

# ASSOCIATION GÉOLOGIQUE D'ALÈS ET SA RÉGION

## BULLETIN N° 91

### Mars 2016



Rivage pliocène - Rochefort du Gard - Photo JP Rolley



Bulletin AGAR ISSN 2426-2382

Association Géologique d'Alès et de sa Région  
6, avenue de Clavières  
30319 Ales cedex  
<http://www.geolales.net>  
[contact@geolales.net](mailto:contact@geolales.net)



## IN MEMORIAM

En ce trente et un janvier 2016, Jany Lahondère, une amie de longue date, nous a quittés. Elle a vécu, avec courage, des mois de soins, espérant une amélioration de sa grave maladie mais de dures souffrances ne lui ont pas été épargnées.

Je l'ai rencontrée, pour la première fois, lors de son arrivée, jeune enseignante, au lycée d'Alès où elle a retrouvé une compagne d'études supérieures, Colette Perrier. Nous formions alors un groupe de cinq professeurs, chargées des cours de sciences naturelles, dont les sujets de conversation touchaient tant au travail qu'aux familles. En l'absence de son mari, Jean-Claude, retenu par le service militaire, Jany assumait au mieux ses cours et la garde de leurs deux filles.

En 1968, son mari est affecté à l'Université de Constantine ; toute la famille s'installe alors en Algérie.

J'ai eu, pendant cette période, plusieurs fois l'occasion de la revoir lorsque ses enfants, pensionnaires au lycée d'Alès, figuraient parmi mes élèves.

Une vingtaine d'années plus tard c'est le retour en France.

A la retraite, ils s'installent à Mazac, ce qui nous a permis de nous retrouver en maintes occasions ; elle ne manquait jamais alors d'évoquer ses multiples occupations.

Elle s'était notamment impliquée dans les « restos du cœur », à Montpellier, Alès puis Salindres. Mais ses activités touchaient à bien d'autres domaines, à travers diverses associations, en particulier la mosaïque.

Suivant son mari, elle a aussi adhéré à l'AGAR, où ses connaissances en géologie faisaient mon admiration.

Elle s'était également engagée dans la vie municipale ; conseillère municipale de Saint-Privat-des-Vieux elle a principalement œuvré dans l'action sociale.

Maintenant elle repose auprès de sa famille au cimetière du Mas Dieu.

Que son mari Jean-Claude, ses enfants, petits-enfants, et toute leur famille trouvent ici le témoignage de notre profonde sympathie.

Yvette Lefebvre

## ÉDITORIAL

Agariennes, agariens, bonjour,

2015 a été une année douloureuse pour notre association, avec les décès de Martine Comte, Fernand Roux et Rémi Blanc.

2016 ne commence pas sous de meilleurs auspices. C'est, en effet, avec beaucoup d'émotion que nous avons appris, le 31/01/2016, le décès de Jany Lahondère. Que sa famille et ses amis soient assurés de notre soutien et de notre profonde compassion.

Vous trouverez dans ce quatre-vingt-onzième numéro les comptes rendus de nos activités de deuxième semestre de 2015 ainsi que de notre assemblée générale du 23/01/2016, qui s'est tenue cette année dans la très belle salle de l'Académie cévenole.

Ce numéro est, comme vous pouvez le constater, un numéro expérimental en couleur, donnez-nous votre avis sur cet essai.

Vous souhaitant bonne lecture.

Jean-Pierre Rolley

Association Géologique d'Alès et de sa Région  
6, avenue de Clavières, 30319 Alès cedex

<http://www.geolales.net> - [contact@geolales.net](mailto:contact@geolales.net)

siret 495 342 925 00015

ISSN 2426-2382

Imprimé par Com'impact impression – 85 route d'Uzès, 30100 Alès – mars 2016

## L'Association Géologique d'Alès et de sa Région (A.G.A.R.)

L'AGAR est une association scientifique, qui s'est fixé comme objectifs, l'étude géologique de la région, la diffusion de la culture géologique, la participation à la sauvegarde et la protection du patrimoine géologique régional.

L'AGAR organise diverses activités :

- Sorties géologiques, réunions sur des thèmes géologiques
- Organisation de manifestations de vulgarisation scientifique
- Aide à l'enseignement et à la diffusion de la géologie
- Réalisation de documents géologiques
- Inventaire des sites à caractères pédagogiques)

### Important :

L'A.G.A.R. n'est pas une association de chercheurs de minéraux et fossiles.

Nous rappelons que les membres de notre association limitent les récoltes d'échantillons à la constitution ou l'enrichissement de collections publiques ou privées en procédant à des échanges normaux et sans trucages.

Ils ne sauraient participer à l'organisation d'aucune forme de commercialisation d'échantillons.

Sur le terrain, ils pratiquent des prélèvements raisonnables qui n'épuisent pas le gîte et ne gênent pas les observations ultérieures.

Le non-respect de ces dispositions constitue un motif d'exclusion de l'association.

### Cotisation annuelle

Individuel 15 €

couple 21 €

étudiants 6 €

### BULLETIN d'adhésion à l'AGAR à retourner à :

AGAR, 6, av. de Clavières – 30319 Alès cedex ou [contact@geolales.net](mailto:contact@geolales.net)

Nom : ..... Prénom : .....

Adresse : .....

.....

.....

.....

Code postal : ..... Ville : .....

Tél : ..... e-mail : .....

Parrains (2)

Nom

Prénom

Date et signature

.....

.....

Les personnes qui n'auraient pas de parrains peuvent prendre contact avec l'association

# COMPTE RENDU DE NOS ACTIVITÉS

Samedi 19/9/2015

## Forum des associations



Le stand de l'association (photo JP Rolley)

L'AGAR a tenu son stand comme chaque année et comme chaque année nous n'avons constaté d'affluence particulière mais pourtant chaque année nous voyons arriver un ou deux nouveaux adhérents.

## Le repas de rentrée

Le soir, une vingtaine d'entre nous se sont retrouvés pour notre habituel repas de rentrée. Celui-ci s'est déroulé agréablement dans une excellente ambiance, aux terrasses du Gardon à Anduze, comme l'année dernière.



Une partie des convives

Sortie du mercredi 18 novembre 2015

## Visite de trois sites GSSP<sup>1</sup> Mondiaux du versant sud de la Montagne Noire

La Carrière de marbre de Coumiac ;  
Le Col du Puech de la Suque ;  
La Montagne de la Serre.

### Avant-propos

Cette sortie a été organisée par Pierre Bérard, dans le cadre des activités du GERGA (Centre pour l'enseignement et la recherche en géologie appliquée, créé à Montpellier en 1958 par le professeur Avias) avec la participation d'universitaires de Montpellier (UMR2)<sup>2</sup> et de l'AGAR.

Elle était guidée par Michel Gastrou, géologue amateur, administrateur et membre de la SAGA Paris, membre de la SHHNH (Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault).

### 1 - Objectifs

#### 1.1 - Définitions

Le stratotype c'est l'affleurement-type (étalon) qui permet de définir un étage géologique, c'est-à-dire un étage de l'échelle stratigraphique.

Le "Point Stratotypique Mondial" (PSM) ou *Global boundary Stratotype Section and Point*, (GSSP), encore appelé *Clou d'or*, définit les limites existantes entre deux étages géologiques, ne laissant pas la possibilité de vide ou de chevauchement entre eux. Les PSM sont établis par la Commission internationale de stratigraphie (ICS) et l'Union Internationale des Sciences Géologiques (UISG) qui élabore les conventions internationales. Au total, 56 sites dans le Monde sont à ce jour redéfinis.

Sur les chartes stratigraphiques, le PSM est souvent indiqué par *le symbole d'un clou jaune incliné*.

#### 1.2 - Objectifs de la sortie, échelles stratigraphiques et documents de référence

Les buts de la sortie du 16 septembre 2015 étaient de se rencontrer entre géologues de différents horizons (CERGA-AGAR-EMA-Université UM2), paléontologues ou amateurs et de faire connaître, *à partir de 3 exemples concrets définis dans le versant sud de la Montagne Noire*, les méthodes de stratigraphie destinées à définir exactement dans l'espace les limites des étages ou stratotypes.

---

<sup>1</sup> GSSP : Global Standard Section and Point ; SAGA : Société Amicale des Géologues Amateurs ; associée au MNHN Muséum d'Histoire Naturelle de Paris ; SHHNH : Société d'Horticulture et d'Histoire Naturelle de l'Hérault

<sup>2</sup> Un merci particulier aux intervenants de l'UM2 de Montpellier qui ont participé à cette sortie. Ils ont fait partager leurs connaissances et leur passion pour la Stratigraphie du Dévonien à la quinzaine de géologues, hydrogéo-morphologues de l'AGAR-Alès et du CERGA-Montpellier.

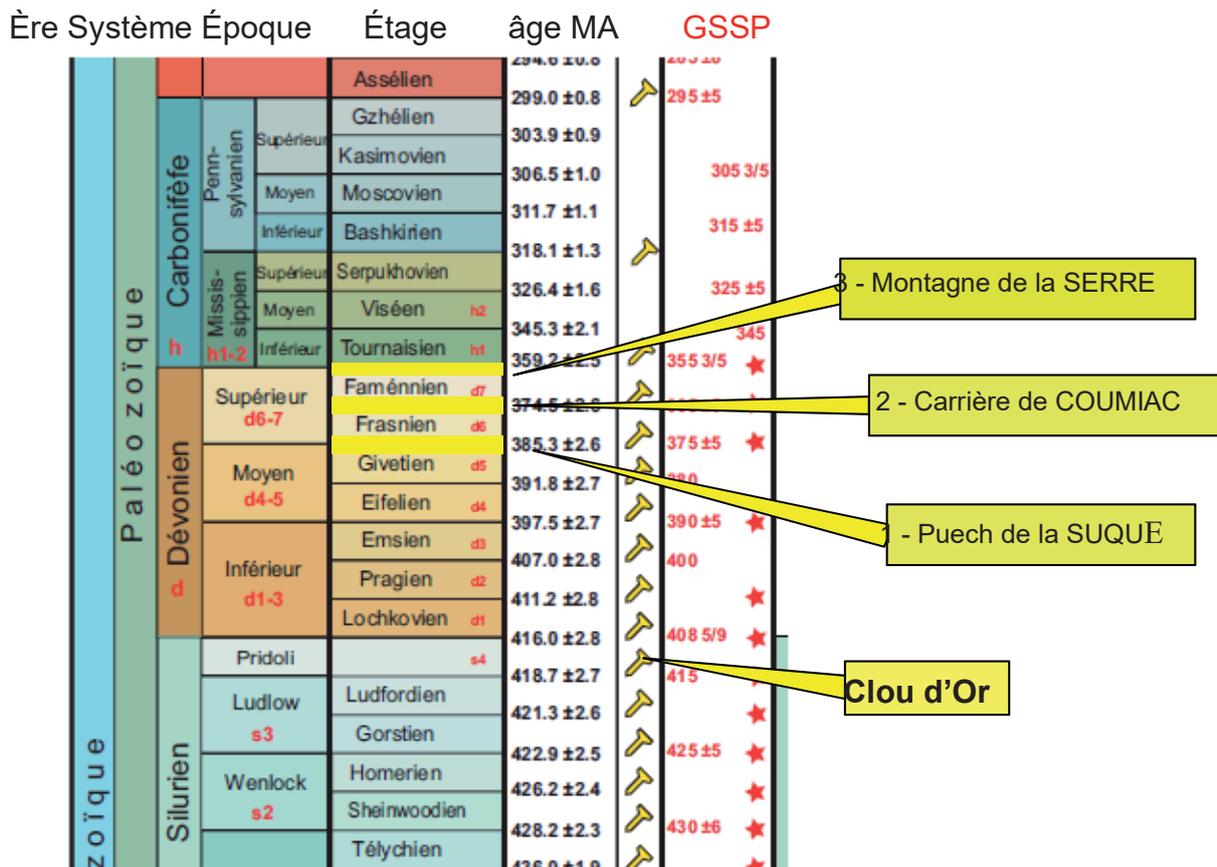


Figure 1 - Echelle des Temps Géologiques du BRGM et "clous d'Or" GSSP

Ces 3 sites, peu distants les uns des autres, concernent le Dévonien sup. et la base du Carbonifère.

Ils ont permis de redéfinir par la méthode biostatigraphique les étages :

- 1 - Givétien-Frasnien, au Puech de la SUQUE,
- 2 - Frasnien-Famennien à la carrière de marbres de COUMIAC,
- 3 - Famennien-Tournaisien, limite entre Dévonien et Carbonifère, Montagne de la SERRE.

**Notes bibliographiques :**

- Les fiches descriptives des trois GSSP du Dévonien supérieur (et de bien d'autres), se trouvent dans *l'inventaire du patrimoine géologique* sur le site de *DREAL environnement durable*, ou en tapant simplement, dans le moteur de recherche, le nom de la fiche, par exemple LRO 0067.pdf.

	Limite	Âge MA	Localité	Fiche inventaire
Site 1	Givétien-Frasnien	385,3	Col du Puech de la Suque	LRO 0142.pdf
Site 2	Frasnien-Famennien	374,5	Carrière de marbre de Coumiac	LRO 0079.pdf
Site 3	Dévonien-Carbonifère	359,2	Montagne de la Serre	LRO 0067.pdf

- Michel Gastrou, *Stratotypes mondiaux GSSP dans l'Hérault* : édité par la SAGA et la SHNH sept. 2011. Ce Géoguide.de 12 pages donne les définitions basiques et les précisions sur la stratigraphie, sur les biozones, sur les termes

techniques qui ont été utilisés lors de la visite de terrain. Il reprend pour partie la publication qui a obtenu le Prix Paul Grenier 2008 de la SAGA :

- Michel Gastrou : *Mise en ordre du Temps pour les éléments de la Terre* janvier 2009. Cet ouvrage est une approche générale de la stratigraphie et de sa mise en œuvre par la biostratigraphie. Approche générale de la stratigraphie et sa mise en œuvre par la biostratigraphie.
- Cartes géologiques du BRGM et leur notice explicative :
  - o Sites de la suque et de Coumiac, feuille Saint-Chinian (n°1014, édition 1982)
  - o Site de la montagne de la Serre, feuille de Pézenas (n°1015, édition 1981)

### 1.3 - Localisation géographique

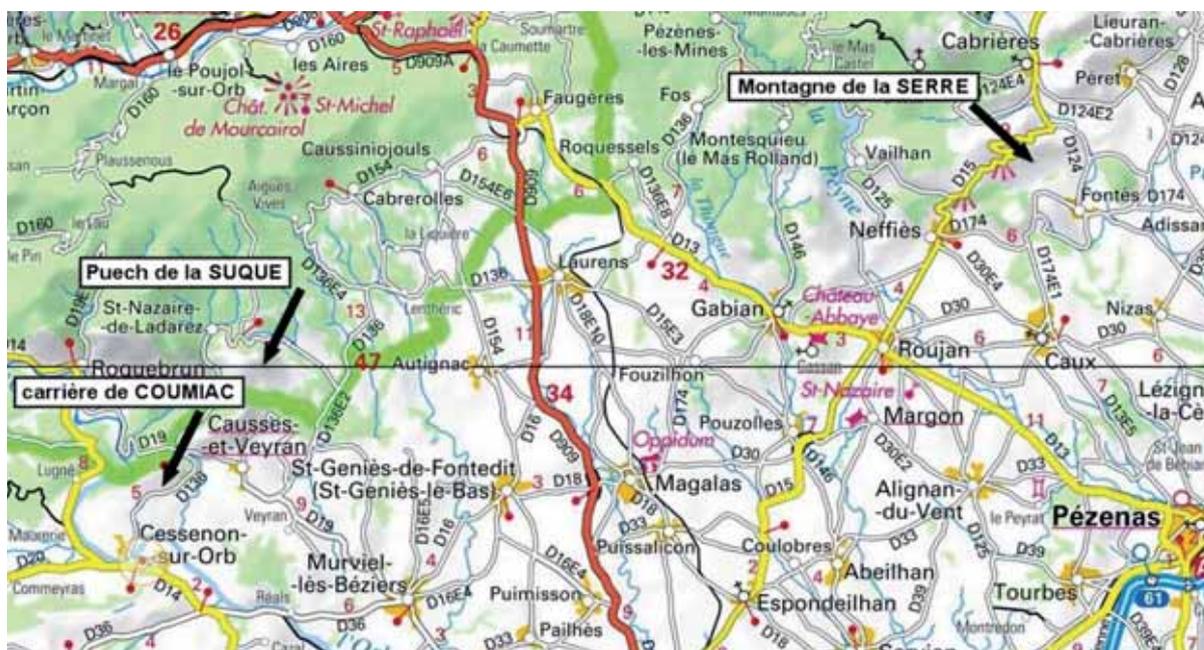


Figure 3 - Ordre de visite des trois sites : Coumiac - la Suque (après déjeuner au Col) et la Serre

### 1.4 - Glossaire sur la biostratigraphie

Laissons quelques lignes à Jacques Michaux :

« L'excursion en Montagne Noire, organisée par le CERGA et conduite par Michel Gastou, avait pour thème la stratigraphie illustrée par la visite de coupes de référence du Dévonien et du Carbonifère. Lors de cette journée, il a été rappelé l'importance des travaux de Raimund Feist et de Catherine Girard (UMR5554, UM 2, Montpellier) accomplis dans ce secteur depuis plusieurs dizaines d'années.

Les questions de stratigraphie abordées à cette occasion étaient ardues compte tenu du degré des connaissances acquises sur ces deux périodes d'autant que les analyses à haute résolution ne se prêtent pas à des observations de terrains spectaculaires, exceptée la carrière de Coumiac. En revanche, la rédaction du CR de cette sortie fournit l'occasion de se remémorer un certain nombre de termes de stratigraphie et je présente en Annexe-1 un glossaire des principaux termes couramment employés.



Le lever et la coupe géologique ci-avant de l'Abbé BOULANGER (1974) confirment la disposition anormale et la tectonique hercynienne complexe qui a affecté les séries du Silurien et du Dévonien.

## 2.2 - Un contexte lithologique plutôt carbonaté

À la carrière de marbres de COUMIAC justement, outre les lydiennes intercalées dans le bas de la série renversée des calcaires noduleux au faciès "griotte" qui ont fait la grande réputation de ces marbres rouges, on trouve des calcaires lapiazés à conduits et cavités, formés par dissolution via les fissures et fractures élargies. Des concrétions de calcite y sont associées.

On se situe en dessous du point GSSP n°2, qui caractérise le passage du Frasnien au Famennien.

Également pour le point GSSP n°1 du Col de la SUQUE qui caractérise la limite entre le Givétien et le Frasnien, les formations rencontrées sont représentées par des calcaires massifs de couleur claire, semblables aux griottes, mais sans la couleur rouge.

**Les calcaires du point GSSP n°3 de la Montagne de la SERRE**, on fait l'objet d'un découpage de bas en haut en 4 unités distinctes a, b, c, et d et ils sont décrits comme suit<sup>3</sup> :

« Le microfaciès des calcaires oolithiques est caractérisé par des éléments allochtones montrant un granoclassement. Dissociés dans la matrice argilo-gréseuse dans les termes (a) et (c), ils deviennent prédominants dans les termes (b) et (d). Cette roche est composée en moyenne de 60% d'oolithes, 20% de lithoclastes, 15% de bioclastes, le reste comprenant la matrice autochtone ainsi que de la cimentation.

Les oolithes varient entre 0,5 et 3 mm de diamètre, souvent entières et peu corrodées alors que les éléments fragmentés ne présentent qu'un faible émoussé, témoin d'un transport faible. Un certain nombre d'exemplaires sont à structure radiale primaire tandis que d'autres présentent un état avancé de micritisation. Des oolithes non altérées (nouvellement formées), ont été épisodiquement transportées en association avec des exemplaires à cortex simple ou multiple d'un stade avancé de diagenèse ou avec d'autres particules qui sont des grains composés à oolithes, soumis à une oolithisation secondaire.

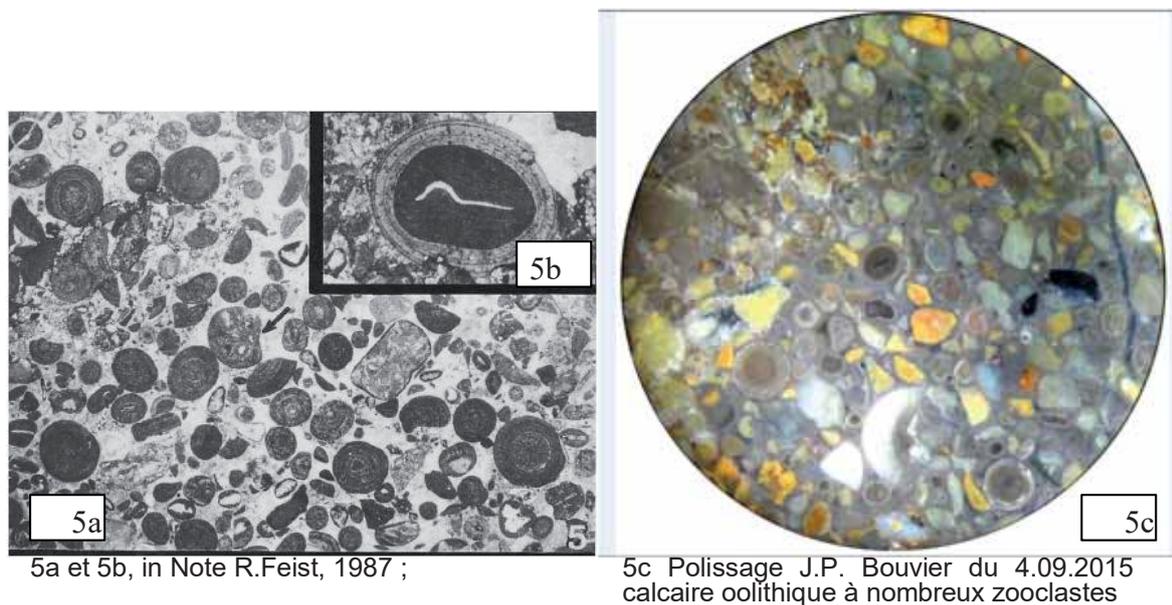
Des lithoclastes pouvant atteindre plusieurs cm de diamètre comportent essentiellement des calcaires biodétritiques remaniés. De la glauconie s'observe sous forme de grains isolés ou de remplissage de coquilles. Le quartz détritique, s'accumulant dans des fines lamines, peut atteindre parfois, dans le terme (c) mais aussi dans certains bancs vers le sommet du terme (d), jusqu'à 50% de la roche. Les grains de sable sont remarquablement bien triés et présentent parfois une stratification interne oblique comme on l'observe dans les dunes littorales.

Parmi les bioclastes on distingue des restes d'échinodermes, de brachiopodes, de trilobites, de bryozoaires, de polypiers rugueux, de céphalopodes, de gastéropodes et bivalves. Les micromorpha se composent d'ostracodes, foraminifères, algues, écailles et dents de sélaciens et surtout des conodontes. Ceux-ci présentent en majeure partie des formes remaniées.

Le ciment entre les éléments constitutifs est exclusivement sparitique (texture grainstone). On observe fréquemment des exemples de "rim cement" syntaxial autour de débris d'échinodermes. Ce type de ciment indiquerait un milieu peu profond, soumis temporairement à l'influence du milieu phréatique. Dans un banc à l'intérieur du terme (d) il y a quelques exemples de cimentation micro-stalactitique (drip-stone) et présence de silt vadose, indicateur d'une diagenèse sous influence météorique. La compaction précoce est indiquée quand la texture montre, comme cela est souvent le cas, les aspects de "condense fabric" et de "fitted fabric". »

<sup>3</sup> Note de Feist R. et Flajs C., 1987, La limite Dévonien-Carbonifère dans la Montagne Noire (France). Biostratigraphie et Environnement. 8 p. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 305, Série II, pp. 1537-1544

Le point **GSSP n°3** a été affecté à la limite entre les bancs 88 et 89 passant du Dévonien (Famennien) au Carbonifère (Tournaisien), limite D/C. Au toit des calcaires oolithiques, le faciès pélagique reprend avec des marnes à rognons calcaires et de petits bancs de calcaire noduleux contenant des conodontes de type *Siphonodella* indicateurs du Tournaisien 1b basal.



5a et 5b, in Note R.Feist, 1987 ;

5c Polissage J.P. Bouvier du 4.09.2015  
calcaire oolithique à nombreux zooclastes

Figure 5 - Calcaires biodétritiques de la Serre, banc n° 88 ou n°89

### 2.3 - Les Conodontes, des micro-restes fossiles spécifiques et "bons marqueurs"

La biostratigraphie employée ici se base sur la recherche de biozones à Conodontes. C'est le fossile type du Dévonien, celui qui marque la base des différents "barreaux de l'échelles stratigraphique".

On doit beaucoup à Raimund FEIST, dans la collecte, l'identification et la phylogénie de ce reste fossile et dans la connaissance des paléo-environnements de la période du Dévonien.

**Les Conodontes** représentent de petits éléments de squelettes d'organismes restés très longtemps d'affiliation incertaine. Leur taille qui est comprise entre 0.2 et 3 mm, n'a pas permis d'en observer sur le terrain. Il s'agit de pièces indurées ou denticules en phosphate de calcium d'un système lié probablement à l'alimentation. Le corps qui suit serait mou comme celui des Chordés possédant une "corde" non ossifiée faisant office de colonne vertébrale primitive. C'est un peu comme si on avait des dents de mammifères sans connaître ces derniers par d'autres objets ou empreintes, les animaux qui les portaient. Mais comme il s'agit d'êtres vivants, ceux-ci évoluent, donc ces pièces changent avec le temps puisque des espèces disparaissent et d'autres apparaissent d'où l'usage stratigraphique...CQFD !

Apparue au Précambrien, la classe entière des Conodontes a disparu il y a environ 200 millions d'années, lors de la transition (crise biologique) Trias-Jurassique. Ils ont donc vécu 300 MA et traversé trois crises biologiques majeures : Ordovicien, Silurien et Dévonien.

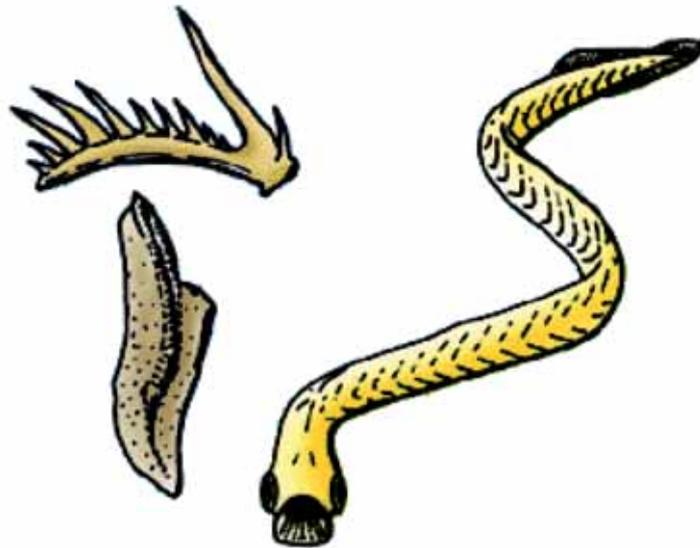


Figure 6 - Reconstitution d'un Conodonte



Figure 7 - Planche de mâchoires de Conodontes (US Geological survey)

### 3 - La grande extinction du Dévonien supérieur

#### 3.1 - Autres fossiles identifiés

Bien qu'inaccessible et spectaculaire par le nombre et par la taille de ces céphalopodes, la grande dalle à Goniatites (*Phoenixites frechi*) marque la base du Famennien. C'est une période (Figure 8) qui a connu une très grande extinction biologique : Trilobites, Goniatites, Brachiopodes, Coraux etc...

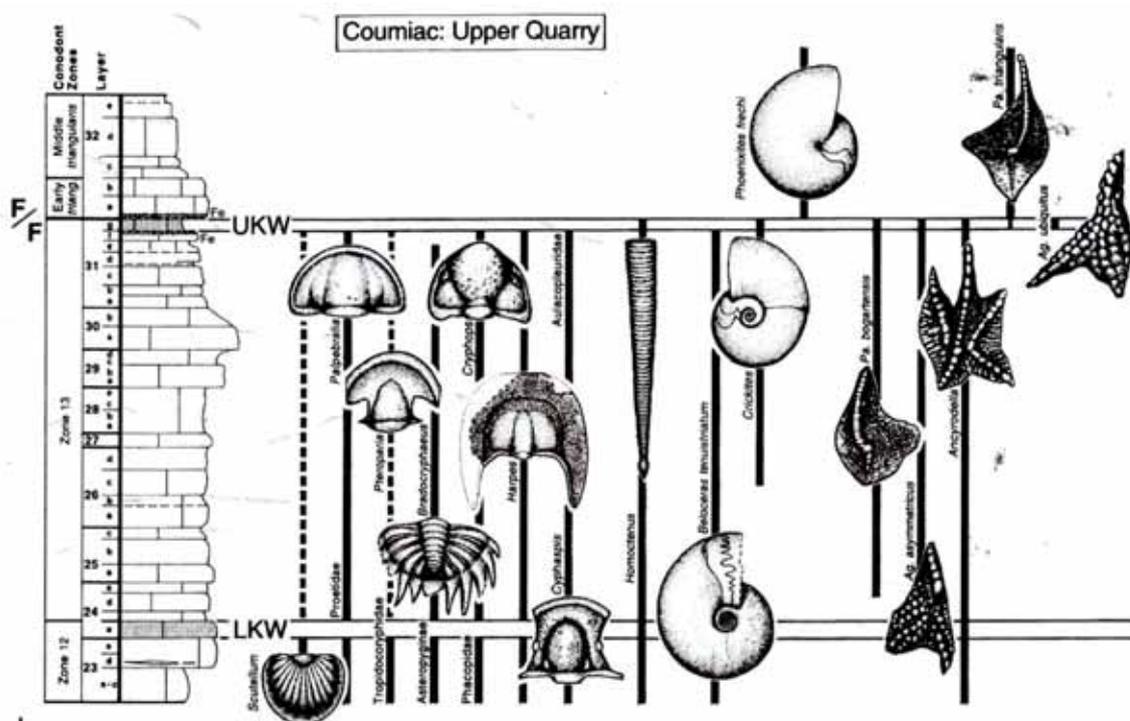


Figure 8 - Crise biologique, à la limite Frasnien/Famennien (F/F) à Coumiac [Icônes des fossiles].  
(Les extinctions de Trilobites, Goniatites et Conodontes, d'après House et al. 2000)



Fig. 9 : Dalle à Goniatites (photo JP Faillat)



Fig. 10 : Carrière de COUMIAC M Gastou  
(photo R Guin)

### 3.2 - La crise biologique du Dévonien

Le site de Coumiac caractérise aussi une des cinq grandes crises biologiques reconnues sur la Terre.

La présence d'une telle quantité de Goniatites sur les fameux calcaires "griotte" est le résultat d'un événement majeur sur la Terre dit « Kellwasser » : les eaux qui tuent, à mettre en relation avec une très grande diminution du taux d'oxygène dans l'eau. Il se situe autour de 375 MA et il caractérise la troisième plus importante crise biologique que la Terre ait connue, *provoquant l'extinction de 50% des genres de vie marine.*

Les deux autres plus grandes crises sont :

- **la Crise du Permien** entre l'ère Primaire (le Paléozoïque) et Secondaire (le Mésozoïque), survenue en plusieurs épisodes sur 5 millions d'années vers - 251 MA. Elle est marquée par la disparition de 95% des espèces marines et de 70% des espèces vivant sur les continents. Les étapes sont encore floues et plusieurs hypothèses complémentaires et/ou contradictoires sont avancées pour l'expliquer l'extinction : anoxie du milieu, aridité, impact météoritique, volcanisme (Sibérie).
- **la Crise de l'Ordovicien supérieur**, avec une forte glaciation qui aurait entraîné une brutale diminution du niveau de la mer anéantissant 85% des espèces marines.

### 4 - Les évolutions tectoniques tardives

Du point de vue de la tectonique régionale, de l'évolution et de sa mise en place, la Montagne Noire est un vestige de la chaîne hercynienne érigée au Paléozoïque supérieur (Carbonifère : -330 MA). Elle est constituée des deux ensembles sédimentaires (versants Nord et Sud) séparés par un cœur encore appelé "zone axiale" formé de roches métamorphiques et granitiques.

Comme indiqué sur la coupe nord-sud au bas de la carte géologique de Saint-Chinian, le versant sud, est constitué d'une *superposition complexe de nappes plissées et retournées.*

Ce sont, avec par ordre d'empilement :

- la nappe des Monts de Faugères à matériels Silurien, Dévonien et Carbonifère inférieur,
- la nappe du Mont-Peyroux avec des séries de l'Ordovicien inférieur, Silurien terminal, Dévonien et Carbonifère inférieur et la nappe du Minervois Cambrien à Carbonifère inférieur,
- la nappe de Pardailhan à Cambrien, Ordovicien inférieur et accessoirement Dévonien,
- la nappe du Minervois avec des séries Cambrien à Carbonifère inférieur,

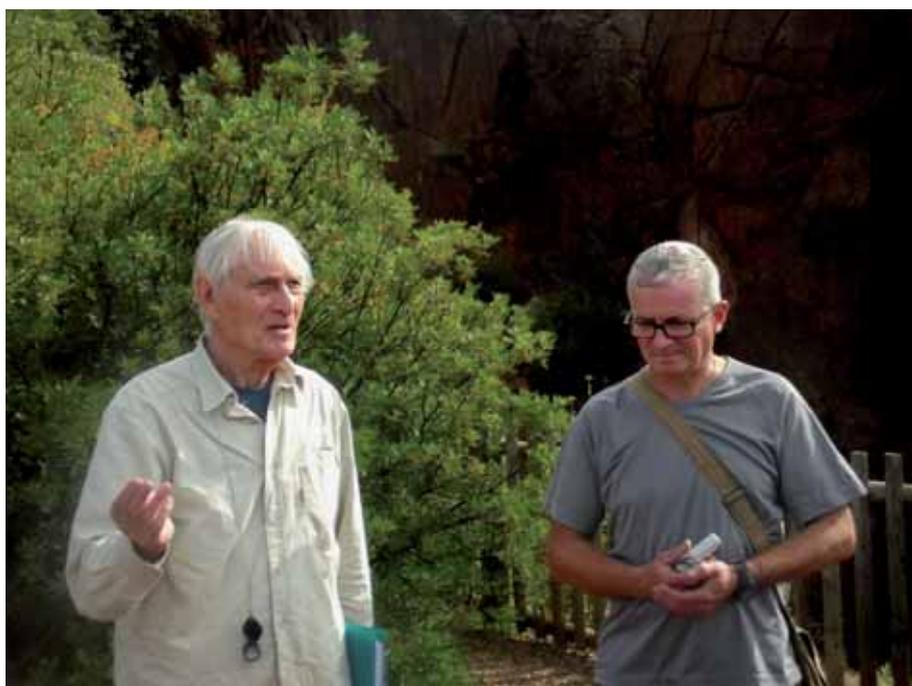
Les strates calcaires de Coumiac rattachées au Mont-Peyroux sont quasiment verticales, ayant subi des déformations importantes lors de l'épisode hercynien. La transformation du calcaire en marbre est également d'origine hercynienne.

Le chaînon de Saint-Chinian et les écaïlles de Cabrières sont quant à elles rattachées aux structures de la nappe des Corbières et à la tectonique pyrénéenne.

Au-delà de la stratigraphie et des points GSSP ainsi définis, la lithologie et l'agencement des séries du Primaire du secteur sud de la Montagne Noire ainsi que l'intérêt que pourraient représenter ces roches dans le cadre d'une identification et exploitation de ses ressources en eau pourront être éventuellement abordés lors d'une prochaine excursion.

Vous pouvez vous inscrire dès à présent pour cette prochaine sortie.

Pierre Bérard.



Michel Gastou à la loupe et Philippe Gerbier à l'écoute - Photo José Grevellec



Fig. 11 : Goniatite



Fig.12 : Carrière de Coumiac

## ANNEXE 1

### Glossaire proposé par J. MICHAUX

**Actualisme** : stabilité des lois dans le temps et l'espace/conditions passées comparables aux actuelles.

**Age numérique** : exprimé en millions (Ma ou MA) ou en milliers d'années (Ka). Il est :

- a) mesuré : c'est l'âge radio-isotopique, l'expression "âge radiométrique" est surannée et doit être évitée, pareillement pour l'expression "âge absolu" ;
- b) estimé : c'est l'âge basé sur un calcul d'extrapolation ou d'interpolation. Les âges fournis par le GPTS et le IMBS sont des âges estimés ;
- c) astrochronologique : ce sont les âges déterminés par application de la cyclostratigraphie interprétée comme reflétant les cycles orbitaux, dits cycles de Milankovitch.

**Age relatif** c'est :

- a) l'âge donné par rapport à un système de référence dit relatif : par exemple/ âge donné par rapport à une unité chronostratigraphique ("un âge éocène ancien"/"d'âge lutétien") ou à un système biozonal ("appartient à la Zone P5"),
- b) l'équivalent temporel de l'étage : c'est l'intervalle de temps représenté par l'étage : l'âge lutétien.

**Age radioisotopique** : âge déterminé à partir du ratio entre deux isotopes d'un même élément radioactif ou de deux éléments voisins (e.g./ Ar/Ar ; K/Ar ; Pb/Pb ; Ur/Pb).

**Assemblage faunique** : association de taxons sensé représenter un milieu ou un intervalle de temps singulier.

**Astrochronologie** : chronologie basée sur les cycles de Milankovitch. Elle résulte de la conversion numérique de la cyclostratigraphie par assimilation entre cyclicité sédimentaire et un paramètre donné (souvent la précession) de l'orbite terrestre.

**Biochron** : Unité de base de la biochronologie : Intervalle *temporel* déterminé par deux datums biochronologiques (FAD à LAD ; FAD à FAD ; LAD à LAD ; LAD à FAD) ; un biochron défini par les FAD et LAD d'une même espèce correspond à la *durée de vie* (life span) de l'espèce ; peut aussi se définir comme l'intervalle de temps correspondant à une *biochronozone*.

**Biochronologie** : système *temporel* de référence, basé sur les moments d'apparition et/ou d'extinction (au sens évolutif des termes) d'espèces données. Les âges biochronologiques sont des âges estimés (eg. le FAD de l'espèce BA est à ~ 55 Ma ; le LAD de l'espèce CD est à ~ 34.6 Ma) à partir du temps zéro (c'est-à-dire le présent). Il est essentiel de ne pas confondre biochronologie et biostratigraphie bien qu'en pratique, beaucoup d'auteurs ignorent ce principe fondamental.

**Biochronozone** : intervalle stratigraphique correspond à toute la durée d'un biochron.

**Biostratigraphie** : subdivision des séries sédimentaires sur la base de leur contenu paléontologique (fossiles). La valeur propre de la biostratigraphie comme celle de la biochronologie repose sur le « simple » fait que toutes deux sont l'expression directe de l'Évolution des espèces.

**Biozone** : unité de base de la biostratigraphie : intervalle qui délimite entre deux horizons correspondant aux niveaux de présence inférieure (LO) et/ou de présence supérieure (HO) d'espèces données. Ces horizons s'expriment en mètres par rapport à un point de référence. Une biozone n'est pas forcément la représentation stratigraphique d'un biochron/car des discordances peuvent avoir tronqué des zones.

**Catastrophisme** : par le passé/ont joué des conditions différentes des actuelles et des processus différentiels de ceux que l'on voit se dérouler sous nos yeux. Conclusion, on ne peut extrapoler du présent au passé ; les changements ne sont pas nécessairement graduels.

**Chimiostratigraphie** : méthode d'étude des séries sédimentaires sur la base de la variation de rapports d'isotopes stables.

**Chronologie** :

a) système temporel de référence basé sur une propriété donnée des séries sédimentaires : eg./ Biochronologie, Magnétochronologie, Téphrochronologie (l'activité volcanique provoque des projections parfois réparties sur de vastes surfaces ; les niveaux de cendres peuvent être utilisés pour des corrélations; des datations radio-isotopiques sont également possibles)/

b) séquence historique d'événements enregistrés dans les séries sédimentaires/une chronologie est exprimée sous forme relative (eg : par rapport aux époques) ou numérique (e.g./ en termes d'âges estimés).

**Chronométrie** : temps absolu, isotopes radioactifs.

**Chronostratigraphie** : subdivision des séries sédimentaires sur la base d'unités stratigraphiques délimitées par des horizons datés. L'unité de base de la Chronostratigraphie est l'étage.

**Complétude d'une série** : rapport (exprimé ou non en pourcentage) de l'épaisseur de la série sur l'épaisseur théorique / produit de la durée totale par le taux de sédimentation à court terme (exemple : pour les mammifères de l'Éocène des bassins des Montagnes Rocheuses 28 %, pour la série lacustre plio-pléistocène à gastéropodes d'Afrique de l'Est/ 73%).

**Critères utilisés en biochronologie** : 1) même composition ; 2) première présence d'un taxon ou de plusieurs taxons ; 3) dernière présence ; 4) même abondance – rareté ; 5) même séquence de changements fauniques ; 6) même degré d'évolution des représentants d'une ou de plusieurs lignées.

**Cyclostratigraphie** : subdivision fine des séries sédimentaires sur la base de l'alternance de cycles répétitifs de caractères lithologiques (eg., alternances monotones répétées marnes - sapropèles).

**Datation radioisotopique** : mesure du rapport isotopique d'un élément radioactif en vue de dater une roche.

**Dernière présence** (Cf présence supérieure). L'équivalent des auteurs anglo-saxons est *last occurrence* (LO). L'emploi de l'expression "dernière présence" (ou de LO) est déconseillé car il s'agit d'une expression de caractère mixte, temporel (dernière) et stratigraphique (présence).

**Diachronisme** : exprime le fait que le temps relatif de présence d'une espèce est plus long dans un bassin que dans un autre. Le diachronisme est essentiellement lié à la latitude pour les espèces marines, aux barrières géographiques pour les espèces terrestres.

**Échelle biochronologique** : Système de référence temporel basé sur la biochronologie.

**Échelle biozonale** : système de référence basé sur les biozones.

**Échelle des temps** : système de référence servant à situer l'histoire de la Terre dans un cadre temporel.

**Echelle magnétobiochronologique intégrée** (Integrated MagnetoBio-chronologic Scale - IMBS) : c'est une échelle des temps fondée sur le GPTS (Geomagnetic Polarity Time Scale) d'où plusieurs échelles biochronologiques sont dérivées. L'IMBS n'est possible que pour les temps cénozoïques et la fin du Crétacé (Santonien à Maestrichtien) car le GPTS ne peut être construit au-delà du Chron. C3In (Santonien).

**Écostratigraphie** : utilisation du signal paléo-environnemental enregistré dans une série pour établir des corrélations.

Attention, des histoires de l'environnement identiques mais non- synchrones conduiront à une erreur. Ceci vaut pour tout phénomène séquentiel (séquences stratigraphiques) ou bien cyclique (par exemple succession interglaciaire - glaciaire) utilisé pour établir des corrélations.

**Étage** : l'unité fondamentale de la chronostratigraphie.

**Événement** : tout effet extrême d'un phénomène affectant la géologie ou les êtres vivants définit un événement qui peut servir de repère pour des corrélations (maximum de transgression ou de régression ; variation brutale de la composition des faunes, apparition d'une espèce).

**First Appearance Datum (FAD)** : moment d'apparition (au sens évolutif du terme d'un taxon), s'exprime en Ma.

**Formation** : unité de la lithostratigraphie qui inclut des membres, eux-mêmes composés de strates. Le groupe rassemble plusieurs formations.

**Géochronologie** : méthode de subdivision des séries sédimentaires sur la base d'unités représentant des intervalles de temps (qui définissent des durées).

**Global Stratotype Section and Point (GSSP)** : coupe de référence pour l'échelle stratigraphique, pour un horizon, pour une coupe.

**Golden spike** : "**le Clou d'or**" (ou "l'épingle d'or") qui marque l'horizon correspondant à la limite entre deux unités chronostratigraphiques.

**Geomagnetic Polarity Time Scale (GPTS)** : une chronologie numérique (échelle des temps) basée sur les anomalies magnétiques enregistrées sur les fonds océaniques (magnetic lineation patterns), corrélées aux inversions magnétiques enregistrées dans les couches sédimentaires/calibrées par âges radio isotopiques.

**Hiatus** : l'intervalle de temps correspondant à une lacune, il exprime une durée et donc le **my** s'applique, par exemple un hiatus de 3 **my**. Toutefois des auteurs utilisent hiatus dans le sens lacune stratigraphique.

**Horizon** : interface qui contient un événement faunique ou autre/ caractéristique ;

**Lacune stratigraphique** : intervalle stratigraphique non représenté dans une coupe ou dans une région donnée. Une lacune est souvent (mais pas toujours) représentée par une surface d'érosion.

**Last Appearance Datum (LAD)** : moment d'extinction d'une espèce. Il s'exprime en Ma.

**Lignée** (ou lignée évolutive, ou lignée phylétique) : succession chronologique d'espèces liées entre elles par une relation d'ancêtre à descendant.

**Lithostratigraphie** : subdivision des séries sédimentaires sur la base de leur caractères lithologiques. La formation est l'unité de base. Un groupe comprend plusieurs formations.

**Localité** : site fossilifère individualisé. Plus étroit de définition qu'un gisement (exemple : gisement de Bouzigues, localité de Bouzigues 2).

**Localité-repère** : site fossilifère dont la liste faunique (en général riche) a été étudiée et sert de référence pour la datation de nouveaux sites.

**Ma** = Mega-annum = millions d'années. *En anglais*, **Ma** exprime un âge, et **my** exprime une durée.

**Magnétochrone** : ou plus simplement Chron : intervalle temporel compris entre deux inversions Magnétiques. S'écrit : Chron C2In ou Chron C2Ir (ou encore : Chron C6Cn.In/ Chron C6Cn.Ir) (l'écriture C24An ou encore C24Br est obsolète).

**Magnétostratigraphie** : subdivision des séries sédimentaires sur la base de leurs propriétés magnétiques en rapport avec l'enregistrement de la polarité terrestre

au moment du dépôt (ou acquise ultérieurement lors de la pédogenèse, dans certaines conditions ; travaux en cours). Enregistrement d'une histoire unique.

**Magnétozone** : l'unité stratigraphique de base de la magnétochronologie, avec deux types de magnétozones : celles qui sont à polarité normale et celles à polarité inverse. On voit immédiatement que l'identification des magnétozones reconnues dans une série, revient à retrouver l'ordre correspondant dans l'échelle de référence - en supposant que la série étudiée est continue, ou sur la base de corrélations biostratigraphiques (le plus souvent) ou de datations isotopiques (plus occasionnellement).

**Niveau** : en stratigraphie, une strate très peu épaisse qui occupe une position précise dans une séquence stratigraphique.

Les termes anglais de level, datum, marker/marker-bed, key-bed, sont utilisés dans un sens comparable, et il y a divers types d'horizons selon les caractéristiques stratigraphiques impliquées.

**Niveau repère** : ligne-temps isochrone construite à partir d'une faune-type qui associe des "instantanés évolutifs". La localité qui a fourni la faune-type est une localité repère, utilisée dans des échelles biochronologiques. La valeur opérationnelle d'un niveau-repère est régionale ou sous-continentale (problème de la dispersion non nécessairement instantanée des taxons ou des stades évolutifs).

**Pouvoir de résolution** : plus petit intervalle de temps pouvant être reconnu entre deux faunes successives.

**Première présence** : voir présence inférieure. L'équivalent des auteurs anglo-saxons est *first occurrence* (FO). L'emploi de l'expression "première présence" (comme celle de FO) est déconseillé car il s'agit d'une expression de caractère mixte, temporel (première) et stratigraphique (présence), sauf si elle sert à exprimer un diachronisme certain.

**Présence inférieure** : Horizon au-delà duquel une espèce fossile n'est plus présente. L'équivalent anglo-saxon est **Lowest occurrence** (LO). Il ne faut pas confondre lowest occurrence (LO) et last occurrence (LO). Cette dernière expression est à réserver pour les cas de diachronisme d'une espèce entre bassins.

**Présence supérieure** : Horizon en deçà duquel une espèce fossile n'est plus présente. L'équivalent anglo-saxon est **Highest occurrence** (HO).

**SSS** : échelle stratigraphique de référence.

**Stade évolutif** : degré d'évolution (représenté par un stade morphologique) singulier d'une population ou d'une espèce dans une lignée évolutive.

**Stratigraphie séquentielle** : méthode de subdivision des séries sur la base de la géométrie des corps sédimentaires délimités par des discontinuités (*unconformities*) avec des subdivisions à petite ou grande échelle. Une discontinuité a une valeur temporelle (suite à une variation du niveau marin).

**Stratotype d'étage** : la coupe de référence qui définit l'étage.

**Stratotype de limite** : la coupe type qui contient la limite entre deux étages. Cette limite correspond à un horizon artificiellement bien marqué (e.g. par une plaque métallique) dans la coupe.

**Taux de sédimentation** : vitesse à laquelle un intervalle sédimentaire s'est déposé. Il s'exprime en cm par millions (**my**) ou milliers d'années (**ky**). Par exemple, le taux de sédimentation moyen d'une boue calcaire océanique est de 1 cm/1 000 **yr** (1 cm en mille ans; = 1 cm/0.1 **my**.; = 1 cm/**ky**).

**Temps** : Temps géologique, il s'exprime de façon relative ou numérique (voir âge). L'expression Temps absolu est inutile.

**Uniformitarisme** : les processus géologiques et évolutifs sont graduels (pas à pas). L'importance des changements survenus aussi bien en géologie qu'en évolution biologique est liée à la durée.

**Zonation** : subdivision d'une série sédimentaire sur la base d'un caractère donné (e.g./ contenu paléontologique ; caractères isotopiques, teneur en éléments traces).

**Remarque** : attention aux faux amis, ainsi en anglais,

- dans **une coupe**, la position relative est indiquée avec les adjectifs « **lower** » ou « **upper** ».
- une **position temporelle relative** est désignée par les adjectifs « **early** » ou « **late** ».

Sortie du 11 octobre 2015



Carte des arrêts de cette sortie

## Quelques rivages perforés du Mio-Pliocène du Gard

Nous sommes peu nombreux en ce dimanche matin d'octobre au départ de l'Ecole des Mines. Heureusement le gros des troupes nous attend à la Calmette et nous serons une vingtaine pour cette journée d'automne qui devrait se montrer agréable.

### Arrêt 1 : Vic

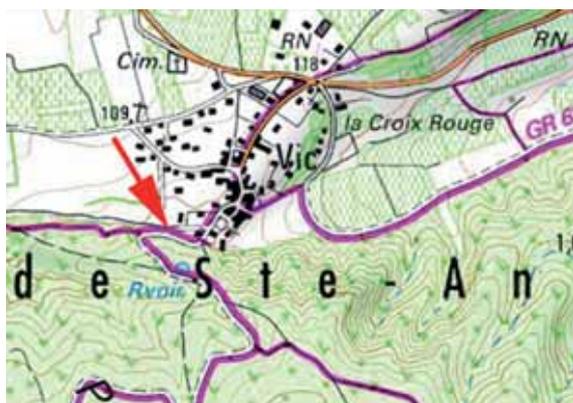


Fig.1a : plan de situation de l'arrêt (IGN®)



Fig.1b : carte géologique (BRGM®)

L'arrêt se trouve sur la route du réservoir malheureusement interdite à la circulation et en ce dimanche la barrière du DFCI est effectivement fermée.

Le problème est donc de trouver un moyen de stationner. Notre arrivée massive met un terme aux espoirs d'un joueur de boules qui occupait la petite place de l'église.

Les voitures enfin garées tant bien que mal, l'accès à l'affleurement est rapide, à peine une centaine de mètres.

L'affleurement présente deux aspects très différents :

Une première zone montrant une succession d'encoches d'érosions (fig.2) avec des perforations de gros diamètre et bien conservées dans les parties concaves verticales (fig.3). On est à une altitude voisine de 130 m.



Fig.2 : Encoches d'érosion (photo JP Rolley)



Fig.3 : Perforations sur les parties concaves verticales (photo JP Rolley)

L'origine de ces encoches est discutée, d'autant qu'au-dessus et latéralement, on trouve une surface, moins pentée et légèrement ondulée, également couverte de perforations (fig.4).

On y observe des perforations de type pholades qui semblent présenter au moins deux tailles différentes mais aussi de grosses perforations que l'on attribue classiquement à des oursins (fig.5).



Fig.4 : Surface ondulée et perforée. (photo JP Rolley)



Fig.5 : Perforations de diamètre variable (photo JP Rolley)

Enfin, une discussion s'engage sur l'âge de ces perforations, sont-elles « pontiennes » ou burdigaliennes ? En effet juste au début du chemin, on peut apercevoir, dans un jardin, un bel affleurement de molasse miocène (fig.6) qui laisse penser que ces perforations pourraient être liées à la transgression burdigalienne.



Fig.6 : affleurement de molasse burdigalienne (photo JP Rolley).

Enfin, avant de repartir, nous montons jusqu'au réservoir pour admirer le vaste paysage qui, vers le nord, nous permet de voir le Mont Bouquet. La brume ne nous permet aujourd'hui de percevoir le Mont Lozère en arrière-plan.



Fig 7 : Plaine de Bourdic et Mont Bouquet (photo JP Rolley)

### Arrêt 2 : Blauzac

Nous sautons cet arrêt qui ne montre que peu de chose, pour aller directement à Saint Hilaire d'Ozilhan.

### Arrêt 3 : Saint Hilaire d'Ozilhan

Malgré quelques égarements, nous finissons par tous nous retrouver devant la cave coopérative d'Ozilhan et prenons la direction du Castelas. Nous laissons les voitures juste au début de la piste et nous installons pour un casse-croûte bien mérité. Mais notre venue n'est pas passée inaperçu et nous ne tardons pas à avoir la visite d'une voiture de gendarmerie qui ne fera que passer et repasser.



Fig.8a : plan d'accès à l'affleurement



Fig.8b : géologie

A l'abri du vent, le casse-croûte se passe sans problème et nous entreprenons de descendre vers l'affleurement à travers le maquis de romarin et de chêne-vert.



Heureusement le trajet n'est pas bien long et bientôt les agariens dominent les larges vasques d'Ozilhan (fig.9). Altitude voisine de 70 m.

Les Vasques d'Ozilhan sont de curieuses dépressions creusées dans les calcaires urgoniens, au pied de la colline du Castelas. Les flancs de ces vasques montrent des perforations de lithophages (pholades) et d'oursins (fig.10).

L'origine de ces vasques serait due à des courants marins convergents, donnant naissance à des arêtes, orientées dans une même direction, sensiblement E-W.

Fig. 9 : Agariens dominant des vasques d'Ozilhan (photo JP Rolley)



Fig.10 : bordures perforées (photo JP Rolley)

Ici aussi l'âge de ces vasques et des perforations n'est pas connu mais les molasses helvétiques de Castillon du Gard sont toutes proches.

Le temps tourne et nous avons encore du chemin à faire. Tout le monde regagne les voitures et direction d'un autre Castelas, celui de Théziers.

#### Arrêt 4 : Castelas de Théziers

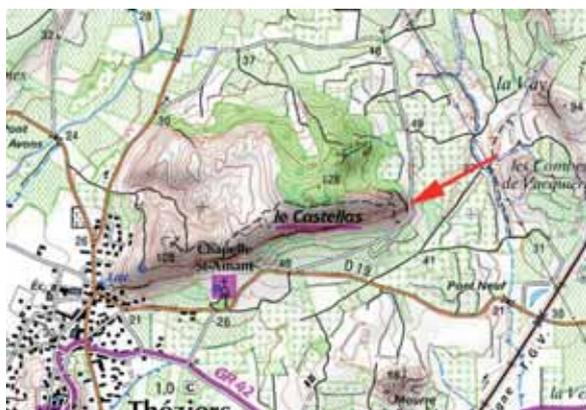


Fig.11a : Castelas de Théziers, topographie (IGN)

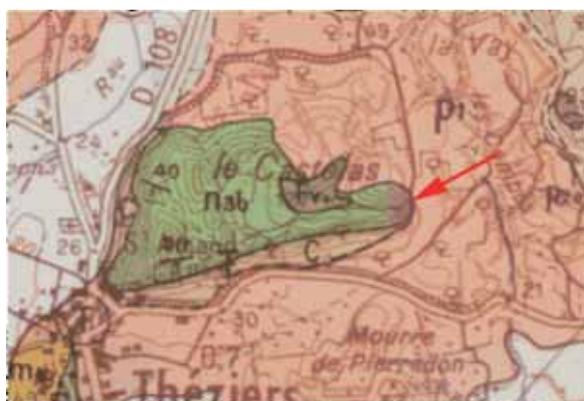


Fig.11b : Castelas de Théziers, géologie (BRGM)

A l'entrée de Théziers nous prenons la D19, nous passons devant la chapelle



de Saint Amant et les marnes à congéries pour prendre, peu après, la petite route (interdite à la circulation) qui fait le tour du Castelas. Sur la pointe est, la falaise hauterivienne est parsemée de perforations qui sont ici rapportées au Pliocène (« A des cotes voisines de 80 m, le long du piedmont des Garrigues, s'observent des traces de rivages marqués par des surfaces nivelées, perforées de trous de Pholades » notice carte géologique de Nîmes p.11). Ces perforations s'observent sur toute sa hauteur (d'environ 60 m à plus de 100 m NGF), ce qui permet d'appréhender l'importance des fluctuations du niveau marin au Pliocène.

Nous repartons par la D108 direction Rochefort du Gard où nous nous arrêterons en fin de journée.

Fig.12 : perforations sur la falaise hauterivienne (photo JP Rolley)

## Arrêt 5 : Les Fontaines de Rochefort

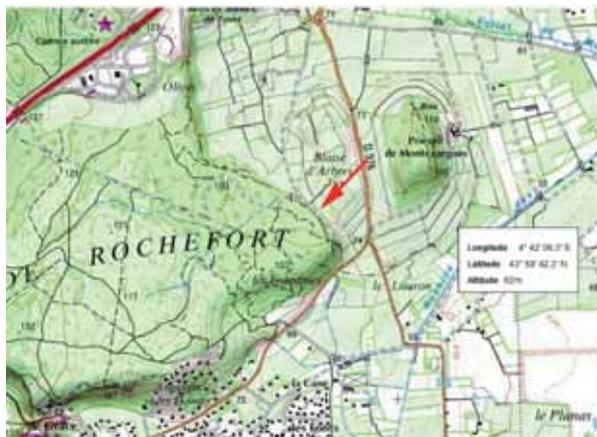


Fig.13a : topographie (IGN)



Fig.13b : géologie (BRGM)



Un peu après Rochefort et le lieu-dit Les Fontaines, nous nous arrêtons et empruntons le petit chemin de terre qui longe la fin du massif calcaire de Rochefort. Là, le long du chemin, le massif urgonien, se termine par une falaise de quelques mètres. Cette falaise, sur plus de 300 m. de long (altitude de 75 à 90 m), est totalement perforée (fig.15) par des gros trous de pholades (fig.14) qui font parfois une dizaine de centimètres de profondeur.

Par endroits, on observe même le contact avec la série pliocène. La surface perforée est alors associée à un encroustement jaunâtre (fig.16).

Fig.14 : Grosses perforations (photo JP Rolley).



Fig. 15 : Falaise perforée (photo JP Rolley).



Fig. 16 : Zone perforée et encroutée (photo JP Bouvier).

Avant de repartir, nous décidons d'aller jeter un coup d'œil sur la formation pliocène marquée pF (Sables fluviatiles type Saint-Laurent-des-Arbres) qui affleure juste à l'est du chemin au pied du lieu-dit *Blaise d'arbres*. Dans un champ fraîchement labouré, nous trouvons tout d'abord quelque débris de coquilles puis des morceaux



de bois fossiles (fig.17) et enfin une grande quantité de débris osseux dont un beau morceau d'os bien reconnaissable et un autre un peu plus gros de forme complexe qui serait un morceau de bassin de mastodonte (fig.18). On est probablement bien dans les niveaux de Saint-Laurent-des-Arbres.

Fig.17 : bois fossile (photo JP Rolley)



Fig. 18 : morceau probablement de bassin de mastodonte (photo P. Bérard)

### **Arrêt 6 : Notre Dame de Grâce (Rochefort du Gard)**

Nous terminons la journée en montant à la chapelle de Notre Dame de Grâce pour avoir un aperçu sur l'ensemble du fossé de Pujaut.



Fig.19 : Agariens à Notre Dame de Grâce le 11/10/2015 (photo Ph. Gerbier)

Pour résumer ce que nous avons vu sur les rivages perforés :

Les perforations sont établies sur des surfaces dures érodées et l'on peut facilement imaginer que l'érosion a eu lieu avant les perforations.

Le fait que ces surfaces soient conservées avec leurs perforations laisse penser qu'il n'y a pas eu depuis de forte érosion.

Enfin, les altitudes des lieux sont toutes à l'intérieure d'une limite étroite de 60 à 130 m. (cote NGF).

Lieu	Altitude	Falaise	Surface nivelée
Vic	130	X	X
Ozilhan	70		X
Théziers	60-100	X	
Les Fontaines	80-100	X	

Rappelons par exemple :

- Qu'à Saint Pons La Calm le niveau à huitres pliocènes et perforations est aux environs de 115 m (Bull. AGAR n° 86 – 2013).
- Qu'à Grange-Blanche 80 m. et au Midi-de-Bos-Nègre 110-120 m. (Bull AGAR n°76 – 2009)
- Qu'à la Montagne de Saint-Géniès-de-Comolas des niveaux perforés sont décrits entre 90 et 110 m.

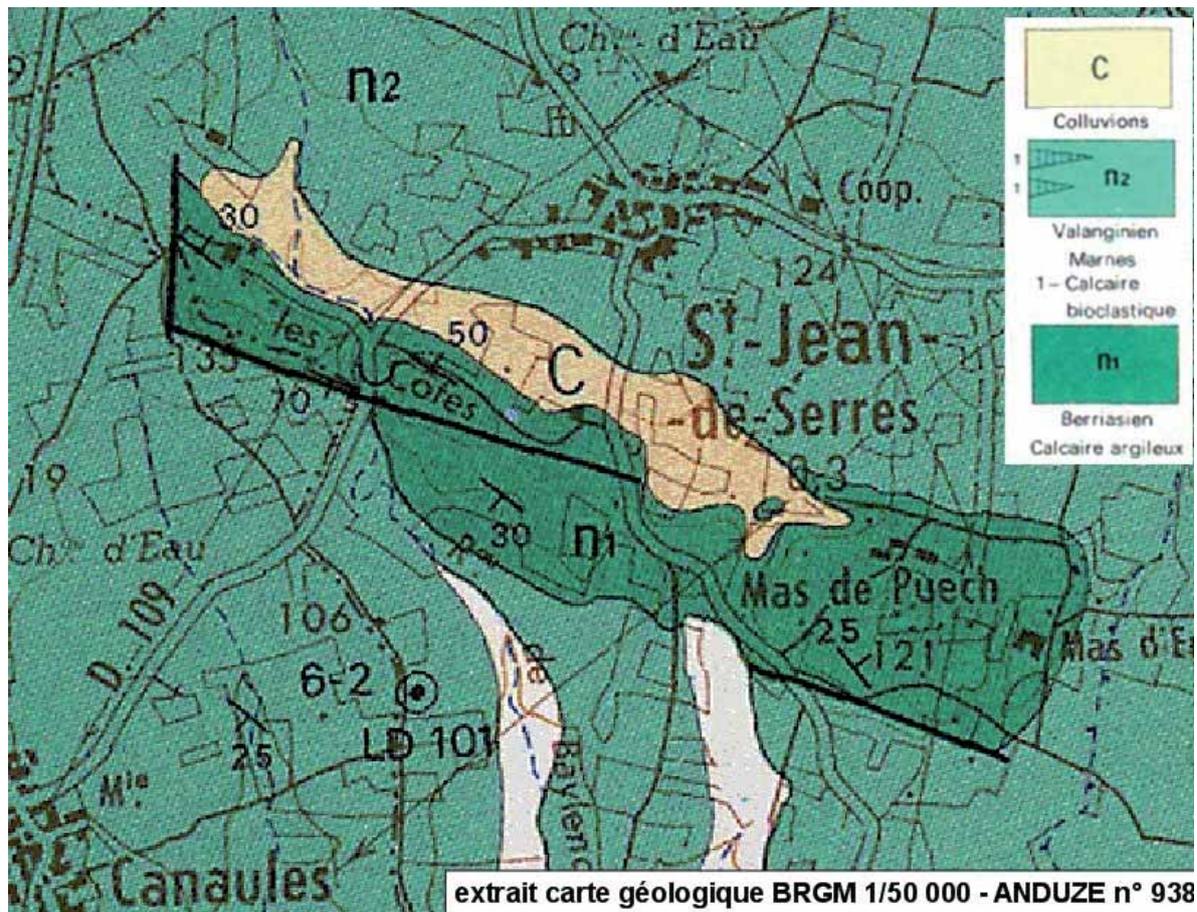
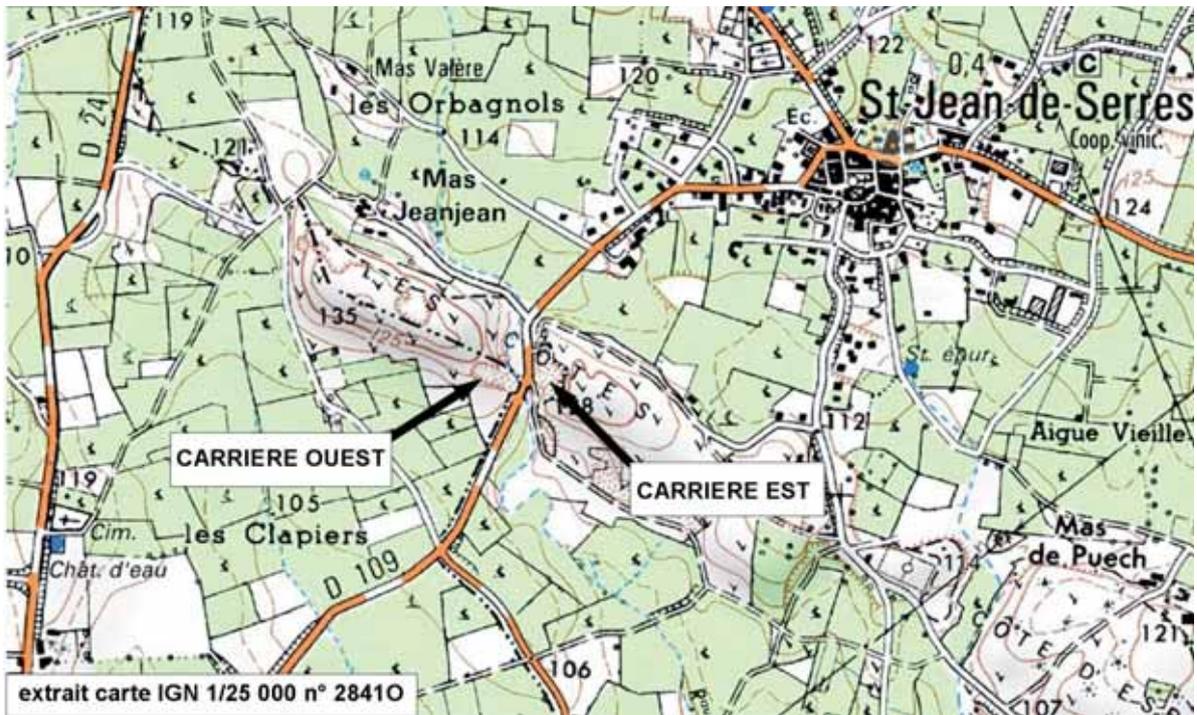
Il semble donc que toutes ces perforations soient compatibles avec un âge pliocène.

Jean-Pierre ROLLEY

### **Bibliographie**

- Notices des cartes géologiques d'Uzès, Nîmes, Avignon, Pont Saint Esprit ;  
Rivage Pliocène aux environs de Nîmes – Gabriel Carrière -Bul. Soc. sc. Nat.  
Nîmes – 1905  
Le Pliocène dans la vallée du Rhône. Denizot Georges. In Revue de géographie de  
Lyon, vol. 27, n°4, 1952. pp. 327-357.  
Bulletins AGAR n° 76 et 86

### Carrières de Saint Jean de Serres



Comme depuis de nombreuses années, un premier groupe prend le départ de l'École des Mines pour rejoindre d'autres participants à la cave coopérative de Saint-Jean-de-Serres, où nous nous retrouverons 23 avant de nous diriger vers notre but, quelques centaines de mètres plus au sud, sur la route de Canaules.

Située sur la D109, entre Saint-Jean-de-Serres et Canaules, la carrière des Côtes est aujourd'hui abandonnée. Elle entaille le versant sud d'un léger repli anticlinal d'axe WNW-ESE, souligné tant par la carte géologique que par la topographie, comprenant des calcaires berriasiens et des marnes valanginiennes. Nous distinguerons une petite carrière ouest aujourd'hui encombrée de débris divers et une carrière est, largement ouverte sur l'autre côté de la route.

### **Carrière ouest des Côtes de Saint Jean de Serres**



Préambule, devant la carte géologique (photo JPB)

Nous débuterons par la carrière ouest dans laquelle, dès l'entrée, nous observons des calcaires bien stratifiés, tranquilles, sur la face nord, bouleversés ailleurs. Ces calcaires alternent avec des marnes de teinte sombre. Il s'agit de formations pélagiques de mer franche datées du Crétacé inférieur. Plus au sud cet ensemble repose sur des calcaires clairs, massifs du Tithonien (ou Tithonique ou encore Portlandien, étage terminal du Jurassique). Ce Tithonien présente localement des faciès récifaux. A la fin du Jurassique la région s'est effondrée car, plus à l'est, s'est creusé le fossé vocontien.

## Méthode.

Les trois étapes du raisonnement scientifique reposent sur :

1) la présentation des faits : c'est l'**aspect géométrique** qui consiste en une description des objets observés.

2) qui conduit à la deuxième étape, qui concerne le mouvement, l'évolution, à partir d'un état initial ; c'est l'**aspect cinématique**.

3) la troisième étape, l'**aspect dynamique**, concerne le moteur de ces mouvements.

Les objets les plus souvent rencontrés en géologie sont des lignes et des surfaces. Dans le domaine sédimentaire la surface initiale est la surface stratigraphique ou **S<sub>0</sub>**. Cette surface est, à l'origine, généralement horizontale (ou en est très proche). D'autres surfaces peuvent ultérieurement apparaître comme, par exemple, des fissures. Nous pouvons les définir comme des surfaces **S<sub>1</sub>**, **S<sub>2</sub>** etc. suivant l'ordre de leur apparition. Ici nous trouverons :

- une surface structurale (sur la face nord, la grande dalle de calcaires berriasiens) que nous appellerons **S<sub>0</sub>**.
- des surfaces **S<sub>1</sub>** sur le front ouest de la carrière.



Vue d'ensemble de la carrière ouest (photo JPR)

### Première observation : les zones abritées.

**L'aspect géométrique.** Faite sur la face nord de la carrière, cette observation concerne les strates calcaires (Berriasien) qui plongent vers le sud d'un angle de 40° (pendage N110 S40). Celles-ci montrent, sur leur surface supérieure, des alignements

subhorizontaux où alternent des zones claires de calcite et des zones gris bleuté appartenant à la roche.

Ces encroûtements de calcite se raccordent à la roche vers le haut par un ressaut ; ils représentent la zone abritée (za), qui, vers le bas, se prolonge par un mince film de calcite orienté se raccordant insensiblement à la roche calcaire. Les zones gris bleu de la roche présentent des stries verticales à légèrement inclinées qui confirment le déplacement des strates les unes sur les autres.



Carrière ouest - front nord avec grande dalle de calcaires berriasiens (photo jpb)



Dalle berriasiennne - stries et zones protégées (photo jpb)

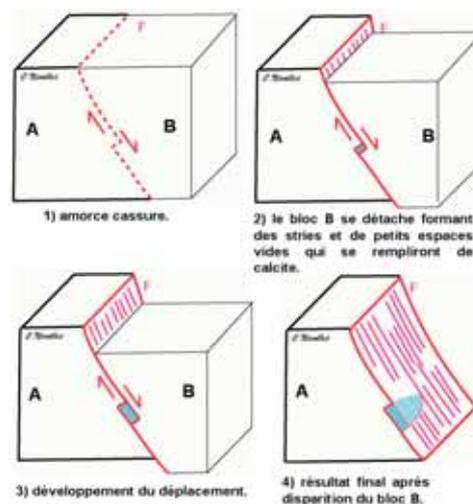


schéma de formation des stries et des zones protégées (d'après C. Nicollet modifié)

stries et zones abritées (C. Nicollet)

**L'aspect cinématique.** Cette structure est liée au glissement des strates les unes sur les autres. Or, très souvent, les surfaces stratigraphiques des bancs, appelées  $S_0$ , sont légèrement ondulées, alternant des zones creuses et bombées. Ces irrégularités peuvent être liées à des courants, à une activité biologique, etc. On retrouve le moulage de ces ondulations sur la surface inférieure du banc déposé au-dessus qui, ici, a été enlevée. Elles vont gêner le glissement de la strate supérieure, engendrant des frottements là où les bosses et leurs moulages se superposent. Quand il s'agit du croisement des creux un espace libre de matière se crée entre les strates, simulant une distension. Là où il y a compression nous observons une dissolution des carbonates qui se transforme en bicarbonates solubles suivant la réaction réversible :



Les aspérités calcaires vont ainsi être éliminées. Le bicarbonate de calcium dissous va se déposer dans les zones sous-tendues, régénérant alors la calcite. Les oxydes renfermés dans les calcaires donnent sa teinte rouille à la surface de faille.

Les géologues utilisent souvent ces aspérités pour connaître le sens du déplacement des strates en passant leur main sur la surface. Quand celle-ci est accrochée par les encroûtements ils savent que le déplacement n'était possible que dans l'autre sens. Ici le compartiment manquant s'est déplacé vers le haut (mouvement en faille inverse).

**L'aspect dynamique.** Quel a été le moteur du glissement ? C'est évidemment le plissement des strates qui a créé le repli anticlinal dans lequel a été ouverte la carrière. Comment ? Lorsque nous plions une brochure nous savons que ses pages glissent les unes sur les autres. Il en est de même pour les strates. Ici le moteur à l'origine du plissement est, selon toute vraisemblance, celui qui a provoqué la formation de la chaîne pyrénéenne, c'est-à-dire le rapprochement de l'Espagne et de la plaque européenne.

### **Deuxième observation : les surfaces structurales.**

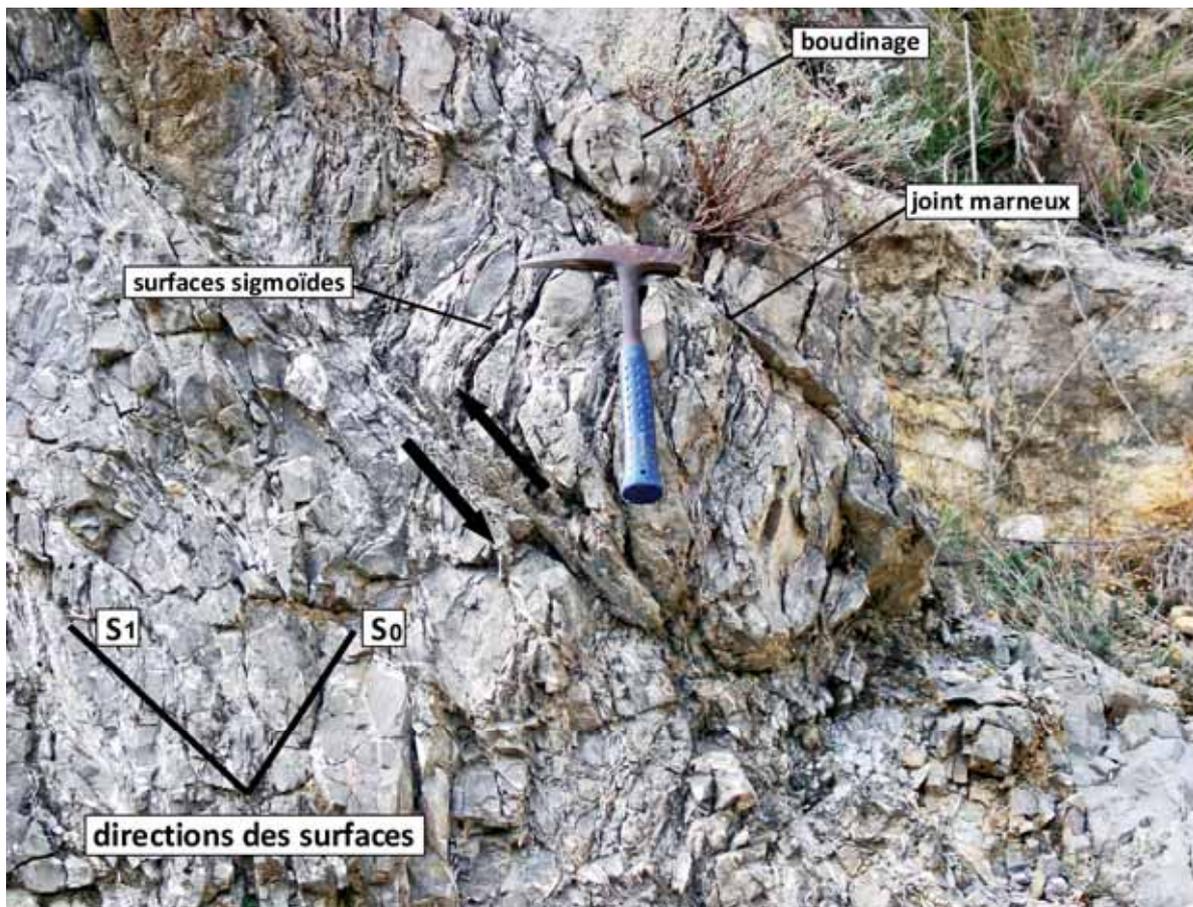
**La géométrie.** L'observation du fond de la carrière (front ouest) nous permet de suivre les strates ( $S_0$ ) que l'on vient d'observer. Nous constatons que l'angle de  $40^\circ$  du pendage augmente vers le Sud et devient localement vertical voire même se renverse.



Carrière ouest - Front ouest (photo jpb)

Parallèlement nous voyons apparaître des surfaces nouvelles (nous les appellerons  $S_1$ ) qui plongent vers le nord. Pour observer ces surfaces, il nous faudra enjamber des gravats avant d'atteindre un bel affleurement montrant ces plans faillés, orientés très différemment des plans de stratification. Ceux-ci se devinent même s'ils apparaissent très déformés entre les surfaces  $S_1$ . Des joints à  $80^\circ$  de  $S_1$  permettent de les reconnaître car, vers le haut, cette orientation passe à celle des strates de la série précédente qui est ici très redressée. Le plus souvent ils sont boudinés, des noyaux calcaires apparaissant emballés dans des zones plus argileuses, donnant des sigmoïdes, en s'approchant des plans  $S_1$ .

**La cinématique.** Ces sigmoïdes nous permettent de déterminer le mouvement des plans  $S_1$ . Les boudins calcaires se déforment en se rapprochant des plans  $S_1$  soulignant ainsi le déplacement des plans. Les bancs situés au-dessus du plan  $S_1$  se déplacent vers la gauche, c'est-à-dire vers le sud.  $S_1$  souligne donc un décrochement des couches vers le sud.



Carrière ouest, front ouest - surfaces S0 et S1, boudinages, sigmoïdes, etc. (photo J.C. Lahondère)

Si nous nous déplaçons de quelques mètres nous retrouvons les strates (plan S0) en position renversée tout en restant proches de la verticale. Ces strates sont facilement reconnaissables par la présence des joints marneux qui les séparent et ont tendance à fluer sous la pression exercée par les bancs calcaires bien reconnaissables qui eux se cassent.

**La dynamique.** Le moteur ayant engendré la formation des plans S1 reste le même, mais il faut observer qu'ici le déplacement se ferait du nord vers le sud c'est à dire en sens contraire de la poussée pyrénéenne de direction S-N.

Il est vraisemblable que cette orientation est liée à la faiblesse de la réaction des couches valanginiennes plus argileuses et donc plus facilement déformables que celles du Berriasien situées plus au nord. Nous aurions donc **un retro déplacement** ou **retro charriage**.

### **Troisième observation : le bourrage des têtes de plis.**

**La géométrie.** En se rapprochant de la sortie de la carrière, sur sa face sud, nous observons un pli droit bien souligné par deux niveaux plus calcaires entre lesquels traînent des copeaux de marne grise. Son flanc nord est vertical, le flanc sud proche de l'horizontale.

Ces marnes grises sont plus épaisses au niveau de la charnière et s'amincissent jusqu'à disparaître des flancs du pli. L'observation en d'autres points de la carrière montre que lors du dépôt ces couches étaient d'égale épaisseur.



Carrière ouest - front sud (photo jpb)



Carrière ouest - front sud. Détail du pli à bourrage marneux (photo J.C. Lahondère)

**La cinématique.** De la matière s'est donc déplacée, a flué. Ce fluage dépend des pressions exercées sur les matériaux et des matériaux eux-mêmes. Dans les flancs d'un pli la pression exercée perpendiculairement aux couches est maximale. La matière réagit en se morcelant (boudinage, rotation, etc.) pour donner de petites galettes aplaties qui glissent les unes sur les autres. Au contraire, dans la charnière où la pression est minimale, les galettes ont tendance à s'accumuler.

**La dynamique.** Le moteur reste le même que précédemment.

**J.-C. Lahondère**

## Anticlinal des côtes de Saint-Jean-de-Serres

Entre Saint-Jean-de-Serres et Canaules, on rencontre un curieux relief, orienté nord-ouest-sud-est (N115°Est) qui domine d'une trentaine de mètres la plaine environnante (fig.1). Plantée au milieu de la grande dépression valanginienne de Lédignan, cette colline semble sortir de nulle part. En fait la grande plaine de Lédignan n'est autre qu'un vaste dôme anticlinal complètement arasé et dont le cœur, constitué de marnes, a été largement érodé, donnant cette large cuvette.

Ce relief, baptisé « les côtes », est constitué par une série essentiellement calcaire, d'âge Bériasiens si l'on en croit la carte géologique (fig.2)

Ce relief est recoupé par le ruisseau de Baylenque ainsi que par la départementale (109) qui relie Canaules à Saint-Jean-de-Serres. Cette incision va nous permettre de découvrir la structure de cette colline.

Un simple regard sur la rive gauche du ruisseau (sud-est), qui a été entaillée par une carrière, montre une structure d'apparence anticlinale. En effet les couches pendent vers le sud-ouest d'un côté et vers le nord-est de l'autre (flèches fig 3).



Fig.3 : Carrière en rive gauche du ruisseau de Baylenque, avec, en arrière-plan, Saint-Jean-de-Serres (photo JP Rolley)

Si nous observons les roches qui affleurent sur le front de cette ancienne carrière, nous pouvons voir, ici des structures entrecroisées (fig.4), là une sédimentation très « perturbée » (fig.5).



Fig.4 : structures entrecroisées (photo JPR)



Fig.5 : structures complexes (photo JPR)

Sur le sol de la carrière, les dessus de bancs semblent indiquer la présence d'écoulements pâteux (fig. 6 et 7)



Fig.6 et 7 : écoulements pâteux (photo JPR)

Toutes ces observations indiquent que ces sédiments se sont très probablement formés au pied d'un talus sous-marin avec un transport de sédiments important, avec une séquence classique : convolutes à la base et entrecroisements au-dessus (fig.8).

parallèle  
lamination  
entrecroisée  
et convolutes  
laminations

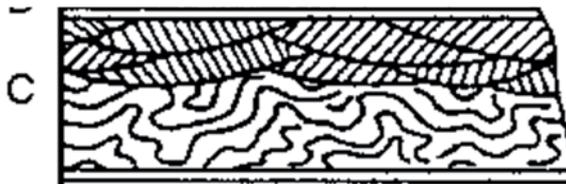


Fig.8

Nous avons tout à l'heure, avec Jean-Claude, observé la faille qui limite le relief vers le sud-ouest. Si nous nous rendons maintenant sur la bordure nord-est,



Fig.9 : faille de la bordure nord-est (photo JPR)

pouvons découvrir une autre faille orientée globalement N110°E (fig.9), qui met en contact les formations berriasiennes de l'anticlinal avec les couches valanginiennes de la plaine. Les couches valanginiennes se redressent à l'approche de la faille marquant ainsi un fonctionnement normal de la faille. Grâce à l'ancienne carrière, nous pouvons observer le miroir de cette

faille sur une certaine longueur. Il se montre assez fortement déformé et ondulé (fig.10). Il s'agit là, dans notre région, d'une caractéristique assez classique des failles de même orientation. En effet ces failles, qui correspondent à une période de distension antérieure à la phase pyrénéenne, ont subi la compression à l'origine des

plissements d'orientation est-ouest des garrigues ; leurs miroirs ont donc été plus ou moins déformés et il devient difficile de les suivre sur le terrain.



Fig.10 : miroir déformé de la faille de la bordure nord-est (photo JPR)

Avant d'essayer de faire une synthèse de tout ce que nous avons vu, revenons quelques instants sur la faille de la bordure sud-ouest. Jean-Claude nous a montré tout à l'heure que l'observation des déformations à proximité du plan de faille permettait d'en déduire un mouvement inverse, c'est-à-dire un fonctionnement en compression. Cette observation est très importante pour la compréhension de l'ensemble de la structure.

Si nous prenons un peu de recul et regardons ce qui se passe de part et d'autre de cette faille, on observe :

- Que, au nord, les bancs sont assez massifs, constitués de calcaire durs, et à peu près perpendiculaire au plan de faille (fig.12).
- Que par contre, au sud, les bancs sont plus mince et plus marneux. Lorsque l'on s'approche du plan de faille, ces bancs sont violemment plissés en plis aigus (fig.11).



Fig.11 : bancs fortement plissés (photo JPR)



Fig.12 : bancs perpendiculaire à la faille (photo JPR)

Ces plis prennent de l'amplitude lorsque l'on s'éloigne de la faille et se raccordent probablement au pli qui borde la carrière (fig.13), sur lequel Jean-Claude a expliqué, tout à l'heure, la notion de bourrage.



Fig.13 : Pli de bordure et trace de la faille (photo JPR)



Ce pli semble se poursuivre de l'autre côté du ruisseau, même si sa trace est plus difficile à suivre (fig.14).

Fig.14 : Extension du pli vers le sud-est (photo JPR)

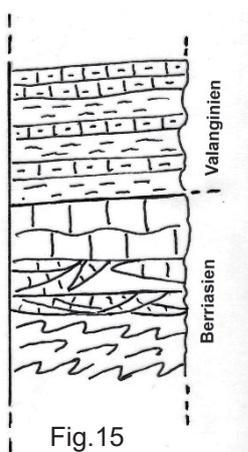
Comment expliquer cette différence entre les deux bords de la faille ?

Nous avons vu que le fonctionnement de la faille était lié à une compression (faille inverse).

Sur la lèvre nord, les bancs, perpendiculaires au plan de faille, ont opposé une résistance importante à la déformation et semblent donc peu affectés et se sont simplement déformés sous la forme d'un vaste anticlinal.

La lèvre sud, constituée de terrains plus tendres, a des capacités de déformations plus grandes. Ces terrains ont par ailleurs encaissé une contrainte plus forte (effet de pointe). Il est donc normal qu'ils soient plus déformés et que la déformation soit de plus en plus marquée à l'approche de la faille.

Si l'on cherche maintenant à faire une synthèse globale de ce que nous avons vu :



En terme de stratigraphie, pour ce que nous voyons, nous avons, à la base des calcaires berriasiens avec des convolutes et des stratifications entrecroisées puis des bancs plus réglés. Enfin une formation plus marneuse, avec des bancs peu épais de calcaire et de calcaire marneux (fig.15).

Cette série se retrouve dans les sondages qui ont été réalisés de part et d'autre de cette structure et dont on peut trouver les coupes, sur internet, dans les fichiers BSS (banque des données du sous-sol gérée par le BRGM).

Pour ce qui est de la tectonique, les choses sont un peu plus complexes. Nous avons vu que « Les Côtes » de Saint-Jean-de-Serres étaient bordées par deux failles (fig.16 :

L'une au nord, avec un fonctionnement en faille normale et un miroir déformé ;

Une autre au sud avec un fonctionnement en faille inverse.



Fig. 16 : Failles limitant l'anticlinal des côtes de Saint-Jean-de-Serres (Google earth®)

On a donc deux failles avec des genèses apparemment différentes, l'une en distension l'autre en compression. Cette situation, qui peut paraître contradictoire, a probablement une explication assez simple, bien qu'en deux temps :

Dans un premier temps, lors de la phase de distension crétacée supérieure, formation d'une faille normale de direction N.110°E.

Lors de la phase pyrénéenne, la compression nord-sud va inverser le fonctionnement de cette faille et entraîner la formation d'un bombement des calcaires berriasiens et le plissement des formations valanginiennes contre le miroir de la faille comme schématisé sur la figure 17.

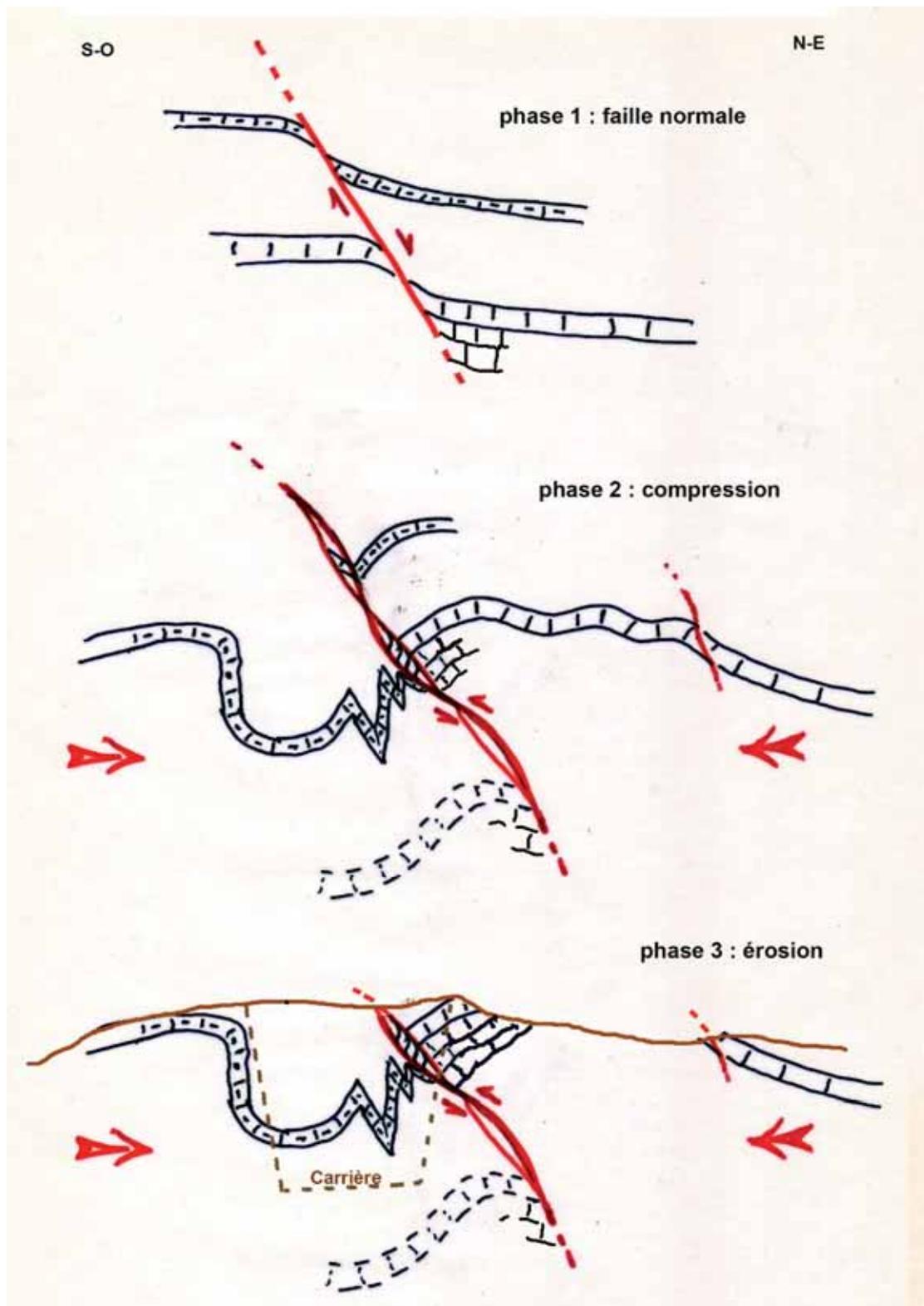


Fig.17 : Schéma interprétatif

Jean-Pierre Rolley

Samedi 23/01/2016

## Assemblée générale mixte

### Compte rendu de notre assemblée générale 2016

Chaque membre ayant reçu le compte rendu détaillé de notre assemblée générale, il ne sera rapporté, ici, qu'un compte rendu réduit aux points principaux. Il est rappelé que le compte rendu complet des assemblées générales, les statuts et le règlement intérieur, sont consultables à tout moment au siège de l'association.

L'État d'urgence ayant amené l'École des Mines à prendre des mesures de sécurité particulières, notre assemblée générale s'est déroulée cette année dans la très belle salle de l'Académie cévenole sur le site du Pôle culturel et scientifique de Rochebelle. Que l'Académie soit assurée de nos sincères remerciements pour son accueil.



Assemblée générale du 23/01/2016 dans la salle de l'Académie cévenole (photo A. Touzillier et R. Guin)

Il s'agit cette année d'une assemblée un peu particulière car elle a comporté deux étapes :

- Une assemblée générale extraordinaire, destinée à mettre à jour nos statuts qui avaient bien besoin d'un petit toilettage ; celui-ci était d'ailleurs évoqué depuis plusieurs années.
- Une assemblée générale ordinaire pour les autres points de l'ordre du jour.

### Assemblée générale extraordinaire

La séance de l'assemblée générale extraordinaire est ouverte dès 14h30 avec 29 membres présents et 5 procurations

Le président, rappelle tout d'abord, la disparition, au cours de cette seule année 2015, de trois de nos membres parmi les plus anciens de l'association, Martine Comte, Fernand Roux et Rémi Blanc.

Chacun ayant reçu le projet de statuts modifiés et le règlement intérieur mis-à-jours, le président rappelle rapidement les modifications proposées. Ces modifications ne soulèvent aucunes remarques et sont donc rapidement mises au vote.

Les modifications sont acceptées à l'unanimité des présents et représentés.  
L'assemblée générale extraordinaire est close

## **Assemblée générale ordinaire**

Le président déclare donc ouverte l'assemblée générale ordinaire.

Les modifications du règlement intérieur étant très directement liées aux modifications apportées aux statuts, le président propose que ces modifications soient étudiées en premier.

Cette proposition est acceptée par l'assemblée et l'on aborde tout de suite le sujet.

Tous les membres ayant reçu le nouveau règlement intérieur, la discussion se déroule rapidement et aucune modification n'étant proposée, le nouveau règlement est mis au vote.

Le règlement intérieur est adopté à l'unanimité des présents et représentés.

Le président aborde donc le rapport moral

### **I- Rapport moral (synthétique)**

Il rappelle tout d'abord que, suite à la demande de la Bibliothèque Nationale (BNF) en date du 5/3/2015, notre bulletin s'est vu doté d'un numéro ISSN (International Standard Serial Number, numéro international permettant d'identifier de manière unique une publication en série). Nous avons proposé à la BNF de lui remettre une collection complète des bulletins mais sans réponse de sa part nous avons déposé cette collection auprès des archives municipales.

La BNF nous a ensuite demandé une collection complète des bulletins et nous avons dû refaire une collection complète qui a été envoyée à la BNF en septembre, accompagné d'un Cd-rom qui regroupait l'ensemble des numéros 1 à 89.

À ce jour le bulletin est distribué aux membres de l'association ainsi qu'à cinq établissements :

- au Centre de documentation du PNC à Génolhac.
- à la bibliothèque de l'École des Mines d'Alès.
- à la Médiathèque Alphonse Daudet d'Alès.
- à la société de sciences naturelle de Nîmes
- la société géologique de l'Ardèche

On passe ensuite au rappel de nos activités

Malgré les caprices de la météorologie, qui nous amené à reporter deux fois la sortie des gorges de La Baume, nous avons pu réaliser cinq sorties :

- les gorges du Gardon (14/2/2015)
- la région de Rosans, à la limite Drôme - Hautes Alpes (17/5/2015)
- les gorges de la Baume, en Ardèche (14/6/2015)
- les rivages du Pontien, entre Gardon et Rhône (11/10/2015)
- phénomènes sédimentaires et tectoniques, près de Saint-Jean-de-Serres (14/11/2015).

Ces sorties ont regroupé entre 15 et 20 participants.

Il faut également d'ajouter trois sorties hors programme, initiées par P. Bérard, dont deux en participation avec le CERGA (Centre pour l'Enseignement et la

Recherche en Géologie Appliquée, créé à Montpellier en 1958 par le Professeur Avias) :

- les spéléothèmes des Avelas, près de Saint-Paul-le-Jeune (16/6/2015)
- les sources et eaux de Quézac, Lozère (24/6/2015)
- les GSSP ou "clous d'or" du Dévonien, dans le sud de la Montagne Noire, Hérault (16/9/2015)

Ces sorties plus spécialisées n'ont attiré que quelques membres.

Rappelons aussi notre participation au forum des associations le samedi 19 septembre, suivi de notre traditionnel repas de rentrée qui a réuni une quinzaine d'entre nous.

Le premier semestre de cette année 2016 devrait nous voir sortir cinq fois :

- samedi 13 Février 2016 : le Trias inférieur de Vernon, phénomènes de dépôt et d'érosion.
- dimanche 13 Mars 2016 : entre Quissac et Sauve, le Jurassique supérieur, tectonique et phénomènes karstiques.
- dimanche 10 Avril 2016 : le Causse de l'Hortus, au sud de Pompignan.
- dimanche 8 Mai 2016 : région du Vigan (précisions à venir).
- dimanche 12 Juin 2016 : région nord de Villefort et Tanargue (précisions à venir)

D'autres propositions pourront enrichir ou modifier ce programme.

Le rapport moral est mis au vote et est approuvé à l'unanimité des présents et représentés.

Le trésorier présente ensuite le rapport financier

## **II- Rapport financier (Synthétique)**

### Budget 2015

Les comptes de l'année ne présentent pas de points particuliers avec un résultat positif de 131,77 euros, en légère baisse par rapport à 2015 suite à un nombre élevé de cotisations qui ne sont pas encore rentrées.

Il est précisé par le président que la cotisation est obligatoire pour bénéficier de l'assurance qui couvre les activités de l'association.

Un rappel individuel par courrier « papier » sera adressé à tous les adhérents en retard avant le mois de juin ce qui laisse un temps suffisant pour que chacun puisse se mettre à jour.

L'association dispose d'un petit pécule hérité d'une gestion rigoureuse et des recettes de la vente du livre « Du haut de l'Ermitage ». Le président propose qu'une somme de 6 000 euros soit prélevée sur cette somme et attribuée à un fond de réserve destiné à permettre de financer une publication future.

Il est proposé de maintenir les cotisations inchangées soit :

- 15 € pour les individuels.
- 21 € pour les couples.
- 6 € pour les étudiants et assimilés.

### Budget prévisionnel 2016

Le budget prévisionnel est établi de la façon suivante :

Recettes 975€ dépenses 688€ sur les bases du budget 2015

Avec une réduction de l'ordre de 130€ de notre assurance auprès de la MAIF.

Le rapport financier est mis au vote et est approuvé à l'unanimité des présents et représentés. Quitus est donc donné à notre trésorier pour sa gestion.

### **III- Renouveaulement du conseil d'administration**

Le conseil d'administration est à ce jour constitué de :

- 7 membres réélus ou élus en 2015 : F. Martin, J.P. Bouvier, R. Guin, J.L. Lesage, J.P. Rolley et M. Wiénin.
- 3 membres en fin de mandat à réélire s'ils se représentent : J.C. Lahondère, Guy Pollet, A. Touzillier.
- 1 membre démissionnaire H. Lardet.

Aucune candidature nouvelle n'est présentée ; après prise de leur avis, les trois membres en fin de mandat sont réélus à l'unanimité des membres présents et représentés.

Le conseil se trouve donc à ce jour réduit aux neuf membres suivants :

F. Martin, J.P. Bouvier, R. Guin, J.C. Lahondère, J.L. Lesage, Guy Pollet, J.P. Rolley, A. Touzillier, M. Wiénin.

### **IV- Questions diverses**

#### **Internet**

La partie administrative de cette assemblée générale étant terminée, le président ouvre la discussion sur les questions diverses par un point sur notre site web, qui est toujours correctement consulté avec 15 000 pages consultées.

Il est rappelé que l'utilisation des listes de diffusions doit être faite avec circonspection et ne pas adresser de messages à des personnes qui ne sont pas concernées et donc ne faire des réponses à tous que si l'information est destinée à tous.

#### **Bulletin**

Peut-on envisager une édition en couleur ? la question va être mise à l'étude pour le prochain numéro.

Une diffusion électronique est également possible pour ceux qui le souhaitent.

#### **Inventaire des réserves du musée de l'Ecole**

Ce travail est actuellement en suspens, suite au départ de Didier Nectoux et aux incertitudes sur le devenir du musée, mais devrait reprendre dès que Hossein Ahmadzadeh aura fait connaître ses priorités.

Les questions étant épuisées la séance est levée à 16 heures

## **Conseil d'administration**

Le président propose de convoquer immédiatement le conseil d'administration pour permettre d'élire le bureau. Cette proposition étant acceptée, le conseil se réunit en présence de J.P. Bouvier, R. Guin, J.C. Lahondère, J.L. Lesage, F. Martin, G. Pollet, J.P. Rolley, A. Touzillier, M. Wiénin étant excusé.

Les membres du bureau 2015 se représentent tous dans leur fonction précédente et y sont maintenus à l'unanimité des membres du conseil présents.

La constitution du bureau 2016 est donc la suivante :

président	Jean-Pierre Rolley
vice président	Jean-Claude Lahondère
trésorier	Guy Pollet
secrétaire	Jean-Pierre Bouvier

Les fonctions de trésorier-adjoint et de secrétaire-adjoint restent non pourvues.

La séance est levée à 16h15 et la parole est donnée à Jean-Pierre Rolley pour un exposé sur le thème :

### **Exposé**

« Le Gard terre de bitume et d'asphalte » (voir texte ci-dessous)

### **Galette des rois**

Enfin cette première réunion de l'année 2016 se terminera dans l'ambiance de la galette des rois.

# Le Gard terre de bitume et d'asphalte

## Introduction

Si les termes de goudron, bitume, asphalte et macadam sont connus de tous, peu savent ce que ces mots désignent exactement. Ces termes sont souvent confondus et les dictionnaires ne sont pas toujours d'un grand secours à ce sujet.

Cette confusion n'est pas récente : *l'usage a introduit, entre les mots asphalte et bitume, une si singulière et si persistante confusion qu'il n'est plus possible d'en parler sans risquer une équivoque* écrivait déjà Léon Malo<sup>4</sup> en 1898.

Une des premières difficultés rencontrées vient de ce que ces termes sont utilisés indifféremment pour des produits naturels ou pour des composés artificiels (dérivés de traitement de pétrole brut ou du charbon). Par ailleurs, les utilisations dans le langage « courant », scientifique, technique, littéraire, historique, etc., ne recouvrent pas toujours les mêmes réalités.

## Définitions : Goudrons, Bitumes, Asphaltes et Macadam

**Goudron** : résidu provenant de la distillation destructive de matières organiques : bois ou matière animale mais aussi charbon (on parle alors de goudron de houille). Le goudron est un produit dont la consistance varie du liquide visqueux au solide, du noir ou brun foncé, avec une odeur forte de suie et de fumée (empyreumatique), plus lourd que l'eau, de composition complexe. Il contient des huiles, du noir de fumée, du phénol, etc. Insoluble dans l'eau, il brûle avec une flamme fumeuse. Des produits ressemblant au goudron peuvent être produits à partir d'hydrocarbures fossiles, notamment à partir de pétrole.

**Brai** : résidu de la distillation des goudrons de pétrole, de houille, de bois, ou d'autres matières organiques. Le brai est utilisé pour l'agglomération des fines de houille, la fabrication de peintures, de vernis, d'électrodes, d'enduits d'étanchéité, etc.

**Poix** : c'est un mélange mou et collant, à base de résines et de goudrons végétaux, obtenu par distillation de bois résineux ou de résine (térébenthine)<sup>5</sup>.

La poix ou « pègue » (de l'occitan pegar, du latin picis) est une colle mais aussi un combustible. Elle sert, entre autres, à calfater les coques de navires. On enduisait de poix les brins de fil de lin ou de chanvre pour les amalgamer et les rendre imputrescibles. Aux époques romaine et médiévale, on déversait la poix bouillante sur les assaillants lors des sièges.

**Jayet ou jais** : Le terme de jayet est utilisé pour désigner une variété de lignite, compacte, noire et luisante, à cassure conchoïdale, pouvant être polie et taillée et qui est utilisée en bijouterie sous le nom de jais. « Le charbon jayet est une substance bitumineuse, plus ou moins compacte, lisse et fort luisante. Sa dureté est fort variable : il y en a qui est si dur, qu'il peut prendre un assez beau poli, et être taillé comme des pierres ; (...) il y en a aussi d'autre qui est si tendre, ... Le Jayet est plus léger que les

---

<sup>4</sup> Directeur des mines d'asphalte de Seyssel dans l'Ain

<sup>5</sup> Après purification et distillation, la térébenthine se sépare en deux parties : l'une solide et inodore, c'est la colophane ; l'autre liquide et odorante, c'est l'essence de térébenthine.

autres houilles, celles-ci tombent au fond de l'eau, et le jayet y surnage. » ... (Pelouze, 1839, Mons)

On utilise souvent ce terme pour désigner une couleur noire : *noir de jais*.

#### **Expérience de la goutte de poix**

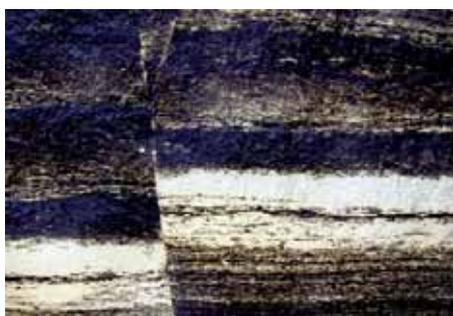
La version la plus réputée de l'expérience a démarré en 1927, initiée par le professeur Thomas Parnell de l'université du Queensland à Brisbane, en Australie, afin de démontrer à ses étudiants que certaines substances d'apparence solide sont en réalité des fluides de très haute viscosité. Parnell fait couler un échantillon de poix chaude dans un entonnoir bouché et le laisse reposer trois ans. En 1930, le bouchon du col de l'entonnoir est coupé, de façon à ce que la poix puisse s'écouler. Une grosse goutte se forme alors, et tombe environ toutes les décennies. La huitième goutte est tombée le 28 novembre 2000, de sorte que les expérimentateurs ont pu estimer la viscosité de la poix à environ 230 milliards ( $2,3 \times 10^{11}$ ) de fois celle de l'eau. La neuvième goutte est tombée le 24 avril 2014<sup>6</sup>.



Expérience de la goutte de poix.

**Bitume** : c'est un mélange d'hydrocarbures de masse moléculaire élevée et de substances organiques très riches en carbone et en hydrogène, mais contenant cependant de l'oxygène, du soufre, de l'azote, ainsi que des traces d'éléments métalliques.

**Asphalte** : terme général désignant des substances noirâtres, visqueuses ou solides, appartenant aux bitumes (oxybitumes) riches en asphaltène et imprégnant certaines roches.



L'asphalte est également appelé poix minérale ou poix de Judée.

Autrefois le terme asphalte désignait des produits divers correspondant à des hydrocarbures partiellement polymérisés, oxydés et/ou sulfurés, arrivant en surface et plus ou moins mélangés à

d'autres substances.

- Bitume du « Lac Asphaltite »<sup>7</sup> (Mer Morte) ou bitume de Judée ;
- Asphalte de la Trinidad ;
- Mastic de Suse (mastic de bitume) ;
- Etc.

<sup>6</sup> <http://www.uq.edu.au/news/article/2014/04/pitch-drop-touches-down-%E2%80%93-oh-so-gently>

<sup>7</sup> Les anciens appelaient la mer Morte « lac Asphaltite » à cause de sa haute teneur en asphalte qui flottait à sa surface. En fait le nom est emprunté au latin asphaltus, transcription du grec asphaltos, « bitume » et donc couvre, suivant les périodes et les auteurs, des réalités différentes.

b



Bloc d'asphalte - Israël (Bronze ancien ± 2500 av JC)

L'asphalte est généralement relativement dur ou fortement pâteux (fig.3). On trouve dans la littérature toute une série de termes désignant des variétés aux propriétés variées : Elastérite, Wurtzilite, Gilsonite, Grahamite, Ozocérite, Albertite, etc.

L'asphalte dont nous allons parler ci-dessous est en fait un produit bien spécifique et nous allons laisser Léon Malo (1888) en faire la description :

« On appelle ASPHALTE, un carbonate de chaux parfaitement pur, imprégné *naturellement* et intimement, par un phénomène géologique, par du bitume.

Ainsi, il demeure bien entendu que le *bitume* est simplement la matière qui, ayant imprégné naturellement le calcaire, a, ainsi, produit *l'asphalte*. [...]. Il convient surtout de retenir c'est que l'asphalte est un produit naturel, dont nulle imitation de main d'homme ne peut reproduire les qualités propres<sup>8</sup>.

*L'asphalte* de bonne qualité présente l'aspect d'une roche tendre par la température de l'été, dure pendant l'hiver ; à grain fin, couleur de chocolat foncé, parfois tigrée noir et brun. Vers 50° ou 60° elle se laisse écraser entre les doigts. Exposée pendant quelques heures à un soleil ardent, elle tombe d'elle-même en une poussière brune et onctueuse. [...]

Si l'on chauffe un petit morceau de cette matière, le bitume qui lui sert de ciment se ramollit et perd sa force agglutinante ; les molécules se décollent, se séparent et s'éparpillent en une poussière rappelant la couleur du chocolat foncé.

Si, tandis qu'elle est encore à la température de 80° ou 100°, on ramasse cette poussière et si on la comprime énergiquement dans un moule, elle reprend par le refroidissement sous sa nouvelle forme sa consistance première. On peut d'ailleurs répéter indéfiniment la même expérience sur la même matière qui, chaque fois, se ramollira par la chaleur et tombera en poussière ; puis, comprimée de nouveau, reprendra par le refroidissement sa dureté primitive.

Nous verrons plus loin que cette singulière propriété a donné naissance au système de chaussée aujourd'hui si répandu dans toute l'Europe et connu sous le nom *d'asphalte comprimé*. [...]. »

**Macadam** : John Loudon Mc Adam (1756-1836), ingénieur écossais, est considéré comme l'inventeur d'une technique d'empierrement des chaussées qui porte son nom.

Son principe est de procéder en couches successives de granulométries décroissantes : de gros éléments sont placés à la base, pour assurer la solidité, puis de plus petits pour combler les vides et enfin, en surface, une couche de matériaux finement concassés puis compactés vient « fermer » l'ensemble. De plus, la chaussée étant dotée d'une pente transversale et si possible surélevée par rapport aux terrains voisins, elle se trouve à l'abri de l'eau, d'où moins de boue et une meilleure longévité.

Plus tard, les chaussées *macadamisées* ont été revêtues de béton de goudron nommé « tarmacadam » ou *tarmac* en anglais (*tar* signifie « goudron »). Le goudron de houille, dérivé du charbon utilisé à l'origine, est maintenant remplacé par du bitume, dérivé du pétrole. Par extension, le terme de macadam est aujourd'hui utilisé pour parler de revêtement en « goudron ».

<sup>8</sup> On réalise maintenant des « asphalte » artificiels de bonne qualité.

## Un peu d'histoire

On ne sait pas très bien depuis quand bitumes et asphaltes sont utilisés par l'homme mais leurs propriétés ont très vite suscité l'intérêt de ceux qui les rencontraient.

C'est bien sûr dans les pays où des indices de gisements de pétrole étaient visibles en surface que l'on trouve les traces, les plus fortes, d'utilisations.

C'est le cas en particulier du Proche-Orient où l'on parle parfois des « civilisations du bitume » ou de « civilisation de l'asphalte »

À Umm el Tlel (Syrie) on a trouvé sur des objets lithiques, des traces d'emmanchements au bitume qui remonteraient à plus de 70 000 ans av. J.-C. ! (Connan 2012 ; p.20).

On a également trouvé en Iran (Sajjadi et Costantini 2009) une prothèse d'œil du III<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. (fig.4 et 5)



Prothèse d'œil – (Iran ± 28 000Av JC)

Le bitume naturel est malléable et thermoplastique, il peut se mélanger aisément à d'autres matériaux minéraux ou organiques et donner naissance à toute une gamme de produits aux propriétés variées, en particulier les « mastic de bitume » ou « mastic d'asphalte »

La Bible raconte que Noé aurait fait usage de bitume pour assurer l'étanchéité de son arche et que la Tour de Babel aurait été construite avec des briques cimentées au bitume.

Les utilisations du bitume sont très diverses, entre autres :

- en architecture (mortier et agent d'étanchéité) ;
- pour la fabrication de petits objets (tasses, saladiers, etc.) ;
- pour étancher des objets usuels (bateau, paniers, jarre, sarcophage, etc.) ;
- comme colle, comme peinture, comme moulage ;
- en mastic (bitume de Suse) ;
- en médecine et en agriculture (propriétés antiseptiques) ;
- en éclairage ou pour la guerre ;
- dans les pratiques funéraires de l'Égypte ancienne ;
- etc.



Muraille de Babylone : briques liées au bitume



Poteries décorées au bitume, Ur ± 1800 Av JC  
(British Museum)



Coupe en asphalte, Suse ± 2000 Av JC  
(Musée du Louvre)

### En France (et Europe)

Il semble que ce soit à la fin du Moyen Âge, grâce aux grands navigateurs et aux croisades que l'Occident prend connaissance de ce matériau.

Ainsi en France les terrasses du Palais des Papes d'Avignon (XIV<sup>e</sup> siècle) sont-elles étanchéifiées à l'asphalte.

Au XVII<sup>e</sup> siècle, les artistes graveurs l'utilisent pour reproduire leurs dessins à l'eau forte et les peintres pour lier leurs pigments.

Dès la fin du XVII<sup>e</sup> siècle le bitume a été exploité pour les encres d'imprimerie, pour l'étanchéité des fortifications ou encore le graissage des essieux de canon. Les bassins de Versailles, Latone, de l'Arc de triomphe, sont réparés avec du mastic bitumineux, le *Mars* et le *Renommée*, vaisseaux de la compagnie des Indes, sont carénés avec du bitume de la mine de Val de Travers, etc. (M. Payen, mémoire sur les bitumes, 1824)

En 1824, c'est avec du bitume de Judée que Niepce réalise la première photographie de l'Histoire : il place des pierres lithographiques recouvertes de bitume au fond d'une chambre obscure et obtient l'image fixée d'un paysage.

On différencie alors, d'après M. Payen :

Le bitume liquide qui comprend :

- le bitume blanchâtre appelé naphte ou huile de pétrole, très fluide et volatil, à forte odeur et qui brûle facilement ;
- le bitume brun noirâtre ou pétrole de Pechelbronn qui est une mélasse épaisse qui brûle difficilement et a peu d'odeur.

Le bitume glutineux qui est utilisé pour la réparation des enduits (et le mastic de goudron minéral), appelé aussi malthe ou piasphalte. Il très consistant et s'aplatit sans se briser.

Le bitume de Judée ou asphalte qui est dur et cassant, peu utilisé.

L'utilisation de l'asphalte va changer au début du XIXe siècle.

Le Baron Hombre Firmas, en 1819, parle d'une ruée vers l'asphalte.

En effet les calcaires asphaltiques, exploités, par exemple, à Val de Travers en Suisse, à Seyssel ou dans le Gard en France, vont être à l'origine d'une véritable révolution industrielle, celle des trottoirs puis bientôt des chaussées en asphalte, mais aussi de diverses utilisations dans les cours, les casernes, etc.

En 1898, Léon Malo précise :

« La prospérité première de l'asphalte lui vint de son application aux trottoirs des grandes villes. Ce furent les premiers trottoirs bitumineux, exécutés en 1838, c'est-à-dire à une époque où la voirie parisienne en était encore à ses rudiments, qui le lancèrent »

« Nous dirons ailleurs les extravagances financières qui s'en suivirent. Depuis, le trottoir en asphalte n'a cessé de se répandre et aujourd'hui, "asphalte" et "trottoir" sont devenus deux mots presque synonymes. Plus tard, une autre application de l'asphalte vint ajouter à sa réputation ; ce sont les chaussées dites d'"asphalte comprimé". »

Il convient de rappeler qu'à l'époque les rues, en particulier dans les villes, étaient :

- soit pavées en roches dures (parfois en briques) et le passage des chevaux et des charrettes faisait beaucoup de bruit ;
- soit macadamisées (voir le principe plus haut), générant beaucoup de poussière ou de boue.

Pour remédier à ce problème, et avec l'augmentation de la circulation, on va chercher des solutions alternatives comme, par exemple, l'utilisation de pavés en bois qui eut ses heures de gloire (voir encadré) ; mais l'humidité et les ordures posaient des problèmes d'hygiène et d'odeur importants.

### **Pavés en bois**

Dans un livre de 1844, intitulé « Les civilisations futures », Monsieur Sax prédisait comme « merveille du futur ce revêtement que toutes les villes allaient s'approprier »

Ce pavé qui avait l'avantage d'être peu bruyant, étouffant le bruit des pas des chevaux, réduisant au minimum les cahots et très roulant, fut installé dans les voies des quartiers les plus cossus de Paris : avenue des Champs Élysées, avenue Marigny, place Beauvau, rue de l'Élysée, place de l'Opéra, etc.

Cependant, avec l'humidité et les ordures, les pavés de bois posent des problèmes d'hygiène et d'odeur.

Paris ne se dota de cette surface de roulement qu'en 1881. Ce revêtement fut abandonné et progressivement remplacé pour disparaître définitivement en 1938. Il faut noter que "Dame Nature" accéléra quelquefois le retrait de ce pavement comme le montre cette carte postale d'inondations à Paris.



Chaussée en bois après l'inondation de 1910

<http://www.attelage-patrimoine.com/article-les-revetements-de-la-chaussee-a-paris-1-le-pavage-de-bois-62962871.html>

L'asphalte va donc rapidement s'imposer, d'abord pour les trottoirs puis pour les chaussées.

Le premier trottoir bitumé parisien, apparaît en 1835, sur le Pont Royal (alors un des plus fréquenté du monde). Il s'agissait d'un dallage de pavés de mastic bitumineux de Seyssel, posés sur un mortier de ciment et liés par du bitume coulé dans les joints.

Puis, en 1836, c'est la contre-allée nord du boulevard des Italiens et la rue Grange-Batelière. Ailleurs, (trottoirs devant les églises Saint-Paul, Saint-Antoine et Saint-Sulpice par exemple) on essaye des revêtements en mastic-goudron provenant de résidus de combustion de charbon dans des usines fabriquant du gaz de ville.

En 1837, c'est le pavage de la place de la Concorde en pavés d'asphalte de Seyssel sur 24 ha. « Il s'agit d'une mosaïque alternativement recouverte de gravillon noir ou blanc damé, ces dalles carrées ont le milieu occupé par un cercle de la couleur contraire, donnant le plus bel effet. L'art descend dans la rue ... » (André Guillerme, *Bâtir la ville : révolutions industrielles dans les matériaux de construction, France-Grande-Bretagne 1760-1840*, Champ Vallon 1995)

Avec la nouvelle technique utilisant le bitume coulé, beaucoup plus rapide et économique, le nombre de kilomètres de trottoirs est multiplié en l'espace de quelques années : entre 1833 et 1848, on passe de 16 à 275 kilomètres.

#### **Trottoir en asphalte coulé** (d'après Léon Malo)

La technique de l'asphalte coulé est connue depuis longtemps et sert par exemple pour l'étanchéité des bassins ou des terrasses.

Son application aux trottoirs, permettant d'avoir une surface homogène et imperméable, va entraîner une profonde mutation dans l'aménagement des villes.

L'application de l'asphalte coulé aux trottoirs se fait de la façon suivante :

On chauffe des pains de mastic d'asphalte de 25 kg, concassés en morceaux de 7 à 8 cm, dans un peu de bitume libre, dans la proportion de 325 kg de mastic pour 16 kg de bitume, à une température de 150 à 180°C. On ajoute à ce mélange fondu 195 kg de gravier et on laisse « cuire » 2 à 3 heures.

L'ensemble est alors mis en place sur un lit de béton bien sec de 5 à 10 cm d'épaisseur. On met généralement 1,5 cm de ce mélange qui est promptement lissé pour donner une surface continue et bien régulière.



Confection d'un trottoir en asphalte coulé



Trottoir en asphalte coulé aujourd'hui

Cette profonde mutation dans l'aménagement des villes va entraîner une aire de prospérité pour les exploitations d'asphalte mais le développement est tel qu'une spéculation effrénée va apparaître.



Caricature sur les malfaçons des trottoirs en asphalte

Certaines sociétés qui se formèrent alors, virent leurs actions passer de 500 fr. à 13 000 fr. pour retomber à 25 fr. quelques temps après. En effet, l'augmentation du prix de l'asphalte et la recherche du moindre coût, entraîne l'utilisation de produits qui ne sont pas toujours adaptés et provoque de nombreuses malfaçons qui ont nuit au développement de l'asphalte.

C'est en 1854 que la première chaussée en asphalte comprimé fut établie à Paris, rue Bergère. La surface construite cette année-là s'éleva de 700 à 800 mètres carrés ; quatre ans plus tard, cette surface était de 8000 m<sup>2</sup> et, au commencement de 1865, elle était de plus de 150 000 m<sup>2</sup>. Un grand nombre d'autres villes ont suivi l'exemple de Paris : Lyon, Rouen, Lille, Marseille, Bruxelles, Londres, possèdent aujourd'hui des surfaces considérables de rues ou places recouvertes d'asphalte (Les chaussées en asphalte comprimé, *Le conteur vaudois* 1866)

En réalité c'est en 1852 que le chimiste belge Edmund J. De Smedt réalise, aux abords de Perpignan, la première chaussée revêtue d'asphalte naturel. Bientôt installé aux États-Unis, il lance les premiers chantiers d'enrobés bitumineux, à Newark, dans le New Jersey, en 1870, puis à Washington D.C. en 1872.

Née en Europe, l'industrie du bitume connaît alors son premier essor aux États-Unis ; elle reviendra massivement sur le Vieux Continent après la Seconde Guerre mondiale, pour remplacer le *goudron*.

#### **Trottoir en asphalte comprimé** (d'après Léon Malo)

Le principe de l'asphalte comprimé a été décrit plus haut. Son intérêt est d'utiliser du produit qui n'a pas besoin de transformation. La roche est simplement réduite en poudre fine (2 mm environ). Cette poudre est chauffée soit à 120°C dans un *décrépitoire* (tôle concave) soit, entre 130 et 140°C, dans un cylindre un rotatif. La poudre chaude est ensuite répartie de façon régulière sur un lit de béton de 15 à 20 cm bien sec, en une couche de 6 à 8 cm d'épaisseur. Une fois cet épandage réalisé, on passe au pilonnage qui se fait avec des pilons à bras chauffés, et permet de ramener l'épaisseur à 4 ou 5 cm. Il faut ensuite recouvrir cette couche avec une poudre très fine et lisser avec un fer plat chauffé au rouge. On termine la compression par le roulage qui consiste au passage d'un rouleau de 200 kg puis de 1500 kg.



Chaussée en asphalte comprimé aujourd'hui

## Les gisements du Gard

Il est difficile de savoir si le bitume et l'asphalte étaient, dans notre région, connus et utilisés dans les temps reculés. Il est cependant probable qu'aux endroits où l'on pouvait voir du bitume arriver en surface, Gabian, Auzon, etc., ce matériau ait attiré l'attention. Il en est de même pour les sources bitumineuses, qui ont très probablement fait, très tôt, l'objet d'une attention particulière.

On sait, toutefois qu'au XIV<sup>e</sup> siècle les terrasses du palais des Papes ont été étanchéifiées à l'asphalte. Cet asphalte venait-il du Gard ? Je l'ignore, mais il semble évident que le matériau n'était pas totalement inconnu.

D'après M. Rivière<sup>9</sup>, il semblerait que la source de Gabian ait été découverte en 1608. Il en fait, en 1716, une longue description devant la Société Royale des sciences de Montpellier.

De Gensanne en 1774 indique : « ... auprès de Bagnols plusieurs sources bitumineuses dont les Anciens faisoient beaucoup d'usage, surtout pour les maladies cutanées. Les eaux de ces sources, quoique limpides, ont le goût de pétrole ; elles déposent en effet beaucoup d'Asphalte sur le sable. On y remarque encore des restes d'anciennes cuves taillées dans le roc ; ces cuves n'avoient guère que trois pieds de diamètre, & paroissent avoir été destinées à prendre des bains froids ».

D'Hombres Firmas, en 1819, parle de l'asphalte et des pétrifications d'Auzon.

Buffon, en 1823, dans *Théorie de la terre T VII* parle aussi des asphaltes d'Alais.

Emilien Dumas signale, « ... vers Cornillon & la Chartreuse de Valbonne jusques au Pont du St. Esprit ; mais dans ces derniers endroits les Charbons sont trop bitumineux. Ce sont plutôt des Mines d'asphalte que des mines de Charbon ».

En fait le bitume n'est pas rare dans les formations géologiques. On le trouve à l'état de traces dans de nombreux terrains sédimentaires, mais aussi dans des filons hydrothermaux ainsi qu'en inclusions dans des cristaux de quartz par exemple.

Si on exclut le bitume à l'état de traces ou les indices d'accumulations trouvés en sondage par les pétroliers, il n'y a, semble-t-il, dans le Gard, que quatre formations qui montrent une présence significative de bitume.

Le Houiller ;

Le Jurassique inférieur ;

Le Crétacé supérieur ;

Le Tertiaire.

(On pourrait rajouter le Trias qui renferme localement des traces de jayet bitumineux)

### **Le Houiller.**

Certaines couches de charbon du bassin houiller renferment des quantités plus ou moins importantes de bitume (charbons bitumineux) mais qui n'ont jamais fait l'objet d'une exploitation à ce titre.

---

<sup>9</sup> Communication devant la Société Royale des sciences, établie à Montpellier le 2 avril 1716, in *Choix des meilleurs mémoires de mathématique et de physique qui ont été couronnés par la Société Royale des sciences, établie à Montpellier*. Paris M DCC LXXI

### **Le Jurassique inférieur.**

Au sommet du Jurassique inférieur, les marnes toarciennes sont réputées depuis longtemps être riches en bitume. Dumas indique (t4 p442) « pourraient être employées dans la fabrication de l'huile de schiste ». C'est ce que l'on appelle aujourd'hui un gisement *non conventionnel* ou du *pétrole de schistes*.

### **Le Crétacé supérieur.**

Divers niveaux du Crétacé supérieur des synclinaux de la bordure rhodanienne du Gard et de l'Ardèche, renferment des niveaux de lignites souvent fortement bitumineux. Pendant longtemps cette présence a été considérée comme pénalisante. Monsieur de Gensanne (T4 p 41) indique qu'à Pont-Saint-Esprit « le charbon en était de fort mauvaise qualité, et par trop bitumineux : il est en effet si gras dans quelques-unes qu'on peut en extraire l'asphalte par ébullition » et précise « Nous conseillâmes au sieur Tuboeuf d'abandonner ces recherches qui lui causeraient infailliblement des pertes considérables, ... ».

Il faut attendre *l'entre-deux guerres*, pour que certains exploitants cherchent à valoriser cette présence de bitume.

C'est d'abord la société *Charbonnage et agglomérés du bassin de la Tave* (concession de Cavillargues), dont le directeur, Alphonse Tabarant, invente en 1926 et brevète, un procédé de distillation du lignite lui donnant un semi-coke et du goudron. Ce dernier, redistillé, donnait de l'essence, du pétrole, de l'huile de graissage, etc.

**Appareil pour la carbonisation et la distillation des lignites, houilles, schistes bitumineux, sables et marnes pétrolières, tourbes, bois, etc.**

Société dite : CHARBONNAGES ET AGGLOMÉRÉS DU BASSIN DE LA TAVE  
résidant en France (Gard)

Demandé le 20 mai 1926, à 13 h 50 m, à Paris.

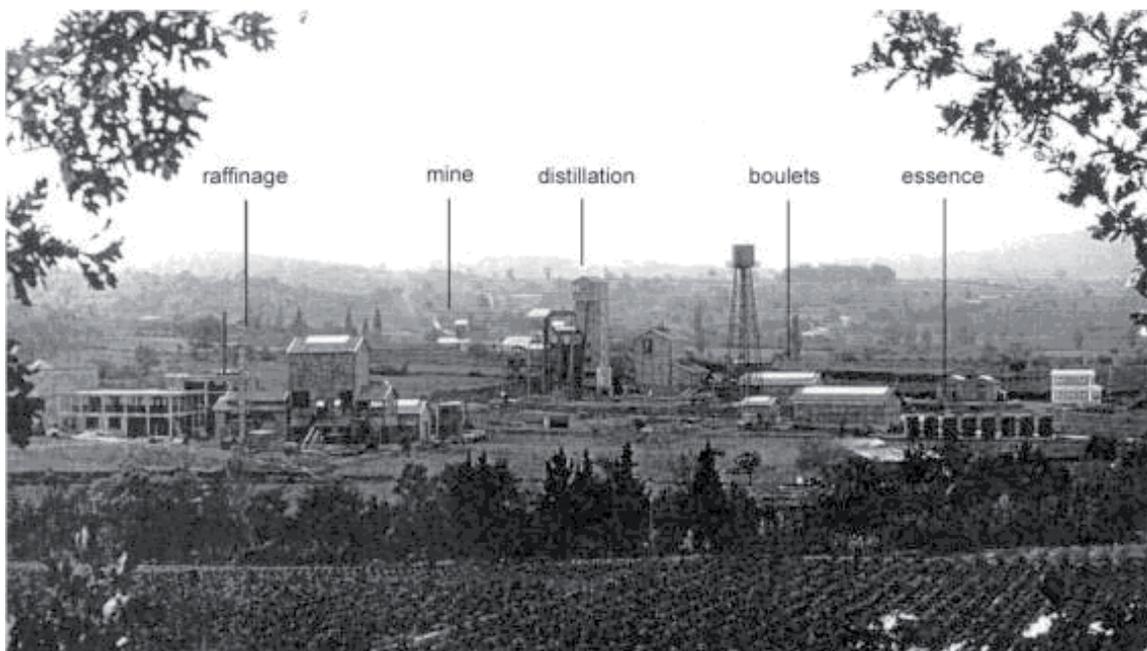
Délivré le 29 octobre 1926. — Publié le 2 février 1927.

C'est, ensuite, Eugène Houdry qui mandaté par l'État français, invente un procédé de cracking catalytique pour produire de l'essence à partir de charbon. Il rachète en 1926 la *Société des Mines de St Julien-de-Peyrolas* qui devient la *Société Anonyme Française d'Exploitation et d'études Minières*, puis il crée la *Société Anonyme Française pour la fabrication des essences et pétroles* qui va construire une usine sur le site de Saint-Paulet-de-Caisson. En 1929 l'usine démarre et, après quelques mois de mises au point, la production commence. Elle donne de l'essence d'excellente qualité mais qui a le défaut d'être mal désulfurée. Eugène Houdry sollicite l'État pour l'aider à remédier à ce problème mais les subventions ne viennent pas.

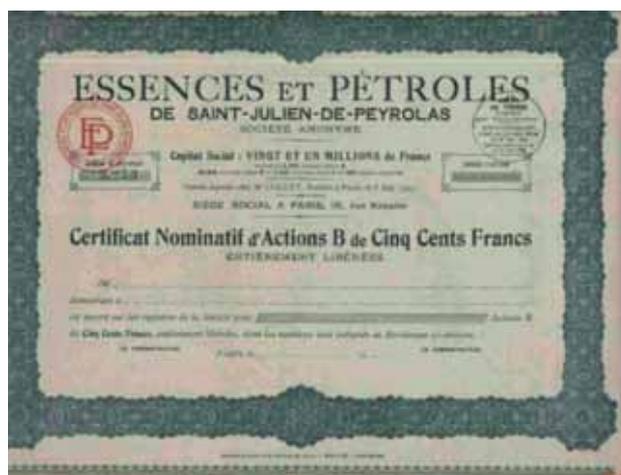
Houdry va donc s'expatrier aux États-Unis où il va adapter *le cracking catalytique* au pétrole brut. Ce sera le début d'une très brillante aventure. Le "Houdry Process" va avoir un développement fulgurant. En 1942, 90% de toute l'essence d'aviation produite aux USA, par plus de quarante raffineries, l'étaient par le procédé Houdry. Il permettra à l'aviation américaine pendant la guerre de traverser l'Atlantique sans escale.

Eugène Houdry est très connu aux États-Unis ; il a été membre de nombreuses sociétés savantes et une grande fondation de recherche dans le domaine de la chimie porte son nom. En 1990 il est élu, à titre posthume, à la « National Inventors Hall of Fame »<sup>10</sup>.

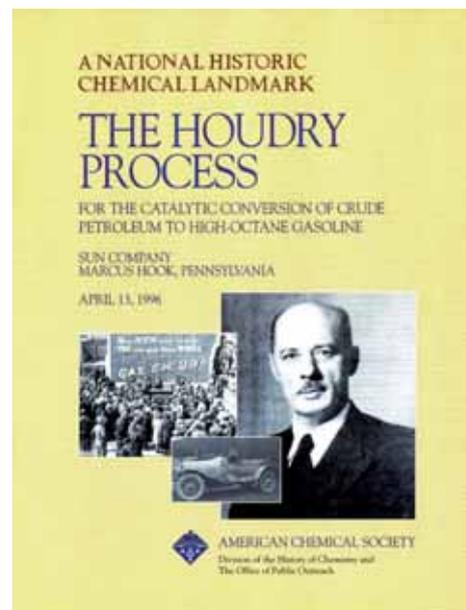
<sup>10</sup> Le National Inventors Hall of Fame est une organisation qui honore les réalisations des inventeurs, peu importe leur nationalité, pour peu que celles-ci soient remarquables. Pour y être admis, de son vivant ou à titre posthume, il faut posséder au moins un brevet du USPTO (United States Patent and Trademark Office). À la fin de 2006, l'institution comptait 313 intronisés.



Usine de la *Société Anonyme Française pour la fabrication des essences et pétroles* (Saint-Paul-et-Val) (Saint-Paul-et-Val)



Action de la *Société Anonyme Française pour la fabrication des essences et pétroles*



Livre décrivant le procédé Houdry

### France For Ever

Alors que la France vient de sombrer dans la débâcle, Houdry n'accepte pas la résignation à la défaite ; il répond à l'Appel du général de Gaulle par la création du comité 'France For Ever'. Face à la propagande du gouvernement de Vichy, cette association devait donner une autre image de la France : celle des hommes épris de Liberté. En quelques mois, on dénombre plus de 15.000 adhérents. En mai 1941, Houdry est déchu de la nationalité française, il devient alors citoyen américain. Depuis 1971, la société américaine 'NACS' (North American Catalysis Society) décerne un prix Houdry

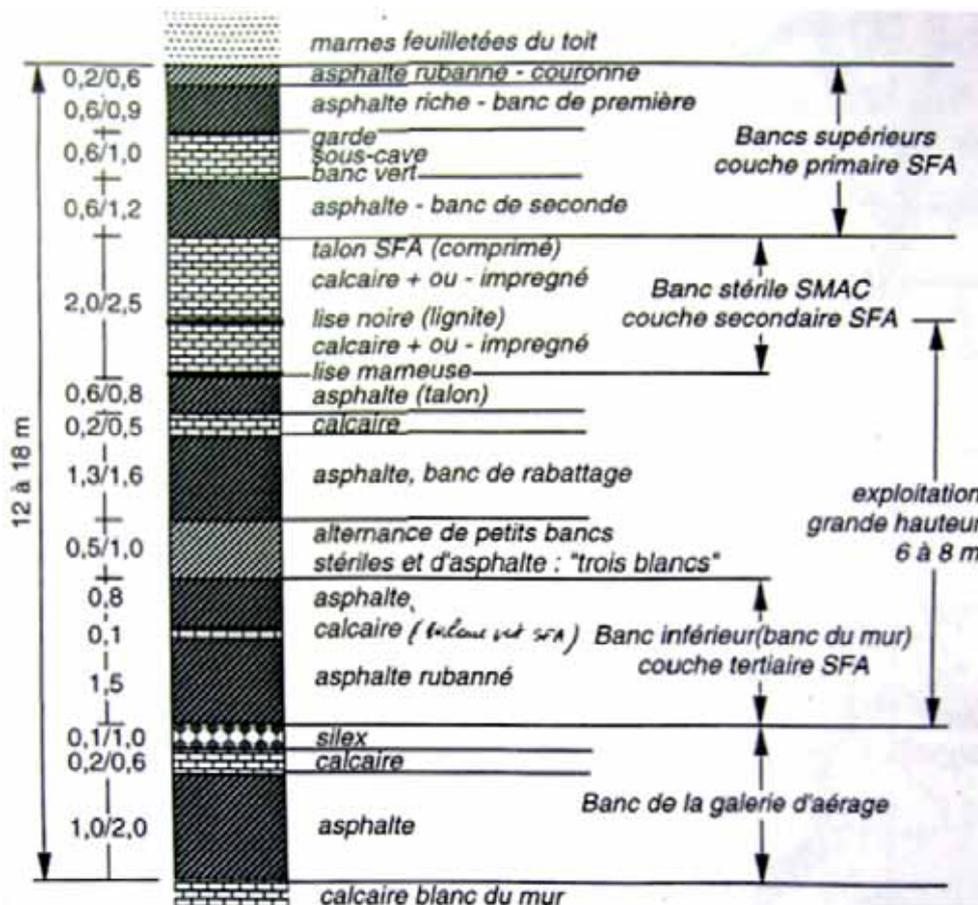
Il convient également de signaler le gisement de schistes bitumineux de Vagnas (Ardèche) : Le permis initialement accordé pour lignite (31 thermidor de l'an 13, confirmé le 13 janvier 1842 sur 195 ha), est étendu au bitume le 25 septembre 1859 sur une surface de 397 ha.

Ce gisement a d'abord été considéré comme tertiaire (Dumas notice carte géologique d'Orange), puis finalement rattaché au Cénomaniens et assimilé au gisement de Saint-Julien-de-Peyrolas (Paul Thiery 1923), le gisement exploité par Houdry.

La vie de cette concession est mouvementée. En 1942, un groupe d'étude est constituée sur désir du gouvernement. Finalement l'arrêt des travaux est demandé par l'Etat fin 1945. La concession existait toujours en 1976 mais n'avait plus de propriétaire. Elle n'a, en fait, jamais réellement été exploitée pour le bitume.

### Le Tertiaire

Dans le bassin d'Alès, les niveaux asphaltiques affleurent dans une zone de 35 km de long sur 2 de large, sur le bord est du fossé. Il s'agit de calcaires lacustres d'âge Sannoisien ( $\pm 34$  Ma) qui reposent en discordance sur les calcaires urgoniens. Ils renferment plusieurs couches minéralisées avec une couche principale de 6 à 14 m de puissance (7,5 m exploitables) à 8% de bitume, avec un pendage généralement de l'ordre de 15° vers l'ouest. Le gisement est reconnu et exploité à des profondeurs comprises entre 0 et 300 m, mais des sondages pétroliers, réalisés dès la fin des années 1940, ont montré l'existence d'extensions en profondeur (500 à 600 m).



Coupe de la série bitumineuse de la région de Saint-Jean-de-Maruéjols (SMAC et SFA)

L'exploitation industrielle de l'asphalte dans le fossé d'Alès ne commence sérieusement qu'au début du XIXe siècle. Les premières recherches apparaissent dès le début du siècle et les premières concessions sont attribuées entre 1838 et 1844.

Au début, l'asphalte est produit essentiellement sous forme de pavés de mastic destinés aux utilisations "classiques" ; mais très vite, « la ruée vers l'asphalte » va

arriver jusque dans la région. En effet, la demande va exploser pour satisfaire les besoins liés au développement des applications aux trottoirs (asphalte coulé) puis aux chaussées (asphalte comprimé). L'asphalte du Gard va, ainsi, servir à faire une grande partie des trottoirs de Paris et de Londres. Les petites exploitations vont peu à peu disparaître et seules deux entreprises industrielles vont perdurer : l'une française, la *Société anonyme des mines de bitume et d'asphalte du centre* (SMAC) et l'autre anglaise, la *Société Française des Asphaltes* (SFA), héritière de la société *The Val de Travers Asphalt Paving Company Limited*.

Malgré l'important développement de l'utilisation routière, la dualité d'utilisation : étanchéité / revêtement de sol va perdurer jusqu'à la fermeture des exploitations à la fin du XXe siècle.

Les concessions du fossé d'Alès sont essentiellement réparties sur deux zones, l'une au sud et l'autre au nord.

### **La zone sud**

La zone sud, à l'est immédiat d'Alès, s'étend sur une dizaine de kilomètres de Méjannes-lès-Alès à la Bégude. On y compte quatre concessions :

**La concession de Servas**, attribuée, par ordonnance royale du 17 février 1844, à Mme de Servas et M. Serre-Guiraudet. Le minerai était traité dans une usine construite à Alès en 1850, sur un terrain qui abritera plus tard l'usine Richard Ducros. En 1859 les concessionnaires fondent une Société civile composée des familles Lachadenède, Varin d'Ainville, Lavalette et Serres. En 1866 avec l'arrivée de M. Beau les travaux permettent la découverte de trois couches. En 1878 la concession de Servas est réunie avec celles de Cauvas et du Puech et la société prend le nom de *Société des mines d'asphalte de Servas*.

En 1891 elle est affermée à La *Compagnie générale des asphaltes de France*. L'entreprise prend de l'importance et construit une petite usine de pavés comprimés qui expédiait 7 à 8 tonnes de pavés par jour.

En 1903 la société anglaise *The Val de Travers asphalt paving company* rachète l'exploitation. En 1914 celle-ci se retire et laisse la place à la *société de pavage et asphalte de Paris* qui réalise un sondage et qui trouve tout d'abord une couche de lignite (mais la compagnie n'est pas intéressée car elle n'a pas la concession pour lignite). Elle recoupe ensuite, 10 m au-dessous, une couche de 8 m de bitume. En 1916, il y a un besoin de charbon et la *Société des mines de Ganières* vient aider à la reconnaissance du niveau à lignite. À la fin de la guerre, elle demande la concession de lignite qui lui sera accordée sous le nom de *concession de l'Aubarou* et, en 1917, elle sous-amlodie à la *société des lignites et asphaltes du Gard*. Depuis cette date on ne parle plus de bitume à Servas. L'exploitation cesse en 1933.

### **Épilogue**

Les amodiations arrivent à échéance en 1963. La *Société des mines de Servas* reprend possession des 3 concessions et présente une demande de renonciation acceptée le 14 avril 1968. L'annulation de la concession de lignite sera prononcée en 1971.

La production totale est estimée à 100 000 tonnes à 9-12% bitume.



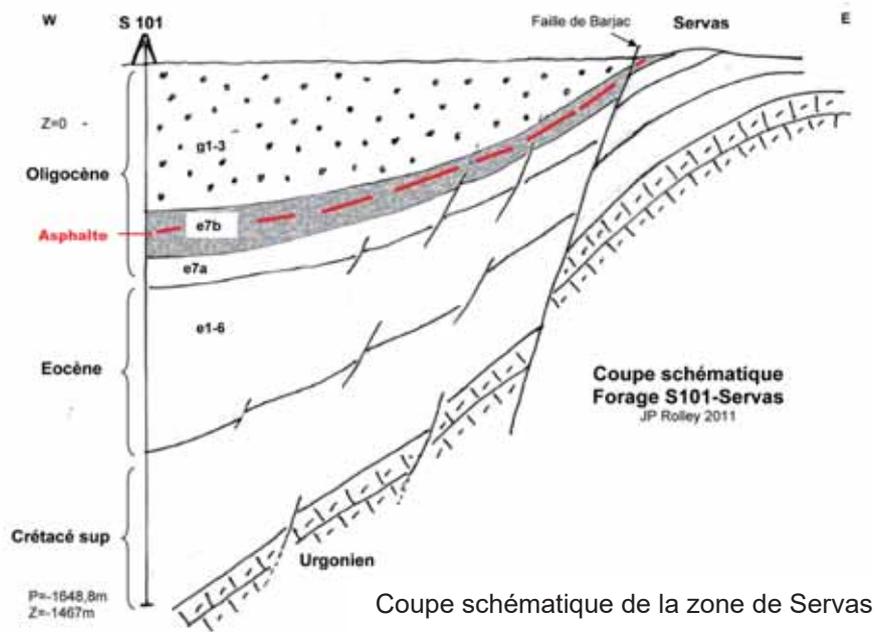
Plan de situation des concessions de la zone Sud (d'après P. Nicou 1906 modifié)

**La concession de Cauvas** : elle est accordée à MM Jules Olivier et Claude Perret, par ordonnance royale du 17 février 1844, sur 358 ha. Elle sera acquise en 1871 par la *Société des mines d'asphalte de Servas* ; quelques travaux de recherche peu importants seront réalisés au nord du Mas Fabrègue. Le décret du 24 avril 1878 autorise la société à réunir la concession de Cauvas à celle du Puech et à celle de Servas. En 1914, la concession est reprise par la *Société de pavage et asphalte de Paris* qui n'y fera pratiquement aucuns travaux de recherche. La concession sera annulée en 1968.

**La concession du Puech** : elle est attribuée le 17 février 1844 par ordonnance royale à MM Robert-Adolphe Barrois d'Orgeval et Armand-Jean-Constantin Hudault mais la production est très limitée. Elle est reprise par MM Bérard (Marquis de Montalet) et Rousseau qui vont la revendre, en 1872, à M. de Lachadenède fils (ingénieur demeurant à Alès) qui la revendra en 1874 à M Crochet de Genève. En 1878, la *Société des mines d'asphalte de Servas*, loue la concession pour la réunir à celles de Cauvas et de Servas. La concession sera ensuite cédée, en 1881, à la *Société générale des bitumes et asphaltes français* qui fait faillite en 1883. Elle est rachetée par la *Société civile minière des bitumes et asphalte du centre* qui va transporter la production à Salindres dans une petite usine de mastic. En 1891, il y avait 2 puits et 8 ouvriers. L'exploitation va s'arrêter en 1901. Elle est reprise de nouveau en 1902 par la *Société civile des mines de bitumes du centre*, mais les recherches s'avèrent négatives et la concession sera annulée en 1906. La production totale est estimée à 500 tonnes environ.

**La concession des Fumades** : elle est accordée, elle aussi le 17/2/1844 par ordonnance royale, sur 343 ha, aux sieurs Marie-Louis-François de Bérard, marquis de Montalet-Alais et Marie-Joseph Rousseau. Elle est vendue, en 1872, à MM de Lachadenède et Roux puis à la *Société Paul Crochet, Malo et Cie*. Elle va être acquise, en 1881, par la *Société Générale des bitumes et Asphaltes français* (SGBAF) qui fait faillite en 1883 (Elle sera absorbée par la *Société Val de Travers* en 1903). La concession est reprise le 7/8/1884 par la *Société civile des mines de bitume et asphalte du centre* (qui deviendra la SMAC). Elle ne sera exploitée que de 1872 à 1892 avec une production totale estimée de 5400 tonnes. Lorsque la société présentera la demande de *concession de Fontcouverte*, le ministère public demandera à l'entreprise, pour des raisons de concurrence, de renoncer à plusieurs concessions (dont celle des Fumades). La renonciation sera prononcée le 11/8/1906.

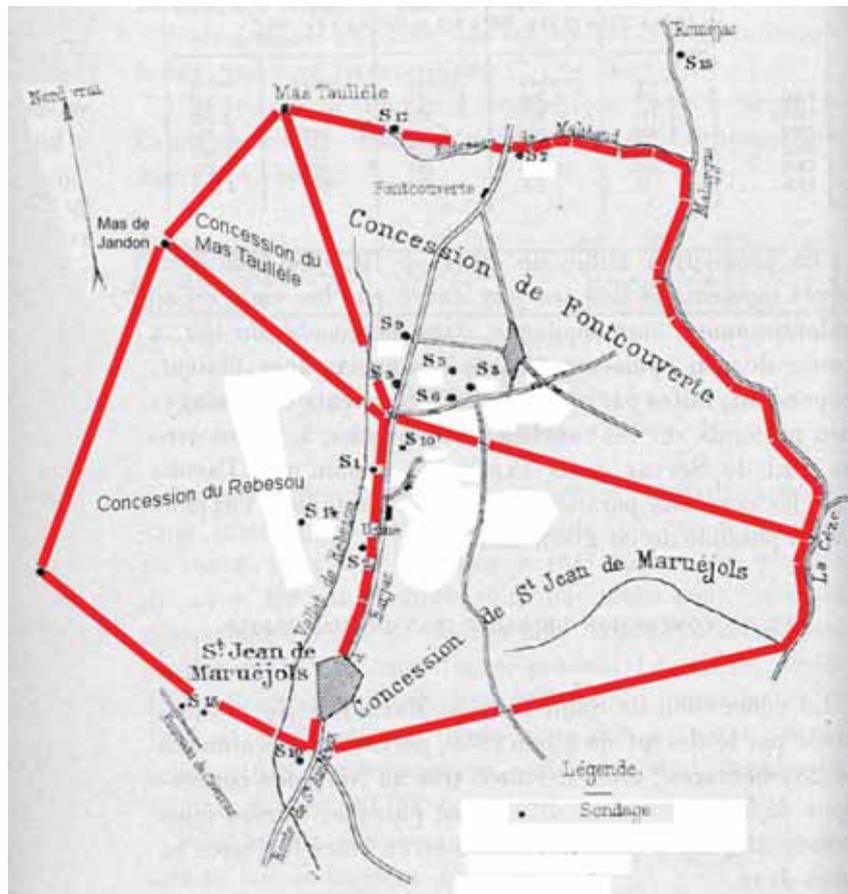
**La société La Route** présente une demande et obtient de prélever 200 tonnes de minerai dans la galerie *Bideau*, pour faire des essais. Elle demandera par pétition en date du 16 octobre 1934, complétée le 5/1/35, une concession sur l'ancienne *concession des Fumades*. Cette demande sera transformée en demande de permis d'exploitation le 16/1/1936. Mais l'ingénieur des mines considérant qu'il n'y a pas assez de réserves s'oppose à la demande. La société enverra une Lettre de retrait le 11/6/1937.



Coupe schématique de la zone de Servas

## La Zone Nord

La zone nord s'étend sur une dizaine de kilomètres, de Saint-Jean-de-Maruejols à Barjac. On y compte aussi quatre concessions.



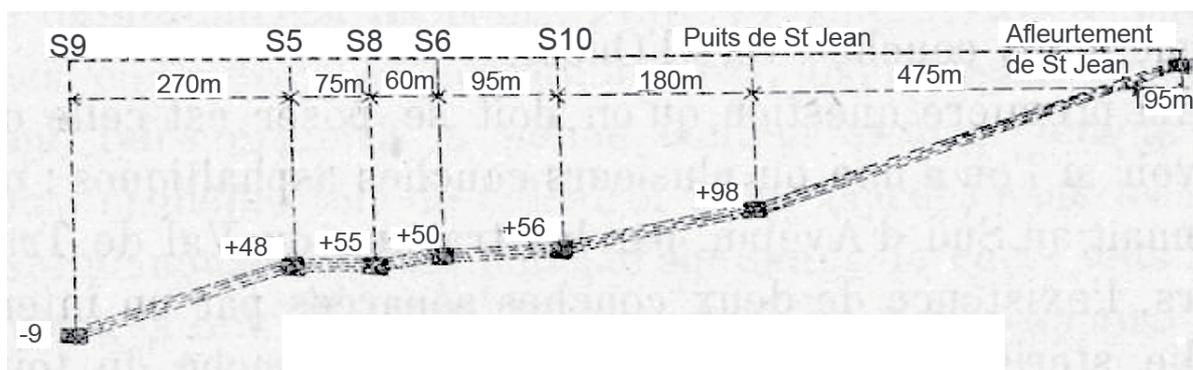
Plan de situation des concessions de la zone Nord (d'après Nicou modifié)

**La concession de Saint-Jean-de-Maruejols :** elle fait l'objet d'un rapport au Roy en 1834 et d'une première demande de concession en 1838 par Antoine Granier. Une demande en concurrence, du 13 novembre 1857, est déposée par MM. Boucaruc et Millaud, celle-ci est retirée le 17 septembre 1858. La concession est finalement attribuée, par décret impérial du 4 juin 1859, signé par l'impératrice Eugénie, à sieurs Jean-Baptiste Puech, Hilarion Rogier et Etienne-Joseph Jouve, sur une surface 284 ha.

La concession est vendue le 8 juin 1872 par monsieur et madame René Joly à sieur Louis Merton avec « déclaration de command<sup>11</sup> » au profit de *The French Asphalte Company Ltd.*, de Londres.

*The French Asphalte Company Ltd.*, apporte la concession à la *Société Française des Asphaltes* lors de sa création, le 6 février 1906, à Paris.

La concession sera exploitée jusqu'en 1932 et on estime sa production totale à un peu plus de 800 000 t.



Coupe schématique ouest-est, dans la concession de Saint-Jean-de-Maruejols (d'après Nicou 1906)

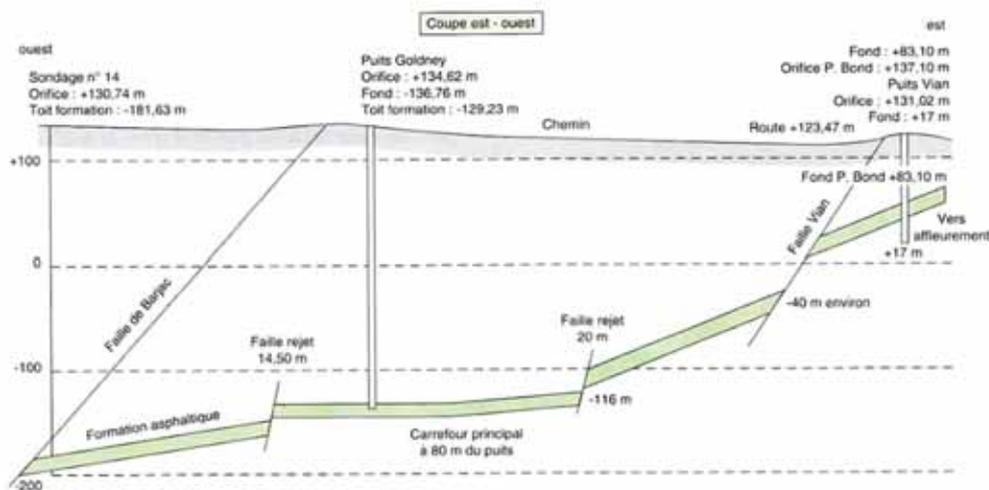
**La concession du Rebésou :** elle est instituée par décret du 26 février 1908 en faveur de la *Société The Val de Travers Asphalte Paving Company Limited*, pour une surface de 228 ha. Par traité d'amodiation du 17 mai 1911 la concession est apportée à la *Société Française des Asphaltes*, pour 30 ans contre des annuités de 25 000 frs pendant 10 ans pouvant être payées en nature sur la base d'un prix de 23,50 frs la tonne.

Le 14 novembre 1924 la *Société The Val de Travers Asphalte Paving Company Limited* cède à la *Société Française des Asphaltes*, la concession, les immeubles et autres droits associés. Un décret du 30 décembre 1925 autorise cette cession.

Les travaux ont été arrêtés, après le noyage accidentel de la mine, le 30 septembre 2010.

L'exploitation, desservie par 13 entrées dont 10 puits, était réalisée par chambres et piliers. La production totale est estimée à un peu moins de 1 500 000 t.

<sup>11</sup> Méthode légale pour préserver la confidentialité du véritable acquéreur d'un immeuble vis-à-vis du vendeur tout en évitant les droits d'une double mutation



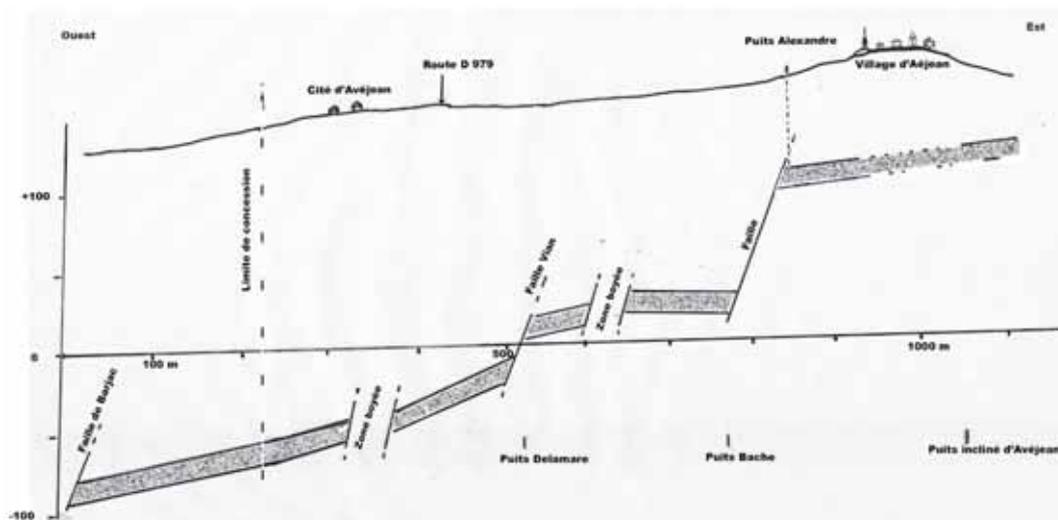
Coupe montrant la couche à bitume dans la concession de Rebésou (document SFA)

**La concession de Fontcouverte** : la concession, de 360 ha, est instituée par décret du 11 avril 1906 au profit de la *Société anonyme des mines de bitume et d'asphalte du centre* qui doit renoncer en échange aux concessions du Puech et des Fumades.

Les travaux cessent en 2002 et l'arrêté d'abandon définitif des travaux sera publié en 2010.

**La concession du Mas Taulelle** : La concession, d'une surface de 70 ha, était convoitée par les deux compagnies mitoyennes de cette zone, mais c'est, finalement la *Société anonyme des mines de bitume et d'asphalte du centre* qui obtient l'autorisation d'exploiter, pour 99 ans, par décret en date du 26 juillet 1932. Cette autorisation sera transformée en concession à durée illimitée le 26 février 1958. Les travaux seront arrêtés en 1973.

Les deux concessions (Fontcouverte et Mas Taulelle) ont produit au total environ 2 millions de tonnes. L'exploitation, desservie par 5 puits, était réalisée par chambres et piliers avec des venues d'eau importantes (100 m<sup>3</sup>/h en moyenne).



Coupe dans les concessions de Fontcouverte et Mas Taulelle (document SMAC)

## Autres concessions

Diverses autres concessions ont été demandées, sans succès, dans le fossé d'Alès :

- à St Privat des Vieux en 1873 :

1 – par MM. Mingot et Puech le 8 mai 1873 ;

2 – par MM. Chabaud, Sauzet et Jourdan le 16 juin 1873.

Ces demandes sont rejetées en septembre 1874, les travaux de recherche n'ayant pas démontré l'existence d'un gisement.

- à Barjac

1 - par MM. Roustan et Agniel en 1920 ;

2 - par Jean & fils en 1925.

Ces demandes ont été rejetées.

- Dans les environs d'Auzon par M. Barrillon en 1904

Dans les environs de Nîmes

- à Milhaud le 24 octobre 1842 par MM. Etienne Cabana, Jean Casimir Jecquet et Jean Mazel, mais la demande est refusée pour manque de réserves.

## Les recherches pour pétrole de Saint-Jean-de-Maruéjols :

Les gisements d'asphalte ont très tôt attiré l'attention des pétroliers. Dès 1947 la SNPLM (*société nationale des pétroles Languedoc Méditerranée*) réalise les premiers sondages à proximité de Saint-Jean-de Maruéjols. Huit sondages sont réalisés et fournissent 1 300 tonnes d'huile lourde anormalement riche en soufre.

Vers 1960 c'est la *Régie autonome des pétroles* (RAP) qui réalise les forages Salindres 101 et 102.

La *Société nationale des pétroles d'Aquitaine* (SNEAP) réalise en 1979 le forage Mar 101 puis MAR 104 en 1980, avec un essai de pompage entre octobre 1980 et janvier 1981, qui donne 1,9 m<sup>3</sup>/j.

Trois essais avec injection de vapeur sont réalisés entre mai et octobre 1981 et donnent 333 m<sup>3</sup> d'huile.

Mais les débits et la qualité du bitume ne permettent pas de poursuivre l'exploitation.

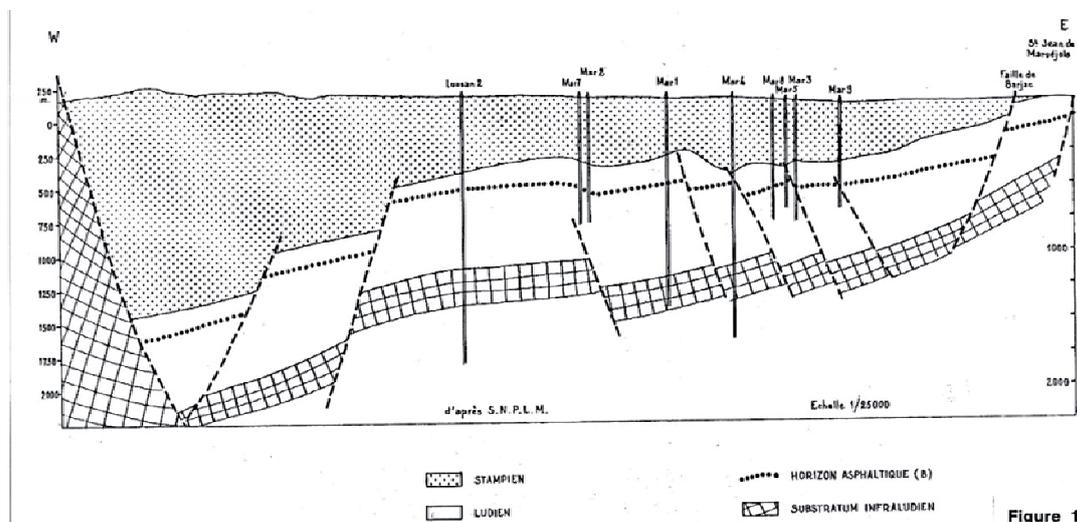


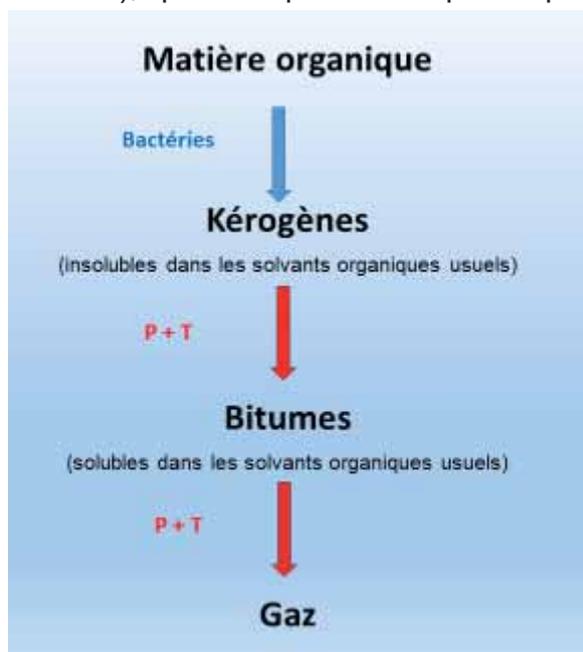
Figure 1

Coupe transversale du fossé d'Alès (BRGM 1982) avec position des sondages pétroliers

## Origine du bitume

### Formation du bitume

La matière organique (formée essentiellement d'algues et de plancton pour les bitumes), qui n'est pas décomposée pas oxydation, va peu à peu évoluer dans les sédiments sous l'action des bactéries pour donner ce que l'on appelle un kérogène<sup>12</sup>,



c'est-à-dire une matière organique complexe qui, par action de la pression et de la température (entre 50 et 120°C) va, peu à peu se transformer en bitume (puis éventuellement en pétrole).

Les schistes bitumineux, par exemple, ne contiennent pas de bitume mais uniquement du kérogène. Afin d'exploiter au mieux le kérogène présent, la roche est chauffée à une température de 450 à 500 °C en absence d'air. La vapeur engendrée est ensuite distillée pour produire de l'huile de schiste (une forme de pétrole) et du gaz.

Qu'en est-il des bitumes du Gard ?

Si on exclut de cette analyse les cas particuliers des bitumes du Houiller et du Jurassique qui n'ont jamais été utilisés en tant que tels, les bitumes du Crétacé et du Tertiaire, ont une origine qui n'est pas encore établie avec certitude.

On peut cependant noter :

- qu'ils sont souvent associés à des lignites (qui proviennent de végétaux terrestres).
- qu'on les rencontre essentiellement dans des terrains d'origine lacustre.

Il se pourrait donc que leur origine soit liée à une sédimentation lacustre peu profonde passant localement à des dépôts de végétaux terrestres (végétaux ligneux capables de donner du charbon).

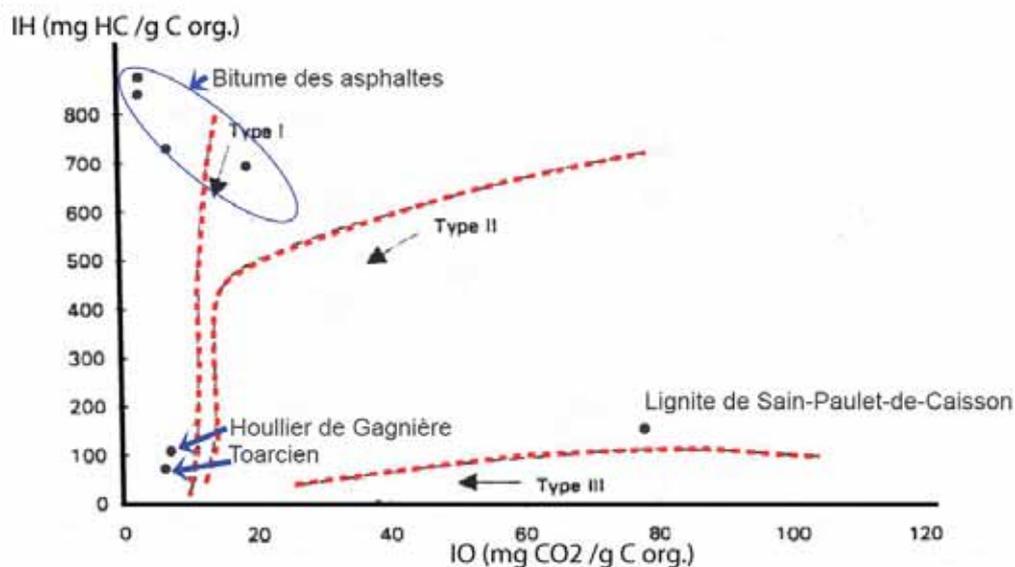
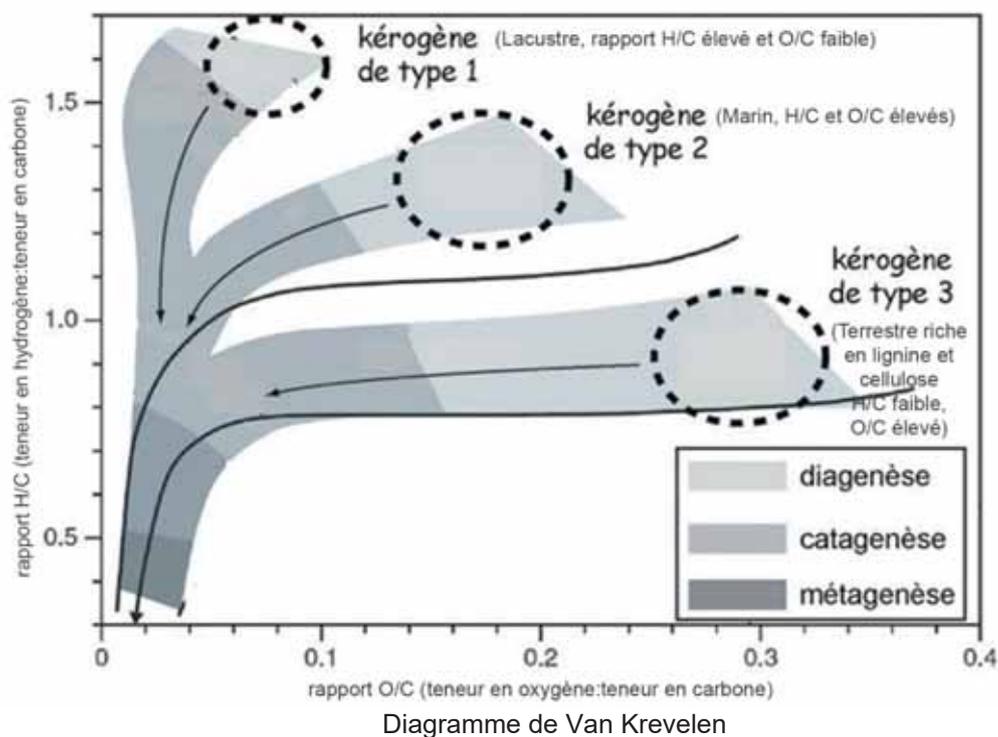
Cependant les formations lacustres du fossé d'Alès n'ont été que peu recouvertes et les conditions pression-température ont probablement été trop faibles pour donner une maturation importante au kérogène formé. La nature du bitume obtenu doit donc être peu évoluée.

Si on en croit les descriptions données par les pétroliers, il s'agirait d'une d'huile lourde à molécules complexes dont la composition serait la suivante :

Constituants huileux 50%, asphaltène 25%, résines 25% (données SNPLM), ce qui ne va pas en direction d'une matière organique très évoluée.

<sup>12</sup> Terme dérivé d'un mot grecque désignant une matière ayant la constance de la cire. Le kérogène est une matière organique insoluble dans les solvants organiques contrairement au bitume.

Les analyses (in BRGM 1982 ou Fournier et al. 2010) réalisées sur la matière organique de l'asphalte du fossé d'Alès, montrent une appartenance à des kérogènes de type I relativement immatures (voir graphiques ci-dessous)



Nous concluons de l'ensemble de ces informations que l'origine autochtone des bitumes qui imprègnent les calcaires asphaltiques du fossé d'Alès, est une hypothèse raisonnable.

Jean-Pierre Rolley

## Remerciements

Je tiens à remercier ici :

Jean-Pierre Bouvier mon complice pour la recherche de documents.

Gérard Gandon, ancien directeur de la SFA, pour son accueil et les informations qu'il nous a aimablement fournies ainsi que l'accès aux archives de la SFA.

Jean-François Euvrard, ancien directeur de la Smac-Acéoïd, pour son accueil et les informations qu'il nous a fournies.

Patrick Reeb, pour de précieux échanges de documents. (*Musée du pétrole de Pechelbronn*)

La DREAL Alès, pour son accueil et l'accès aux archives « du service des mines ».

Sans eux ce travail n'aurait pas pu voir le jour.

## Bibliographie sommaire

Documents provenant des archives de la DREAL.

Documents BRGM ([infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr)).

Divers documents numérisés par GOOGLE.

*Asphaltes et Bitumes*, Bulletin de la société industrielle de Mulhouse, tome 12, 1939.

Léon Malo : *L'asphalte, son origine, sa préparation, ses applications*, 1888 Paris, 2<sup>ème</sup> édition et annales des Ponts et chaussées, 1861.

M. Payen : *Mémoire sur les bitumes, leur exploitation, et leurs emplois utiles*. 1824 – Paris.

Henri Fournel : *Notice sur la pierre asphaltique du Val-de-Travers*, 1838 – Paris

P. Nicou : *les calcaires asphaltiques du Gard*, Annales des mines, 1906.

Rivoire : *Statistique du département du Gard*, 1842, Nîmes.

M. Rivière : *Sur quelques singularités du Terroir de Gabian & principalement sur la Fontaine de Pétrole, qui y coule*. Communication faite le 2 avril 1716, Société royale des sciences de Montpellier.

Dumas Emilien : *Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard*, 1875.

Gensanne (de) : *Histoire naturelle du Languedoc*, 1776.

Pelouze Père : *Traité de l'éclairage au gaz tiré de la houille, des bitumes, de la tourbe, des huiles, etc.* Mons 1839.

Charles d'Orbigny et all. : *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, 1844.

Guillaume André : *Bâtir la ville : révolutions industrielles dans les matériaux de construction, France-Grande-Bretagne (1760-1840)* ; Champ Vallon, 1995.

Hombres-Firmas (d') : *Sur l'asphalte et les pétrifications d'Auzon, Gard*, Journal de physique, 1819.

Fournier François et al. : *Lacustrine carbonate reservoirs and petroleum systems in the Alès tertiary basin (SE France)*, 2010

# La Rubrique Scientifique

## Traces du rivage pliocène aux environs de Nîmes

Par GABRIEL CARRIÈRE

---

Chateaubriand fait dire à un de ses personnages : je m'embarquai au port de Nîmes. L'illustre auteur ajoute en note pour justifier son hypothèse : j'adopte en cela l'opinion de ceux qui croient que la Tour Magne était un phare.

Ai-je besoin de faire remarquer l'erreur du poète et d'affirmer que ce monument, probablement le plus antique de notre ville, n'a jamais pu avoir une telle destination, le rivage marin du Languedoc ayant occupé depuis les temps historiques la même zone qu'aujourd'hui sans que la mer ait dépassé sensiblement ses limites actuelles ?

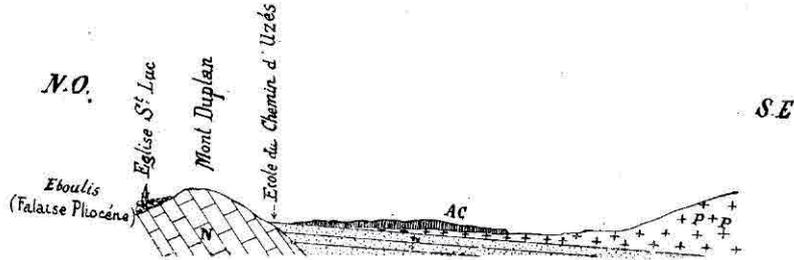
Mais à l'époque pliocène, les vagues ont battu les flancs des collines calcaires qui dominent la plaine de Nîmes ; elles ont accumulé au pied de ces reliefs des dépôts sédimentaires, presque partout recouverts par les alluvions qui constituent le delta torrentiel du Rhône.

Il m'a paru utile de jalonner les traces de la mer pliocène aux abords de notre ville, en les notant partout où des fouilles exécutées ces dernières années m'ont permis de les reconnaître. Elles sont en effet presque partout recouvertes maintenant par les constructions modernes édifiées sur la ligne de rivage et celle-ci sera de moins en moins reconnaissable.

Ailleurs, un dépôt de comblement, épais de plusieurs mètres, dont je ferai connaître la nature et l'origine, s'est superposé aux couches marines pliocènes et les cache complètement.

La coupe ci-jointe indique la composition et la succession des assises géologiques sur lesquelles la ville est bâtie. On voit que les couches pliocènes viennent s'appuyer en stratification discordante sur les calcaires néocomiens dont les reliefs limitaient dans cette zone l'extension vers le Nord de la mer pliocène. On peut donc considérer les versants Sud-Est des collines qui dominent la plaine comme représentant

des falaises, dont je vais citer d'ailleurs des traces bien évidentes.



Coupe géologique du Mont-Duplan à la Costière

- A. C.. Alluvions à éléments exclusivement calcaires.  
 P. P.. Alluvions à éléments siliceux (poudingue pliocène).  
 P..... Pliocène (sables jaunes à *Ostrœa cucullata*).  
 N..... Néocomien.

— Les fouilles exécutées pour les fondations de l'église Saint-Luc, au quartier de la Croix de Fer, m'ont permis d'observer des dépôts littoraux pliocènes ; on pouvait voir à cette place un amoncellement de blocs calcaires roulés qui s'appuyaient en pente inclinée N.-O. S.-E. contre les assises néocomiennes du Mont Duplan auxquelles ces éléments ont été arrachés par les vagues. Cette accumulation au pied d'une falaise est encore visible dans la partie de terrain non déblayé qui s'étend entre l'église Saint-Luc et le chemin aboutissant au Mont Duplan.

Des bryozoaires, des fragments de coraux et de coquilles marines brisés sont reconnaissables dans la gangue d'argile rouge qui cimente les éboulis. C'est bien là une trace de rivage et ce mode de formation ne se retrouve plus quand marchant vers le Sud-Est, on quitte la limite littorale pour rentrer dans la zone franchement marine occupée par les sables marneux jaunes à *Ostrœa undata* sur lesquels est bâti la nouvelle école, au chemin d'Uzès.

C'est aussi l'altitude la plus élevée (80 mètres) où j'ai pu relever les traces du rivage pliocène aux environs de Nîmes.

— On peut voir dans le jardin du docteur Reboul, au-dessus de la rue d'Aquitaine, la roche néocomienne criblée de cavités à section cylindrique très rapprochées les unes des autres et que l'on dirait creusées à la vrille tant elles sont régulières. Elles sont dues à des mollusques perforants tels que les pholades qui se logent dans les récifs ou dans les roches des falaises. Ces perforations ont un aspect caractéristique. J'ai pu

les reconnaître aussi dans un enclos attenant à la rue de la Biche et adossé au Mont Duplan.

D'autres traces de rivage pliocène sont visibles à l'entrée du jardin de la Fontaine entre la grille d'accès et la statue du poète Jean Reboul. Ce sont, comme à la Croix de Fer, des éboulis calcaires (en partie masqués par la végétation). Cette portion de rivage a été déjà signalée par Emilien Dumas, ce géologue éminent à l'œil exercé de qui aucun détail n'échappait.

J'ajouterai qu'ayant recueilli, à la suite des fortes crues de la source de la Fontaine, une part des sédiments déposés sur les dalles du pourtour, j'ai constaté la présence de paillettes de mica jaune provenant de l'entraînement de sables jaunes pliocènes dont il a dû rester des témoins dans les fissures souterraines.

---

*Points de contact des sables jaunes du Pliocène (étage Astien) avec le Néocomien.*

Les sables jaunes à *Ostrœa undata* sont visibles aux lieux suivants, au pied des collines contre lesquelles ils viennent buter :

— Angle de raccordement de la ligne d'Alais avec celle qui mène en gare de Nimes, dans les olivettes au-dessous de la voie ferrée.

— Jonction du chemin de Courbessac avec la route de Nimes à Avignon, après avoir dépassé le pont sous la voie ferrée.

— Mont Duplan. L'école est installée sur la ligne de contact. On pouvait recueillir, au moment des fouilles effectuées pour l'établissement des fondations, de nombreux spécimens de l'*Ostrœa undata*.

— Rue d'Aquitaine.

— Maison centrale au pied des murs d'enceinte, côté Est (traces disparues à la suite de déblaiement).

— Quartier de l'Abattoir enclos Chardon. On y exploitait autrefois pour la fabrication de tuiles les bancs d'argile jaune alternant avec les grès sableux. Ces mêmes argiles étaient utilisées aussi au chemin d'Uzès, à l'emplacement occupé aujourd'hui par l'immeuble Pialat.

— Tranchée de la ligne de Nimes à Montpellier après le pont en biais.

En raccordant les points ci-dessus désignés, on aura un tracé assez précis de l'ancien rivage pliocène en considérant toutefois que les contacts les plus élevés en altitude, notamment celui de l'église Saint-Luc, se rapprochent davantage de la vraie limite, les ravinements postérieurs à l'exondation des couches marines ayant fait disparaître la majeure partie des vestiges de falaises.

L'ablation a été complète dans les thalwegs entre les collines, où la mer pliocène a dû pénétrer jusqu'à l'altitude de quatre-vingt mètres, démontrée par les constatations que j'ai faites à l'église Saint-Luc.

Depuis le pied des collines néocomiennes jusqu'à la plaine du Vistre, la ville est installée sur des éboulis calcaires entraînés par les eaux torrentielles qui débouchaient des vallées néocomiennes.

Ces matériaux qui sur certains points (route de Montpellier, entre l'hôpital et le boulevard de la République) n'ont pas moins de 0,40 de diamètre, sont plus ou moins cimentés par une terre rouge argileuse ent. aînée des garrigues et résultant de la destruction du calcaire.

Parfois le dépôt passe à un vrai poudingue très dur, la terre rouge étant remplacée ou accompagnée par des incrustations de carbonate de chaux avec adjonction de silice (rue Notre-Dame). La couche atteint 8 mètres (sondage de la station de Nimes) et s'étend en diminuant peu à peu d'épaisseur, suivant la pente Nord-Ouest Sud-Est pour rejoindre dans la plaine de Nimes les alluvions pliocènes du Rhône à cailloux siliceux qu'elle recouvre.

Les calcaires ne s'étendent donc qu'en bordure au pied des collines dans la zone où ils ont été entraînés par les eaux torrentielles.

Le volume des blocs charriés, l'épaisseur de la couche, indiquent un régime pluvial ayant eu dans le passé une fréquence et une abondance supérieure à celles que nous observons maintenant.

Bien qu'on n'ait recueilli jusqu'ici aucun vestige organique permettant de dater ces dépôts, il est vraisemblable que les couches inférieures sont immédiatement postérieures à la formation des sables astiens, le phénomène des apports calcaires alluviaux ayant commencé après l'exondation des couches marines pour se continuer, avec des variations d'intensité, pendant toute la durée de l'époque quaternaire jusqu'à l'ère moderne.

L'absence des alluvions pliocènes du Rhône sur les sommets comme dans les vallées occupées par le calcaire néocomien aux environs de Nîmes, est à remarquer.

Ces alluvions atteignent à Générac l'altitude de 144<sup>m</sup>. Puisqu'on ne les trouve pas à la même côte sur les reliefs néocomiens, il faut admettre :

1° Qu'après le relèvement des couches marines à *Ostræa undata* (étage astien), le Rhône a envahi le territoire exondé, suivant la direction qui entre Beaucaire et Vauvert représente la ligne de crête de la Costière, orientée du Nord-Est au Sud-Est et correspondant alors au thalweg du fleuve ;

2° Que ce thalweg était à une altitude inférieure à celle des collines néocomiennes, non baignées par conséquent ;

3° Que postérieurement au dépôt de poudingue pliocène, un plissement a formé le relief de la Costière et porté les alluvions à une altitude sensiblement plus élevée que la bordure de reliefs que suit parallèlement la ligne de Nîmes à Montpellier.

Ce mouvement positif correspond sans doute à l'un de ceux qui sur les bords de la Méditerranée ont donné lieu aux plages exondées, étudiées savamment par MM. Depéret, Caziot, et E. Maury pour la côte de Nice et par M. de Lamothe pour la côte algérienne.



## SOMMAIRE

In Memoriam

Yvette Lefebvre

Éditorial

Jean-Pierre Rolley

### Compte rendu de nos activités

- **Samedi 19/9/2015** : Forum des associations et repas de rentrée

- **Mercredi 16/9** : Visite de trois sites GSSP Mondiaux du versant sud de la Montagne Noire : La Carrière de marbre de Coumiac ; Le Col du Puech de la Suque ; La Montagne de la Serre.

Pierre Bérard p.4

- **Dimanche 11/10** : Quelques rivages perforés du Mio-Pliocène du Gard.

Jean-Pierre Rolley p.19

- **Samedi 14/11** : L'ancienne carrière sud de Saint Jean de Serre.

Jean-Claude Lahondère p.29

Les Côtes de Saint-Jean-de-Serres.

Jean-Pierre Rolley p.36

- **Samedi 23/1/2016** : **Assemblée générale**

Compte-rendu sommaire de l'assemblée générale

Jean-Pierre Bouvier p.42

Le Gard terre de bitumes et d'asphalte

Jean-Pierre Rolley p.47

### Rubrique scientifique

Traces du rivage Pliocène aux environs de Nîmes (Extrait du Bull. Soc. étude sc. nat. de Nîmes 1904)

Gabriel Carrière p.69

\*\*\*\*\*