. Nombreux sont, en effet, les établissements de cette époque qui ont été recensés au siècle dernier. D'autres ont été révélés par les labours dans un passé récent. La proximité de l'agglomération gallo-romaine de *Cosa*, à quelques kilomètres seulement de Réalville, a probablement favorisé les implantations. La plupart correspondent à de modestes habitats ruraux, où l'on recueille à la surface du sol des débris de tuiles à rebord, des tessons de poteries communes et de

céramiques sigillées en provenance de la Graufesenque (Millau, Aveyron) ou de Montans (Tarn), divers menus objets en os ou en métal et quelques monnaies en bronze. Quelques trésors monétaires ont été signalés, notamment à Caussade. Des mosaïques grossières sont mentionnées près de l'église de Pilou (Montpezat-de-Quercy) et à Castanède (Montalzat). Des fragments de marbre ont été récoltés sur les sites de Montalzat et du pont de Caylus à Puylaroque. L'une des rares inscriptions romaines du Quercy est conservée dans l'église Saint-Anne-de-la-Boulbène à Labastide-de-Penne. Quelques découvertes de bronzes sculptés, dont la réalité est incontrôlable aujourd'hui, ont été évoquées par le passé sur les communes de Cazals, de Montalzat et de Montpezat-de-Quercy.

L'un des sites les plus intéressants se trouve sur la commune de Lapenche. Une grande villa gallo-romaine, dont les trouvailles attestent la richesse, s'étendait sur plusieurs hectares en aval du village sur la rive droite du Candé. Un matériel très abondant, qui va du I^{er} au IV^e siècle de notre ère, en provient. Outre la présence banale de poteries communes et de tuiles à rebord, on y observe de nombreux objets utilitaires ou de parure en os, en bronze ou en fer, des monnaies, un médaillon en plomb avec la figure de Mars et deux minuscules statuettes en bronze, l'une représentant un homme vêtu, probablement coiffé d'un bonnet pointu, et l'autre une chèvre.

Dans les gorges de l' Aveyron, la station de l'auberge du Capucin à Saint-Antonin-Noble-Val est la seule dont les découvertes aient été décrites. Parmi les documents qui retiennent l'attention, il faut citer : quatre monnaies des empereurs Tibère, Domitien, Gallien et Aurélien ; des fragments d'amphores vinaires italiques ; des céramiques sigillées des ateliers de la Graufesenque ; des céramiques fines, décorées ou non ; des poteries communes, noires et grises ; divers objets en terre cuite, dont un fragment de Vénus ; quelques débris de verreries et de menus objets en os et en bronze.

Au terme de ce rapide survol du peuplement depuis les origines jusqu'à la fin de la période romaine, il est bon de rappeler que les musées de Caussade et de Saint-Antonin-noble-Val conservent quelques-unes des découvertes majeures effectuées dans la région. Il convient de souligner aussi que la législation française protège les sites archéologiques, dont les fouilles sont strictement réglementées. Pour tout renseignement et en cas de découverte fortuite, il faut s'adresser au service régional de l'archéologie de Midi-Pyrénées (7, rue Chabanon, 31200 Toulouse).

SITES CLASSIQUES, ITINÉRAIRES

Les curiosités géologiques, principalement karstiques, sont tellement nombreuses sur le territoire de la feuille Caussade qu'il est impossible de toutes

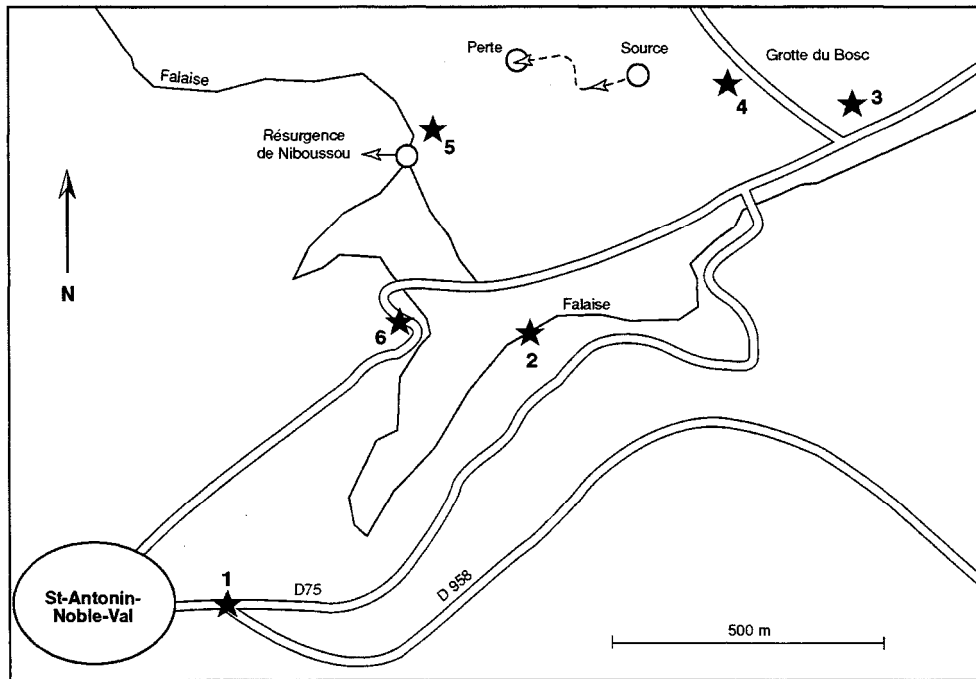


Fig. 22 - Itinéraire géologique

les décrire dans le cadre de cette notice, toutefois le tableau 4, sans être exhaustif permettra d'orienter le naturaliste dans le choix de ses randonnées (les sites marqués d'un astérisque sont décrits *in* Gèze et Cavailly, 1977).

SITE	TYPE - INTÉRÊT	SITUATION
Montalzat*	Butte-témoin, panorama	3 km au NW de Caussade
Puylaroque*	Panorama	7 km au NNE de Caussade
Roc d'Anglars*	Panorama, géomorphologie	2 km au SE de Saint Antonin
Grotte du Bosc*	Visite guidée, cristallisation	3 km au NE de Saint-Antonin
Cirque de Bône*	Falaises, cavernes, tectonique	3 km au SW de Saint Antonin
Belvédère de Brousse*	Panorama, géomorphologie	5 km au SW de Saint-Antonin
Thouriès	Grotte-source	1 km au NW de Cazals
La Gourgue	Source vauclusienne	5 km au NNW de Saint-Antonin
Saint-Pierre-Livron	Grotte-source, cascade, travertins	2 km au N de Caylus
Raynal	Ancienne exploitation de phosphate	5 km au NW de Saint-Antonin
Pech de Saint-Antonin	Dolmen et tumulus reconstitué	4 km à l'WNW de Cazals
Saint-Symphorien	Source, gorges	8 km à l'W de Caylus

Tableau 4 - Principales curiosités géologiques de la feuille Caussade

Excursion dans le causse du Bosc (trajet de 7 km, dénivellation 300 m)

À Saint-Antonin, prendre la D 75, itinéraire fléché en direction de la grotte du Bosc (fig. 22). À la sortie du bourg, au carrefour D 75-D 958, on observe le sommet des calcaires bioclastiques du Pliensbachien (Domérien supérieur), riches en rostrés de bélemnites et en lamellibranches (1). La route s'élève graduellement sur un talus argileux (Toarcien), affecté par de remarquables mouvements de terrain (glissements). Les falaises de la Formation d'Autoire (Aalénien-Bajocien) dominent la route, elles ceignent en partie le causse du Bosc, formant l'éperon du Cap de la Costo-Roudaneso (superbe point de vue sur le confluent Aveyron-Bonnette). Le naturaliste courageux (attention aux chutes de pierres) peut récolter de nombreux fossiles (lamellibranches, brachiopodes et céphalopodes) au pied de cette falaise, à la limite des terrains toarciens et aaléniens (2).

Au sommet de la côte, on est surpris par la relative fertilité des cultures sur substratum calcaire ; un examen des sols en labour montre des limons rouges à nombreux fossiles silicifiés et à géodes de calcites. On est en présence de l'altération *in situ* des calcaires aaléniens (3).

Près de l'église, s'ouvre la grotte du Bosc (4). Cette cavité, ouverte au public, remarquable par ces cristallisations stalagmitiques et la forme de ses galeries, est le tronçon d'un réseau souterrain original. Les eaux absorbées sur la bordure orientale de ce petit causse (3 km²) se rassemblent pour former un ruisseau souterrain. Après un trajet kilométrique, ce ruisseau souterrain alimente la source du hameau, parcourt en surface 250 m environ, puis disparaît dans une caverne pour ressortir de nouveau à la résurgence du cirque de Niboussou.

Se diriger ensuite en direction du Sud-Ouest, après la ferme du Clot-de-Mérigot, prendre le sentier balisé conduisant au cirque de Niboussou (5). Le paysage grandiose a été sculpté par la résurgence qui jaillit en pied de falaise ; le sentier qui longe la corniche, surplombant le cirque, jalonne un niveau calcaire dolomitisé marquant le sommet de la Formation d'Autoire (discontinuité D12).

Au retour, suivre le chemin en direction du Sud-Ouest, près du réservoir d'eau (6). À la limite inférieure de la falaise, une lumachelle à gryphées (lamellibranches) est visible au sommet des mames toarciennes. Le chemin rejoint rapidement Saint-Antonin.

DOCUMENTS CONSULTABLES

La banque de données du sous-sol du BRGM détient l'inventaire des sondages et autres ouvrages souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux. Les documents peuvent être consultés soit au service géologique régional Midi-Pyrénées, 12, rue Michel-Labrousse, BP 1342, 31106 Toulouse cedex 1, soit au BRGM, Maison de la Géologie, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTRUC J.G. (1988) - Le paléokarst quercynois au Paléogène, altérations et sédimentations associées. Documents BRGM, n°133, 135 p.
- ASTRUC J.G. (1990) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Gourdon (832). Orléans : BRGM, 45 p. Carte géologique par J.G. Astruc (1990).
- ASTRUC J.G., PELISSIÉ T. (1988) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Cahors (881). Orléans ; BRGM, 39 p. Carte géologique par J.G. Astruc, T. Pélissié (1987).

- ASTRUC J.G., REY J., PELISSIÉ T., LORBLANCHET M., VIANAY-LIAUD M., GALHARAGUE J. (1992) - Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Géry (857). Orléans : BRGM, 57 p. Carte géologique par J.G. Astruc(1992).
- ASTRUC J.G., LEGENDRE S., MARANDAT B., MONTUIRE S., SIGE B. (1994) - Redécouverte du « Lion de Cajarc », *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1910), d'âge pléistocène supérieur, sur la cause méridional du Quercy, en contexte de karst polyphasé. *Bull. Soc. hist. nat. Toulouse*, 130, p. 79-83.
- ASTRUC J.G., CUBAYNES R., FABRE J.R., GALHARAGUE J., LEFAVRAIS-RAYMOND A., MARCOULY R., PELISSIÉ T., REY J., SIMON-COINÇON R. (1995) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Souillac (809). Orléans : BRGM, 76 p. Carte géologique par J.G. Astruc (1996).
- BOICHARD R., DRULLION G. (1982) - Genèse et évolution des formations carbonatées granulaires du Bajocien du Quercy : évolution de leurs propriétés réservoirs. Thèse 3^e cycle, Bordeaux.
- BONJOLY D. (1980) - Étude structurale et minéralisations d'une plate-forme carbonatée : le Quercy. Thèse 3^e cycle, Orléans.
- BONJOLY D., LEFAVRAIS-RAYMOND A. (1989) - Manifestations synsédimentaires de la distension liasique E-W sur la bordure du bassin d'Aquitaine entre Brive et Figeac. *Ann. Soc. géol Nord*, CVII, p. 251-260.
- BONIS L. (DE), GUINOT Y. (1987) - Le gisement de vertébrés de Thézels (Lot) et la limite Oligo-Miocène dans les formations continentales du bassin d'Aquitaine. *Munchner Geowiss. Abh. (A)*, 10, p. 49-58.
- BONIS L. (DE) (éd.) (1995) - Le Garouillas et les sites contemporains (Oligocène, MP25) des phosphorites du Quercy (Lot, Tarn-et-Garonne, France) et leurs faunes de vertébrés. *Palaontographica* (à paraître).
- CAVAILLÉ A. (1953) - Plissements dans l'Aquitainien du bas Quercy. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.* (9), p. 143-144.
- CAVAILLÉ A. (1981) - Les calcaires lacustres du bas Quercy. *Bull. Soc. sci. nat. Tarn-et-Garonne*, t. 12.
- CUBAYNES R. (1986) - Le Lias du Quercy méridional : étude lithologique, biostratigraphique, paléoécologique et sédimentologique. *Strata*, 2, 6, 574 p. (thèse État, Toulouse).
- CUBAYNES R., FAURE P., HANTZPERGUE P., LEFAVRAIS-RAYMOND A., PELISSIÉ T., REY J. (1987) - Le Jurassique du Quercy. *Strata*, sér. 2, vol. 7, p. 1-159, 57 fig., 4 tabl.
- CUBAYNES R., FAURE P., HANTZPERGUE P., PELISSIÉ T., REY J. (1989) - Le Jurassique du Quercy : unités lithostratigraphiques, stratigraphie et organisation séquentielle, évolution sédimentaire. *Géologie de la France*, n° 3, p. 33-62.

- DARASSE P., GUFFROY S. (1960). - Le Magdalénien supérieur de l'abri de Fontalès près Saint-Antonin (Tarn-et-Garonne). *L'Anthropologie*, t. 64, p. 1-35, 20 fig.
- DAUCH C. (1988) - Décrochements et chevauchements dans une zone de plate-forme : l'exemple du massif de la Grésigne (Aquitaine nord-orientale). Thèse 3^e cycle, Toulouse.
- DAUCH C, VIALARD P. (1987) - Stade initial d'un duplex dans une aire à faible taux de raccourcissement : interprétation du pli chevauchant de la Grésigne (SW de la France). *C.R. Acad. Sci*, Paris, t. 304, sér. II, n^o 12, p. 663-668.
- DELFAUD J. (1969) - Essai sur la géologie dynamique du domaine aquitano-pyrénéen durant le Jurassique et le Crétacé inférieur. Thèse État, Bordeaux.
- DELFAUD J., GOTTIS M. (1966) - Sur quelques figures de sédimentation dans le Portlandien du Lot et sur leur cadre paléogéographique en Aquitaine septentrionale. *Actes Soc. linn. Bordeaux*, sér. B, n^o 7, p. 3-6.
- DELFAUD J., ARENTZ J., BODEUR M. *et al.* (1975) - Les sédiments carbonatés du Jurassique entre le bassin atlantique et la Téthys. 9^e Congr. int. sédimentologie (Nice, 1975), excursion n^o 21, p. 6-69, 42 fig.
- DELSAHUT B. (1981) - Dynamique du bassin de Carmaux (Tarn) et géologie du Stéphano-Permien des environs (entre Réalmont et Najac). Thèse 3^e cycle, Toulouse, 232 p.
- DÉPÊCHE F. (1967) - Étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique inférieur et moyen des causses du Quercy. Région de Cajarc (Lot). Thèse 3^e cycle, Paris, 147 p.
- DUBREUILH J., CAPDEVILLE J.P., FARJANEL G., KARNAY G., PLATEL J.P., SIMON-COINÇON R. (1995) - Dynamique d'un comblement continental néogène et quaternaire : l'exemple du bassin d'Aquitaine. *Géologie de la France*, n^o 4, p. 3-26.
- DURAND-DELGA M. (1979) - L'anticlinal de la Grésigne (Tarn, haut Languedoc), résultat du coulissement d'un bloc crustal quercynois. *C.R. Acad. Sri.*, Paris, t. 289, sér. D, p. 9-12.
- ENAY R., MANGOLD G, CARIOU E., CONTINI D., DEBRAND-PASSARD S., DONZE P., GABILLY J., LEFAVRAIS-RAYMOND A., MOUTERDE R., THIERRY J. (1980) - Synthèse paléogéographique du Jurassique français. Doc. lab. géol. Lyon, 5,210 p.
- FABRE J. (1971) - Contribution à l'étude du massif de la Grésigne. Thèse 3^e cycle, Paris.
- GEZE B., CAVAILLE A. (1977) - Aquitaine orientale. Guides géologiques régionaux, Paris : Masson, 184 p.

- GRIGNAC C. (1983) - Contribution à l'étude des sédiments détritiques post-herceyniens de la bordure SW du Massif central (France). Thèse 3^e cycle, Toulouse, 211 p.
- JACOB J. P. (1970) - Entre la Sagne et le Célé : botanique d'été. *Quercy-Recherche*, n° 69-70, p. 48-64.
- JAUBERT J. (1984) - Contribution à l'étude du Paléolithique ancien et moyen des Causses. Thèse 3^e cycle, Paris I, 2 vol., 615 p.
- JAUBERT J., SERVELLE C. (1991) - L'Acheuléen du bassin de la Garonne. État de la question et implications. Actes colloque intern. CNRS : « L'Acheuléen dans l'Ouest de l'Europe » (Abbeville - Saint-Riquier, juin 1989). Publ. Centre d'études et de recherches préhistoriques, univ. sci. techn. Lille, n° 4.
- KAFA J. (1988) - Un modèle d'une plate-forme carbonatée, le Dogger inférieur du Quercy. Sédimentation, diagenèse et évolution de la porosité. Thèse 3^e cycle, Pau.
- KULBICKI G. (1957) - Constitution et genèse des sédiments argileux sidérolithiques et lacustres du Nord de l'Aquitaine. *Sciences de la Terre*, Nancy, t. 4, p. 5-101.
- LADIER E., WELTE A. C. (1994) - Bijoux de la Préhistoire. La parure magdalénienne dans la vallée de l'Aveyron. Mus. hist. nat. Montauban et Toulouse, 191 p.
- LE BRUN (1989) - Contribution à l'étude du Paléolithique du Pays des Serres, du Bas-Quercy et de l'Agenais entre le Lot et la Garonne. D.E.A. Toulouse II, 434 p.
- LEGENDRE S., BACHELET B. (1993) - The numerical ages : a new method of datation applied to Paleogene mammalian localities from southern France. *Newsl. Stratigraphy*, 29 (3), p. 137-158.
- LEGENDRE S., MARANDAT B., REMY J.A., SIGE B., VIANEY-LIAUD M., CROCHET J.Y., GODINOT M. (1995) - Une nouvelle faune de mammifères des phosphorites du Quercy, niveau intermédiaire (MP20-21) proche de la « Grande coupure ». *Géologie de la France* (à paraître).
- LÉVÊQUE F. (1993) - Correlating the Eocene-Oligocene mammalian biochronological scale from SW Europe with the marine magnetic anomaly sequence. *J. Geol. Soc.*, 150 (4), p. 661-664.
- MANIVIT T. (1994) - Rapport de fin de sondage, Sabadel 1, permis de Gourdon. Rapp. Elf-Aquitaine Production.
- MARCHAND T. (1980) - Le milieu naturel du causse de Gramat, approche de géomorphologie karstique. Mém. maîtrise, Tours.
- MARLIERE P. (dir.) (1996). - Le Camp de Jouannet, Cayrac (Tarn-et-Garonne). D.F.S. de sauvetage urgent, AFAN Grand Sud-Ouest et S.R.A. Midi-Pyrénées, Toulouse, 124 p.

- MAULDE J. (DE), MEROC L. (1952) - La station du Lac de Loup (commune de Cazals, Tarn-et-Garonne). Actes 1^{er} congrès intern. études ligures (Bordighera, 1950), p. 52-58.
- MEROC L. (1959) - Informations archéologiques. X^e circonscription. *Gallia-Préhistoire*, t. II, p. 158-164.
- MURATET B., CAVELIER C. (1992) - Caractère séquentiel discontinu des molasses oligocènes de la bordure orientale du Bassin aquitain ; signification des conglomérats bordiers (Tarn, Tarn-et-Garonne, SW de la France). *Géologie de la France*, n° 1, p. 3-14, 4 fig.
- MURATET B., ASTRUC J.G., VIANEY-LIAUD M. (à paraître) - Nature et âge du glaciaire calcaires continentaux de la périphérie du massif karstifié du Quercy. Datation à Fumel, modèle et implications sur la nature des dépôts tenus pour lacustres de la région. *Géologie de la France*.
- PAJOT B. (1969). - Les civilisations du Paléolithique supérieur du bassin de l'Aveyron, Thèse 3^e cycle, Toulouse, (fac. lettres et sci. humaines). Trav. inst. art. préhist., t. XI, 583 p., 188 fig., XII tabl., 11 cartes.
- PELISSIE T. (1982) - Le Causse jurassique de Limogne-en-Quercy : stratigraphie sédimentologie, structure. Thèse 3^e cycle, Toulouse.
- PLATEL J.P. (1983) - Notice explicative, Carte géol. France, feuille Fumel (855). Orléans ; BRGM, 52 p. Carte géologique par J.P. Platel (1983).
- RAGE J.C. (éd.) (1988) - Le gisement du Brétou (phosphorites du Quercy, Tarn-et-Garonne, France) et sa faune de vertébrés de l'Éocène supérieur. *Palaeontographica*, Abt. A, 189 p.
- REMY J.A., CROCHET J.Y., SUDRE J., BONIS L. (DE), VIANEY-LIAUD M., GODINOT M., HARTENBERGER J.L., LANGE-BADRE B., COMTE B. (1987) - Biochronologie des phosphorites du Quercy : mise à jour des listes fauniques et nouveaux gisements de mammifères fossiles. *Münchner Geowiss. Abh.* (A), 10, p. 169-188.
- RENAULT P., GUILLOT P.L., LEFAVRAIS-RAYMOND A., SERONIE-VIVIEN M., CAVAILLE A., CLOTTES J. (1978) - Géologie du Quercy. *Quercy-Recherches*, 111 p.
- ROUZAUD F., SOULIER M., BRUGAL J.P., JAUBERT J. (1990) - L'igüe des Rameaux (Saint-Antonin-Noble-Val, Tarn-et-Garonne). Un nouveau gisement du Pléistocène moyen. Premiers résultats. *Paléo*, Les Eyzies, n° 2 p. 89-106.
- SIGE B., AGUILAR J.P., MARANDAT B., ASTRUC J.G. (1991) - Extension au Miocène inférieur des remplissages phosphatés du Quercy. La faune de vertébrés de Crémat (Lot, France). *Géobios*, fasc. 4, p. 497-502.
- SIGE B., AGUILAR J.P., ASTRUC J.G., MARANDAT B., RIVELINE J., VILATTE J. (1995) - Sur l'âge mammalogique (MP30 ; Chattien terminal, Oligocène supérieur) du « calcaire à *Helix ramondi* » de la Salle (causse du Sud Quercy, SW de la France). *N. Jb. Geol Paläont. Mh.*, 11, p. 697-710.

- SOULÉ J.C. (1976) - Etat des connaissances et synthèse hydrogéologique du département de Tarn-et-Garonne. Rapport BRGM, 76 SGN 001 MPY, 140 p., 19 pl
- SUDRE J., SIGE B., REMY J.A., MARANDAT B., HARTENBERGER J.L., GODINOT M., CROCHET J.Y. (1990) - Une faune du niveau d'Egerkingen (MP14 ; Bartonien inférieur) dans les phosphorites du Quercy (Sud de la France). *Palaeovertebrata*, 20 (1), p. 1-32.
- TAVOSO A. (1986) - Le Paléolithique inférieur et moyen du haut Languedoc : gisements des terrasses alluviales du Tarn, du Dadou, du Sor et du Fresquel. Trav. lab. paléont. humaine et préhistoire, Marseille, 4, 404 p. (thèse État, Marseille, 1978).
- TRAUTH N., ASTRUC J. G., ARCHANJO J., DUBREUILH J., MARTIN P., GAULIEZ N., FAUCONNIER D. (1985) - Géodynamique des altérations ferrallitiques sur roches sédimentaires en bordure sud-ouest crétacée du Massif central : paysages sidérolithiques en Quercy blanc, haut Agenais, Bouriane et Périgord noir. *Géologie de la France*, n° 2, p. 151-160.
- TURQ A. (1992) - Le Paléolithique inférieur et moyen entre les vallées de la Dordogne et du Lot. Thèse doct. univ. Bordeaux I, 2 vol., 782 p.
- VAIL P.R., HARDENBOL J., TODD R.G. (1984) - Jurassic unconformities, chronostratigraphy, and sea-level changes from seismic stratigraphy and biostratigraphy. Mem. Am. Assoc. Petrol. Geol., 36, p. 129-144.
- VAIL P.R., COLIN J.P., JAN DU CHENE R., KUCHLY J., MEDIAVILLA F., TRIFILIEFF V. (1987) - La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. Fr.* (8), III, p. 1301-1321.
- VASSEUR G. (1899) - Notice de la carte géologique Cahors à 1/80 000.
- VOGT J. *et al.* (1979) - Les tremblements de terre en France. Mém. BRGM, n°96.
- WINNOCK E. (1974) - In J. Debelmas : « Géologie de la France ». Paris : Doïn, p. 259-292.

Carte des gisements de fer de la France à 1/1 000 000, par O. Horon(1963).

Carte des gîtes minéraux de la France à 1/500 000, feuille *Bordeaux*, coordination par J. Méloux (1984).

Carte de la végétation à 1/200 000, feuille *Bergerac*, par D. Lavergne (1963).

Inventaire minéralogique de la France, n° 10 : Lot et Tarn-et-Garonne, par R. Pierrot *et al.* (1982).

AUTEURS

Cette notice a été rédigée par Jean G. ASTRUC, ingénieur géologue au BRGM (service géologique régional Midi-Pyrénées), avec la collaboration de :

- René CUBAYNES, professeur de sciences naturelles à Albi et chercheur au laboratoire de géologie sédimentaire et de paléontologie de l'université Paul-Sabatier (Toulouse), pour le Lias ;
- Bernard MARANDAT, Bernard SIGÉ, chercheurs au laboratoire de paléontologie de l'université de Montpellier, pour les remplissages des phosphorites ;
- Bernard PAJOT, chargé de recherche au CNRS, UMR 150, centre d'anthropologie de Toulouse et Jacques JAUBERT, conservateur du patrimoine au service régional de l'archéologie de Midi-Pyrénées, pour la préhistoire et l'archéologie ;
- Thierry PÉLISSÉ, professeur de sciences naturelles à Villefranche-de-Rouergue et chercheur au laboratoire de géologie sédimentaire et de paléontologie de l'université Paul-Sabatier (Toulouse), pour le Jurassique moyen et supérieur ;
- Régine SIMON-COINÇON, chargé de recherche au CNRS, URA 141 (Meudon), pour le Crétacé et le Tertiaire ;
- Michel SOULIER, enseignant à Caussade, pour les karsts actuels ;
- Jacques REY, professeur de géologie à l'université Paul-Sabatier (Toulouse), pour la stratigraphie séquentielle du Jurassique.

Présentation au CCGF : 6 mai 1996.

Acceptation de la carte et de la notice : 30 juin 1997.

Impression de la carte : 1998.

Impression de la notice : 1998.

Impression BRGM

Dépôt légal : janvier 1999