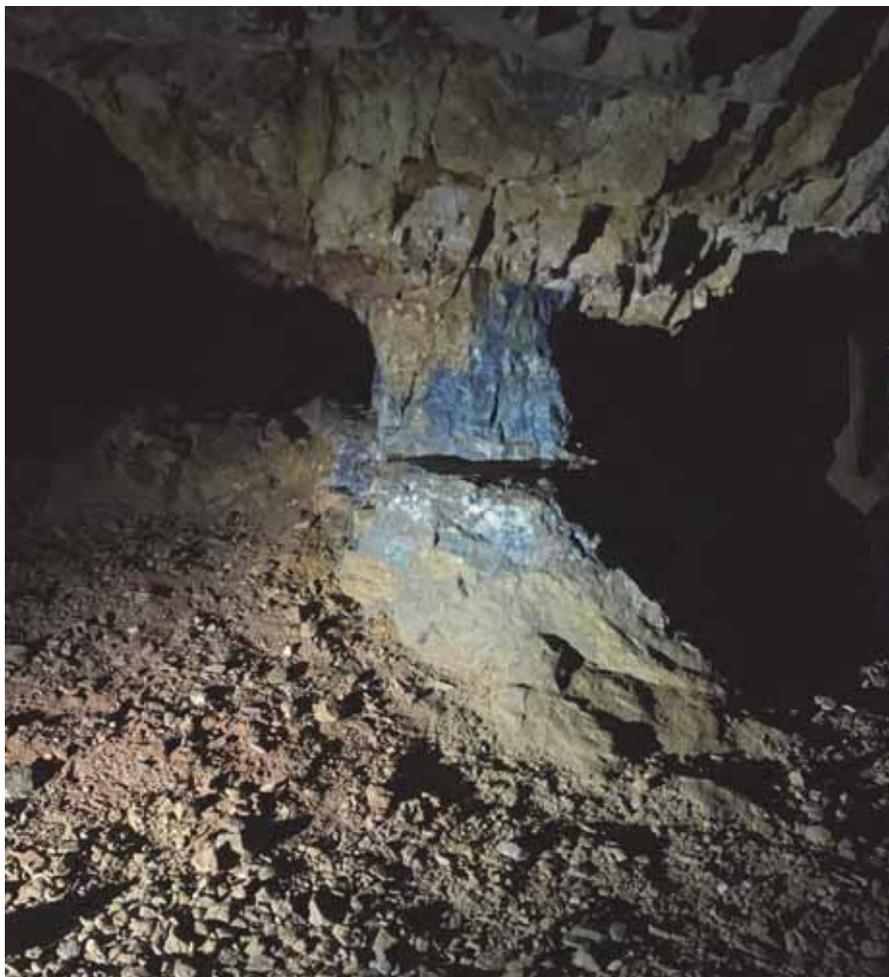


# ASSOCIATION GÉOLOGIQUE D'ALÈS ET DE SA RÉGION

## BULLETIN N°107

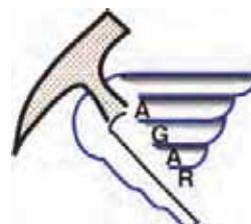
### Mars 2024



Pilier minéralisé (Cap Garonne) photo JP 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)



## Éditorial

Bonjour à toutes, bonjour à tous,

En ces temps où les influenceurs et les fausses nouvelles semblent avoir plus de poids que les scientifiques ou les sachants ; en ces temps où le développement des moyens d'analyse, de l'informatique, etc., permettent des avancées extraordinaires ; en ces temps où l'analyse des traces d'ARN contenues dans quelques gouttes d'eau, permet de découvrir l'existence d'organismes que nous ne verrons peut-être jamais ; en ces temps où la géologie se fait plus dans les laboratoires que sur le terrain, est-il encore raisonnable de croire qu'une petite association équipée de quelques loupes et de quelques marteaux, puisse encore prétendre faire découvrir la géologie locale ?

Bien sûr nous n'avons pas accès aux grandes technologies actuelles et nos sorties ne cherchent pas à nous confronter aux grands centres de recherche. Elles nous permettent simplement d'essayer de mieux percevoir ce qui est à la base de tout ce qui nous entoure, d'essayer de comprendre ce que représente la roche qui est là, comment elle y est arrivée, comment elle s'est formée, etc.

Il me semble que notre association ne joue pas si mal son rôle, qui est de diffuser la culture géologique et participer à une meilleure connaissance de la géologie locale.

Veillons à ne pas nous contenter d'être de simples spectateurs d'un quelconque guide conférencier et à continuer à apporter notre petite pierre à l'édification de notre connaissance. Essayons de continuer à ce que nos petites observations, consignées dans notre petit bulletin, en dehors de nous permettent de mieux appréhender notre environnement, continue, parfois, à conforter l'inventaire de notre patrimoine géologique national.

Bonne lecture

Jean-Pierre Rolley.

-----

**Erratum** : dans le n° 106 page 81 lire Marc de Gouvenain au lieu de Philippe Gaubert

# COMPTES RENDUS DE NOS ACTIVITÉS

Samedi 9 septembre 2023

## Forum des associations

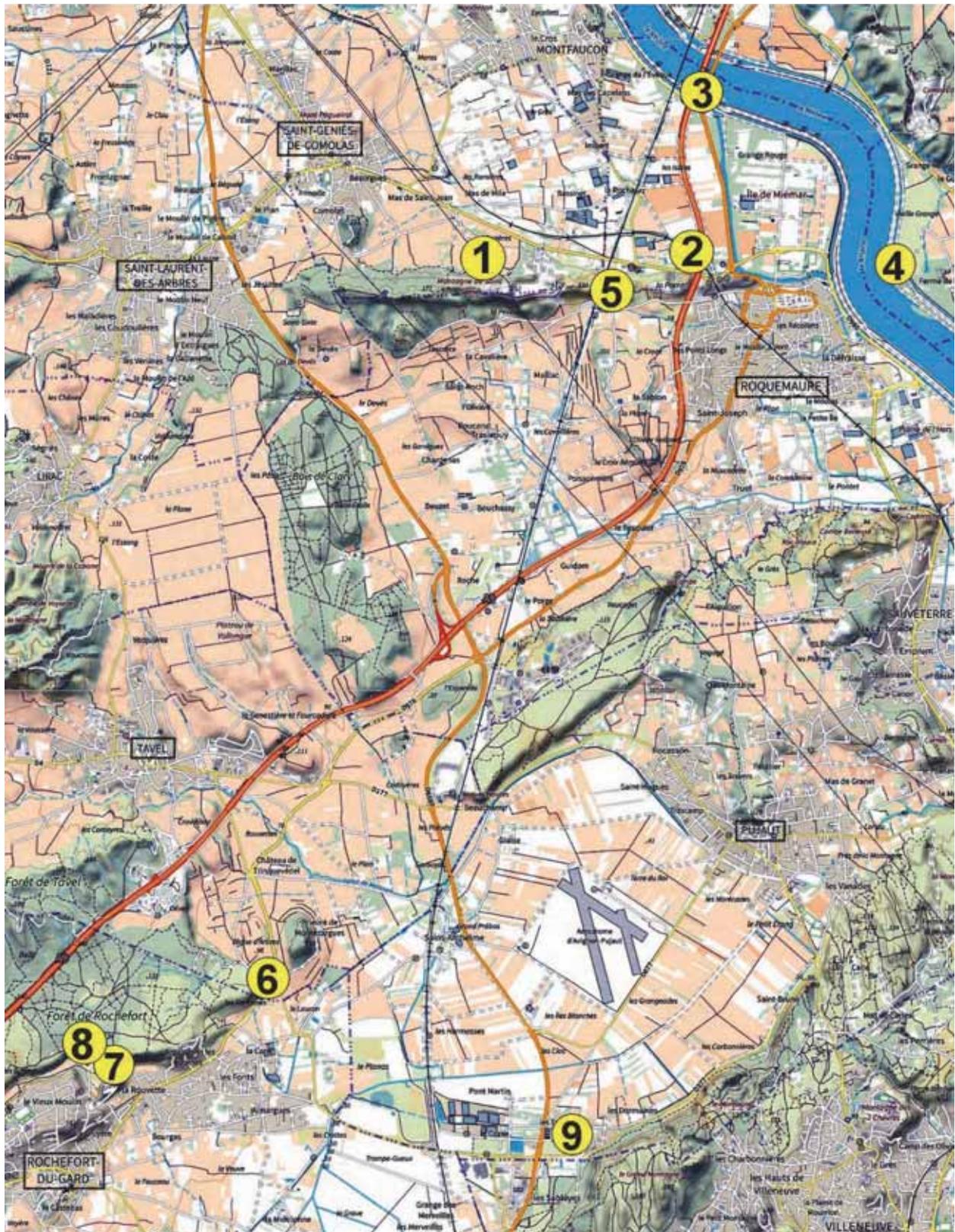


Le forum des associations s'est tenu tout début septembre. La fréquentation de notre stand a été plus importante que les années précédentes et plusieurs personnes ont fait part de leur intention de venir à l'association

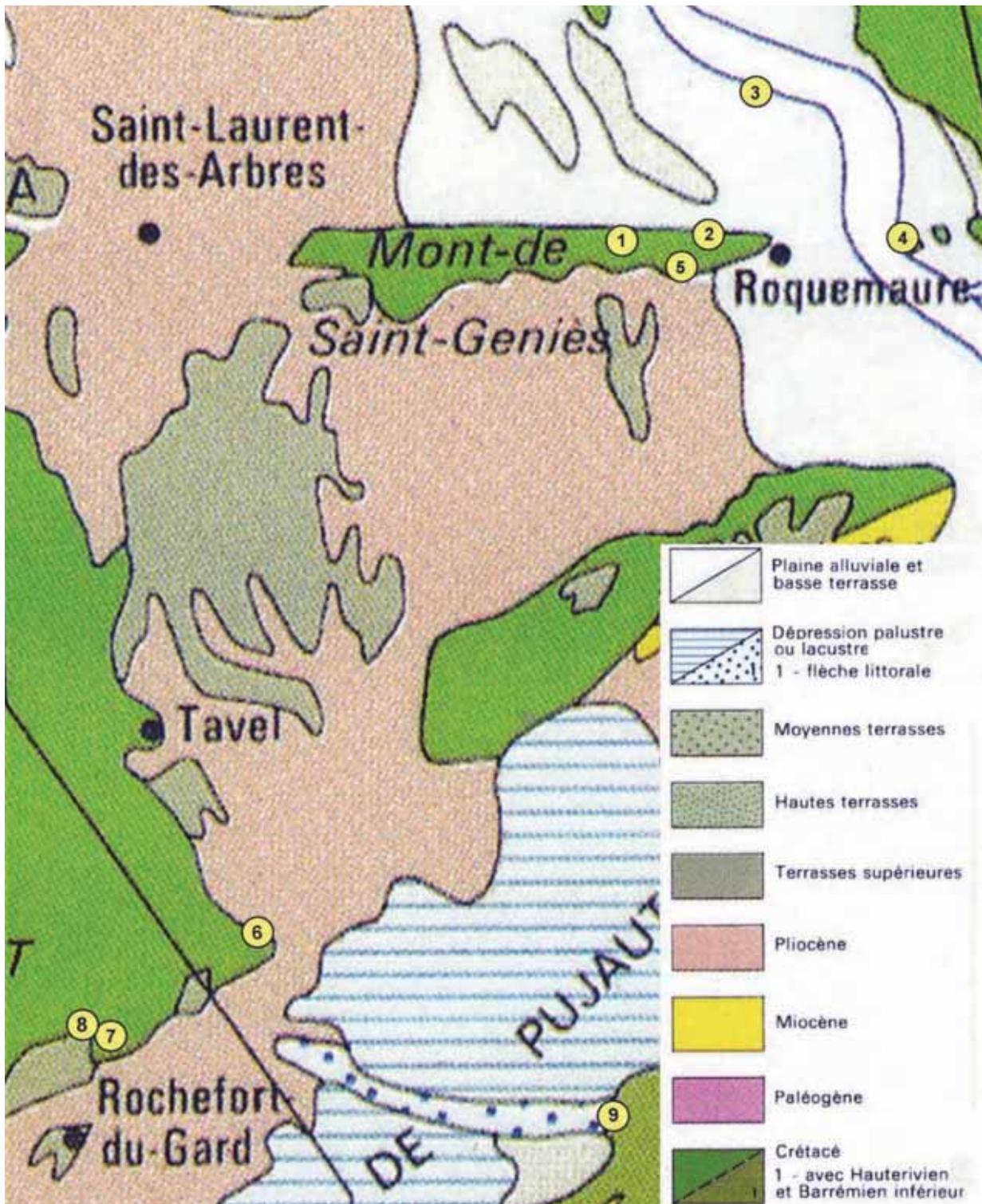
-----

## Le paléo-cours du Rhône dans le bassin de Pujaut-Rochefort du Gard

Nous sommes une vingtaine au point de rassemblement à l'école maternelle de Saint-Genès-de-Comolas, c'est une belle journée d'automne.



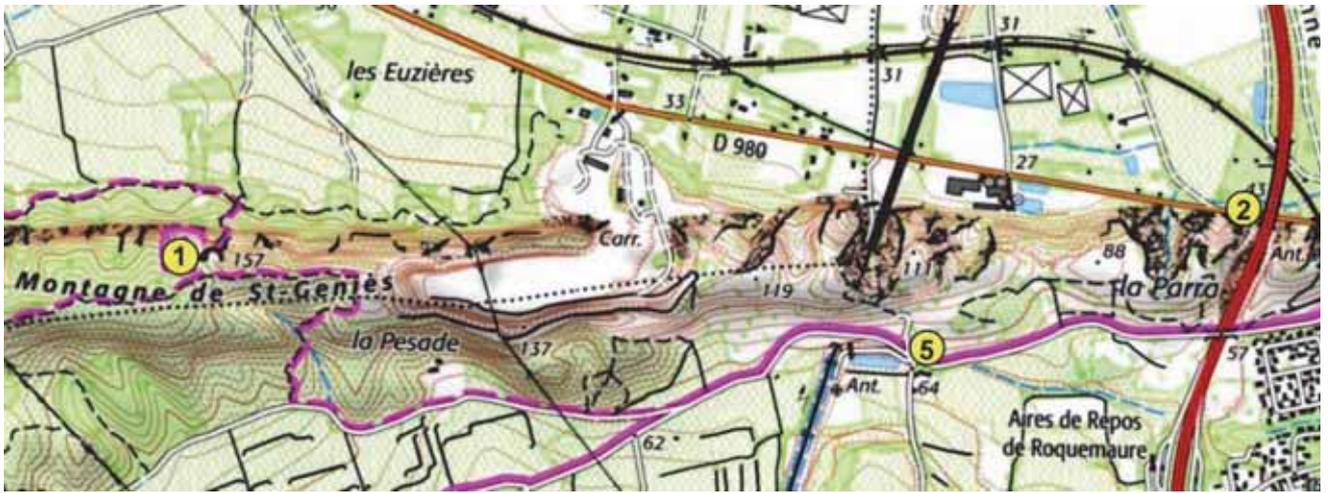
Carte topographique (Géoportail) avec localisation des sites visités



Carte géologique simplifiée (BRGM) avec localisation des sites visités

Tout le monde étant là, nous nous dirigeons vers *l'arrêt 1*, la Grand'Baume ou grotte de Gargantua.

Cette grotte se trouve au nord de la barre rocheuse crétacée, montagne de Saint-Geniès-de-Comolas – Roquemaure orientée est-ouest, comme la série de plissements de même orientation qui affecte la bordure rhodanienne du Gard ; structure dégagée par la crise de salinité messinienne (-5,97 et -5,46 Ma environ) (1). Mais n'anticipons pas, nous y reviendrons plus bas.



Cartes topographique (Géoportail) et géologique (BRGM) des sites 1, 2 et 5

En montant vers la grotte de Gargantua, nous pouvons voir des effets karstiques : de nombreuses grottes ou baumes sont visibles. Cette montée est rude, la Grand'Baume se trouve sur une paroi fortement redressée voir sub-verticale, liée à la faille de Roquemaure allongée est-ouest sur 30 km (2).

Lors de notre petite ascension, nous pouvons reprendre notre souffle en regardant quelques fossiles. Nous observons au-dessus de nous des surfaces lisses, plan de faille ou plan de glissement stratigraphique ; les discussions vont bon train.



Grotte de la Grand'Baume, porche d'entrée (photo N. Crivellaro)



Grotte de la Grand'Baume, perforations intérieures (photo N. Crivellaro)

Jean-Pierre Rolley nous indique que les sommets de cette barre rocheuse constituaient des îlots coraliens, lors de la transgression du Pliocène vers -5,46 -5,3 Ma (Zancléen ou Pliocène inférieur) mettant fin à la crise messinienne. Les perforations de lithophages (oursins, balanes, ...) dans le calcaire aptien de faciès urgonien, témoignent du niveau atteint lors de cette transgression ; la présence de ces perforations dans les grottes démontre que le creusement karstique est antérieur à la remontée du niveau de la mer. La hauteur de ce niveau dans la Grand'Baume est à peu près de 150 m alors que le niveau réel lors de cet évènement se trouvait à 70 m environ. Cette différence est liée au rebond concomitant à l'incision du canyon messinien et à l'exhaussement épirogénique post 5,3 Ma, au Pliocène. (3)



Vue panoramique vers le nord depuis l'entrée de la grotte Grand'Baume

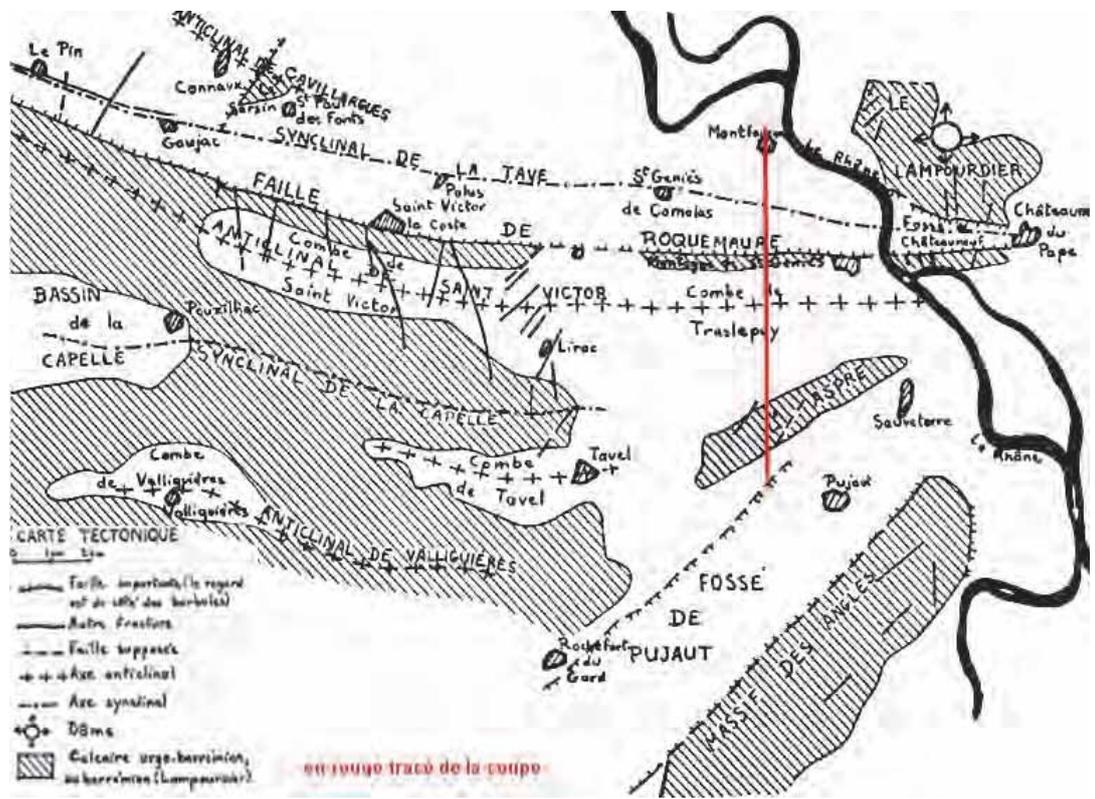
En tournant le dos à la Baume, notre regard porte sur le château de Montfaucon et le lit du Rhône qui s'écoule vers l'ouest.

Nous redescendons et, faute de temps, omettons les **arrêts 2 et 3** pour gagner directement **l'arrêt 4** : pique-nique au pied du château de l'Hers. Ce faisant nous longeons, sans nous arrêter, la falaise de calcaire de Saint-Gervais, se poursuivant là, sub-verticale, marquant la faille de Roquemaure et bien visible car bien dégagée (arrêt 3 « glissé »).



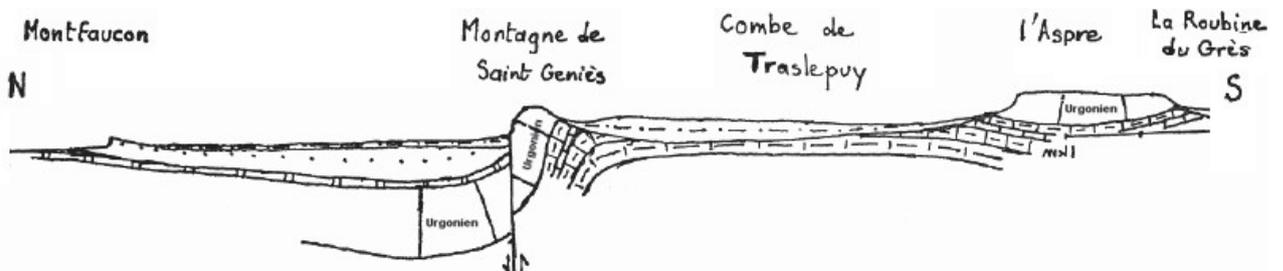
Carte géologique arrêt 4 (BRGM)

Bien abrités d'un petit mistral par la butte calcaire sur lequel le château a été construit, nous avons une bonne vision vers le sud-ouest de la barre rocheuse entre Saint-Geniès-de-Comolas et Roquemaure. Jean-Pierre Rolley nous fait une lecture du paysage ; cette barre constitue la face nord de l'anticlinal dit de Belvezet-Roquemaure, qui s'ennoie en obliquant vers le nord-est en direction de Châteauneuf-du-Pape et passe sous le Rhône. L'éperon rocheux de l'Hers est un « chicot » de ce synclinal ainsi qu'une autre butte vers le château de Châteauneuf-du-Pape. (Au Miocène, mouvement de flexure vers l'est, vers l'actuel Comtat, selon Jean Pierre Peulvast. (4)



Carte tectonique régionale (d'après J.P. Peulvast)

Après le repas, nous repartons, traversons Roquemaure et prenons une petite route qui longe au sud cette fois, la barre rocheuse. Nous pouvons constater que, de ce côté, le pendage est très faible. Nous nous arrêtons (**arrêt 5**, voir cartes ci-dessus), nous sommes sur des sables dans lesquels se trouvent des galets, vestiges d'une terrasse, datée du Plaisancien ou du Villafranchien, du paléo Rhône, ainsi que, au plus près de la falaise, des dépôts liés à la gélifraction.



Coupe nord-sud du bassin passant par la montagne de St Geniès (d'après J.P. Peulvast)

Devant nous, nous avons une première vision du graben de Pujaut, dépression fermée, entourée de falaises calcaires ou de talus d'argile, de sable et galets, et la ria du Rhône.

L'histoire du Graben et de la Ria du Rhône sont parallèles et aussi se confondent.

De façon générale, structurale, l'histoire commence au Crétacé inférieur, plus précisément au Barrémien–Aptien (Bédoulien) entre -129 et -113 Ma. Le sud-est de la France, bassin sédimentaire, et notamment le Languedoc et la Provence, est recouvert par la mer. Les dépôts qui se forment alors sont des calcaires (pour la plupart de faciès urgonien). Transgressions et régressions se succèdent. La mer revient autour de -105 Ma (Crétacé supérieur, Albien).

Au début de l'Oligocène (de -33 à -23 Ma) se produit une distension à dominante NE–SW déterminant une série de fossés, dont celui de Pujaut. Celui-ci est délimité par la faille de Nîmes orientée NE-SW et la faille de Pujaut, visible jusqu'à Salze, en parallèle. Des flexures

de direction perpendiculaire apparaissent, la partie centrale s'effondre formant un graben, les zones surélevées des horsts.

Au Miocène, entre -23 et -7,2 Ma, la mer revient, s'avance sur toute l'étendue de la future vallée du Rhône ; des sédiments détritiques (grès coquilliers) se déposent (molasse du Miocène) remplissant le graben.

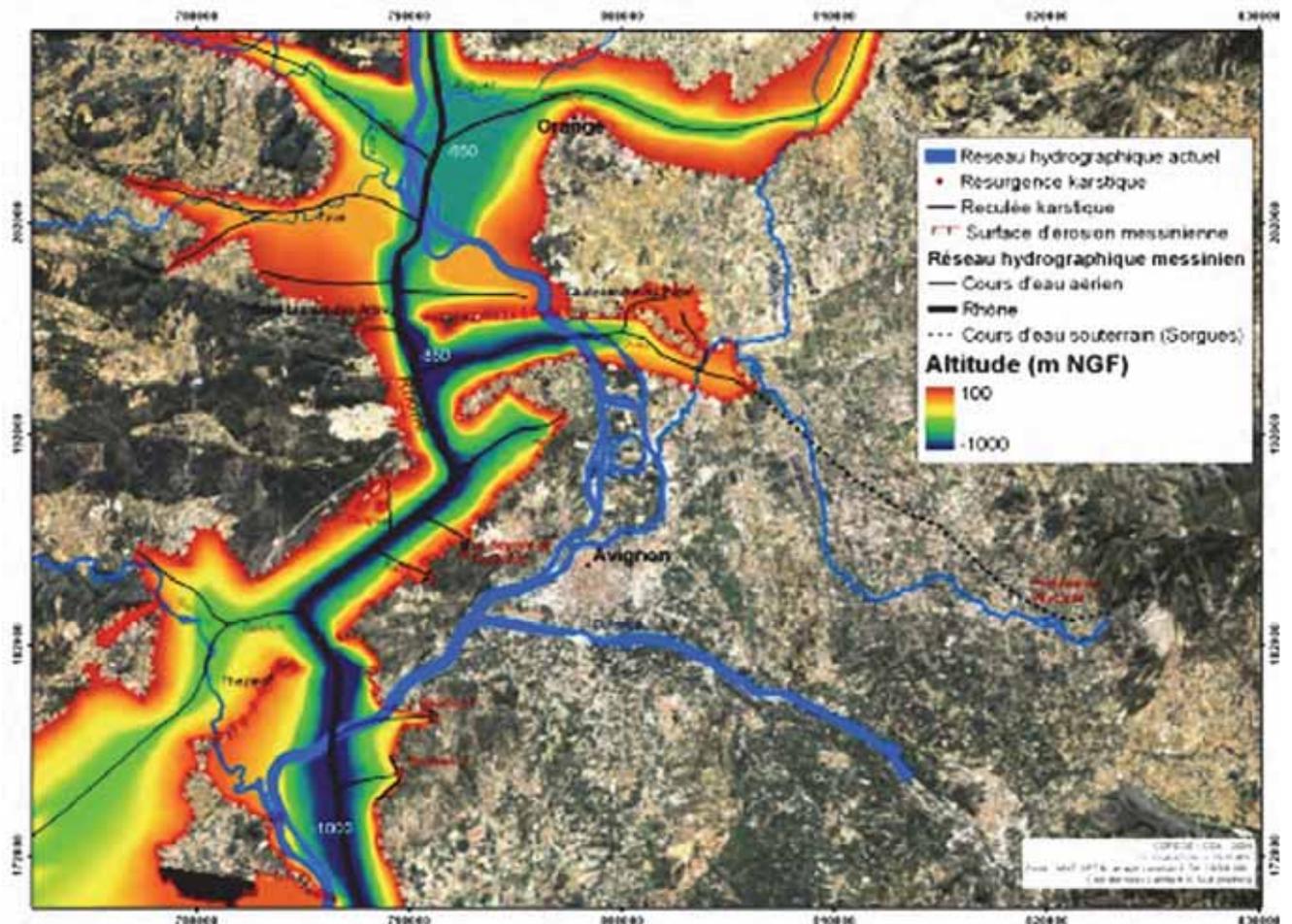
À la fin du Miocène, vers -7,2 Ma, deux événements contribuent à une baisse du niveau des océans :

- premièrement, le détroit de Gibraltar se ferme progressivement, avec une mise en place d'un arc volcanique à l'est de Gibraltar.

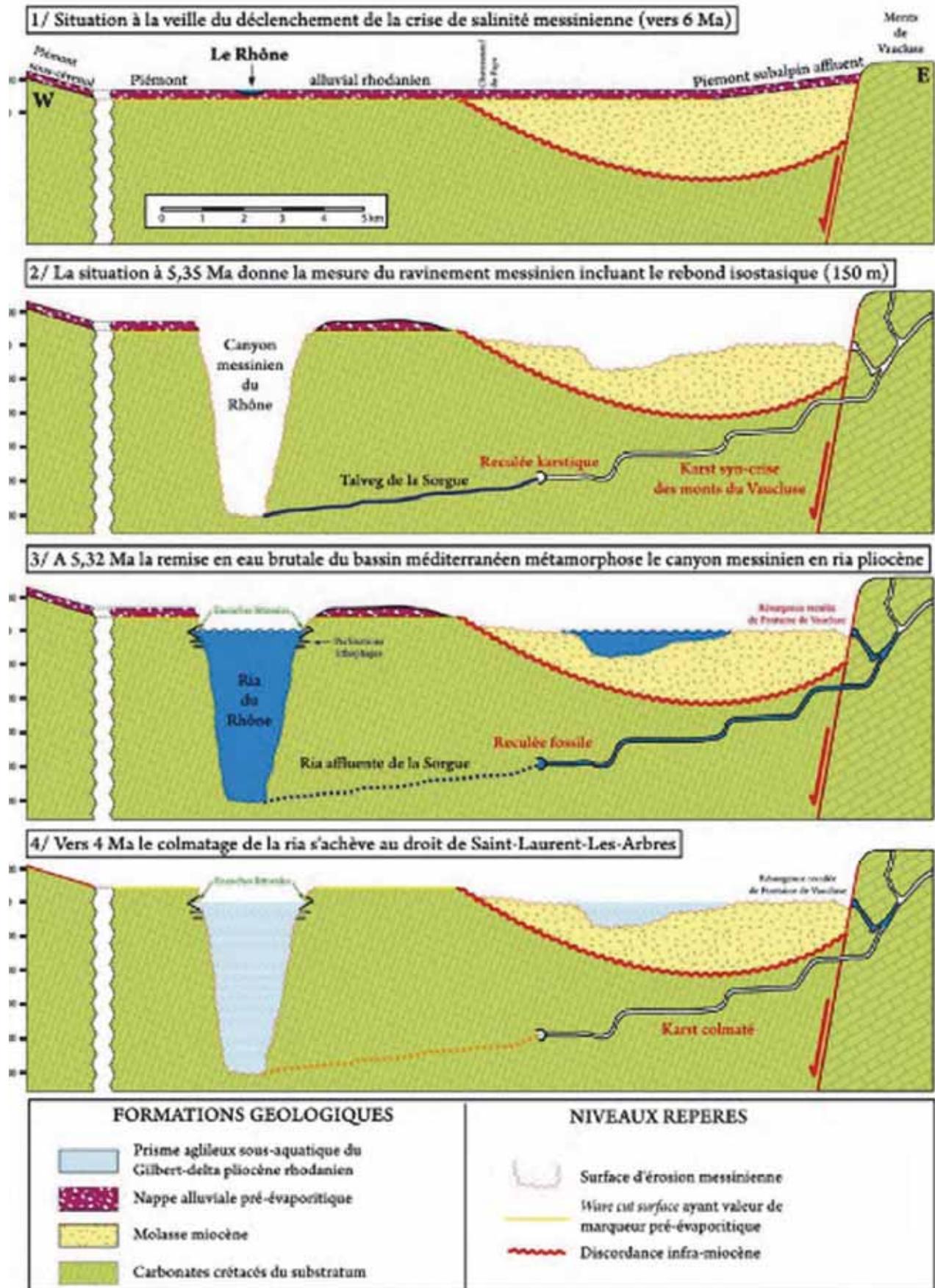
- deuxièmement une progression des glaces, liée à un épisode glaciaire entre -6 et -5,8 Ma, mobilise de grands volumes d'eaux.

Par isostasie, les fonds marins remontent, l'équilibre eustatique entre l'océan Atlantique et la mer Méditerranée est donc rompu. (5)

L'insuffisance des apports d'eau des différents fleuves (Rhône, Durance, Var, Pô, Nil, etc.) qui se jettent dans la Méditerranée, ainsi que l'évaporation provoquent le quasi-assèchement de celle-ci. Au paroxysme de la seconde phase de la crise son niveau s'est trouvé 1 500 à 1 700 m plus bas que le niveau océanique global. En effet, selon G. Clauzon, il y aurait eu deux phases, la première correspondant à une chute du niveau de la mer de 150 m.



Physiographie du ravinement messinien : réseau hydrographique, surface d'érosion et phénomènes karstiques (d'après Clauzon et al., 2004)

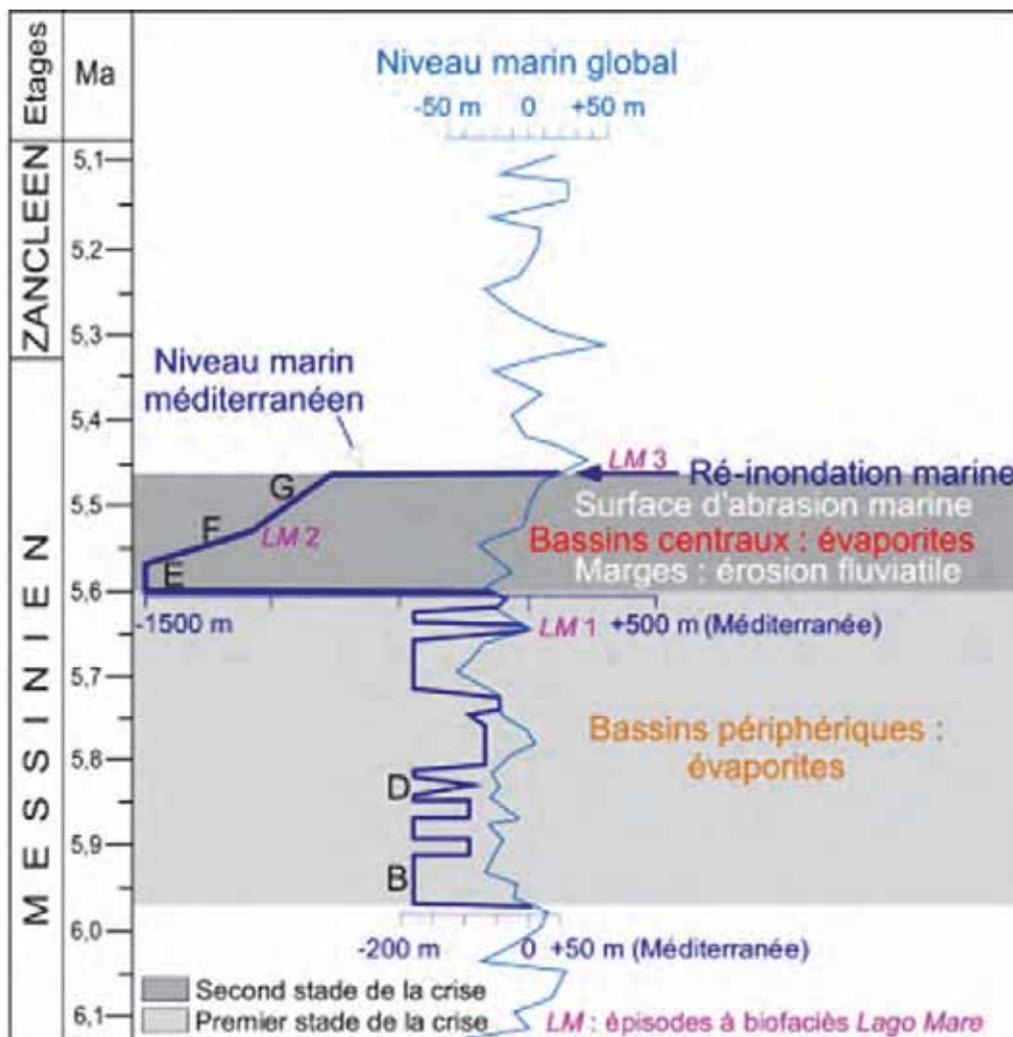


Évolution géodynamique entre 6 et Ma du sillon rhodanien au droit de Châteauneuf-du-Pape (d'après G. Clauzon)

Cette crise de salinité eut une durée estimée à plus ou moins 500 000 ans. Cette interruption d'apport d'eau venant de l'Atlantique va faire augmenter la salinité de l'eau, provoquer l'accumulation de plus d'un million de km<sup>3</sup> d'évaporites formant des couches de sel de plus de 2 km d'épaisseur par endroit (6).

Cela provoqua une crise écologique majeure, de nombreux organismes disparaîtront et ou se disperseront sur divers continents. (7)

Lors de cette régression messinienne, les différents fleuves du pourtour de la Méditerranée, dont le Rhône qui concerne notre sortie, ont creusé, par érosion régressive, des vallées de plusieurs centaines de mètres de profondeur (pour le Rhône 1 300 m). Les traces de ces vallées se retrouvent très profondément en amont, dans leurs affluents et loin au-delà de leurs embouchures actuelles (8).



Courbe du niveau océanique global et du niveau marin méditerranéen (d'après Suc & al.)

La chute du niveau de base de la mer Méditerranée eut un effet sur les réseaux hydrographiques et karstiques sur tout son pourtour, jusqu'à la Mer-Noire et la Caspienne (9).

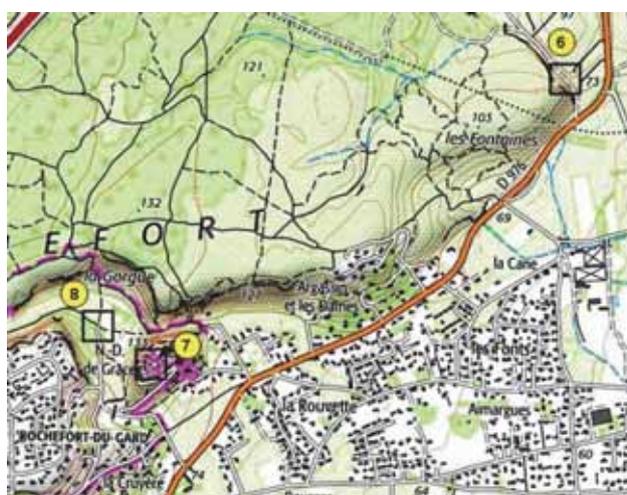
La crise de salinité messinienne a pour conséquence le déblaiement des dépôts miocènes, le lit du Rhône suit alors ce fossé et passe par la fenêtre de Saint-Laurent-les-Arbres. Lors du début du Zancléen (-5.3 Ma), la mer remonte de façon cataclysmique dans les canyons des fleuves ainsi que dans leurs affluents, (affluents du Rhône à proximité : la Tave et la Cèze) qui deviennent alors des rias ; pour ce qui nous concerne ici, la mer est remontée jusqu'à Vienne - Lyon.

La réouverture du détroit de Gibraltar a été soudaine et violente. Le retour de la mer au Pliocène est estimé entre 2 mois et 2 ans (10).

Des argiles bleues (niveau marin) se déposent alors puis ce sont des sables bruns qui, selon G. Clauzon, représentent des dépôts de transition marin-continental (estuariens et fluviaux) et enfin des galets et graviers fluviaux.

Nous rejoignons la route N580 à proximité de la trouée de Saint-Laurent-des-Arbres, qui se trouve à notre gauche. Nous prenons la D976 et c'est **l'arrêt 6**. Sur ce petit massif calcaire délimitant le graben à cet endroit, se trouve un ancien rivage marin pliocène dont le niveau est marqué là aussi de perforations dues aux organismes lithophages, identiques à celles de la Grand'Baume, mais à une altitude beaucoup plus basse.

Au pied de ce massif l'ancienne ria pliocène du Rhône est « visible » grâce aux épandages de galets de quartzite roux apportés par le Rhône au Plaisancien, entre -3,6 et -2,6 Ma, dans un terrain de sable détritique. Nous sommes dans une vallée fluviale abandonnée, les diverses alluvions formant des terrasses. Nombre d'entre nous cherchons des galets éolisés par un paléo mistral au cours des différentes périodes glaciaires. Nous nous éparpillons dans les vignes réputées grâce à ce paléo-lit du Rhône !



Cartes topographique (Géoportail) et géologique (BRGM) des sites 6, 7 et 8

Mais voilà, le Rhône va quitter le Gard ! Au cours de ses diverses pérégrinations et inondations, son lit diverge de son cours messinien (11).



Perforations dans le calcaire urgonien (photo N. Crivellaro)



Vue, depuis le sanctuaire, de la gorge de la Gorgue (photo N. Crivellaro)

## Galets éolisés



Exemple de dreikanter

Photo : Mark A. Wilson (Department of Geology, The College of Wooster) (Wikipedia)

Ils se forment généralement sur des zones plates, arides, sableuses, balayées par des vents puissants, telles les zones désertiques et bien d'autres.

D'une façon plus générale ils font partie des ventifacts, terme qui regroupe tous les objets géologiques façonnés par le vent

Ce sont des galets roulés de roches dures, souvent des quartzites, des cherts, de taille allant du cm à 150 mm, dont la partie inférieure est restée longuement enfouie dans le sol tandis que la partie supérieure a subi l'action de vents persistants, de direction constante et chargés de grains de sable. Leur côté dans le vent est donc abrasé par le sable ; il se forme une surface pseudo plane et polie limitée par une arête vive.

Le développement d'autres facettes peut avoir plusieurs causes :

- changement de direction du vent et/ou variations saisonnières de sa direction.

- la formation d'une surface aplanie fait que le galet offre peu à peu une plus grande surface de résistance au vent et peut ainsi être déséquilibré, subir une rotation ou un basculement, offrant un nouveau côté à l'abrasion et à la formation d'une nouvelle face polie limitée elle aussi par une arête vive.

On rencontrera donc des galets avec une seule face polie, d'autres avec deux faces, trois faces souvent alors appelés dreikanter

Enfin vers -4 Ma la ria sera colmatée (G. Clauzon) ; le Rhône divague à la fois par la trouée de Saint-Laurent-des-Arbres et par celle de Roquemaure. À la fin du Plaisancien postérieurement à 2 Ma, il abandonne définitivement le graben de Pujaut ; la fenêtre de Saint-Laurent-des-Arbres se retrouve alors fossilisée sous la forêt de Clary. Le fleuve s'oriente vers le futur Vaucluse, passant 10 km plus loin par la trouée de Roquemaure, à la faveur d'un basculement vers l'est qui se poursuivra post pliocène.

Des forages effectués au centre du graben ont révélé la présence de plus de 400 m de sédiments pliocènes, le Barrémien se trouvant à -536 m.



Le groupe au belvédère du sanctuaire de Rochefort

Nous repartons, direction le Sanctuaire de Notre Dame de Grâce, à Rochefort-du-Gard, **arrêt 7**. Le sanctuaire se trouve sur un éperon rocheux de l'Aptien (Bédoulien), daté -125 à -113 Ma. Nous allons voir le paysage côté nord du sanctuaire, d'où nous dominons la gorge de la *Gorgue* que nous n'aurons pas le temps d'aller voir. Cependant il est à préciser, rapidement, que c'est un canyon karstique, avec présence de grottes, et là aussi des marques de

perforations de lithophages et même des plages fossilisées. Il est profond, long de plusieurs kilomètres, fortement alimenté par des torrents violents expliquant la présence de poudingue.



Vue panoramique du fossé de Pujaut, depuis le sanctuaire de Rochefort

Nous descendons un peu au sud du sanctuaire. Nous avons une vue panoramique sur le massif des Angles qui clôt, au sud-sud-est, le graben de Pujaut, délimitant la faille de Saze. À nos pieds c'est la faille de Nîmes qui le clôt au nord -nord-ouest. La végétation et les nouvelles constructions gênent un peu la vision du centre de la dépression. Après la traditionnelle photo, nous reprenons la route, et traversons la dépression vers le massif des Angles. Au pied de la falaise se trouvent des cailloutis de gélifraction.

Enfin nous passerons rapidement sur **l'arrêt 9** où nous retrouverons des perforations d'organismes lithophages mais ici dans les calcaires du Barrémien et observerons des dépôts de cailloutis résultant de phénomènes de gélifraction pendant les dernières glaciations.

Nous retournons vers notre point de départ à Saint-Geniès-de-Comolas, toujours sous un beau soleil accompagné d'une température agréable.

Aujourd'hui nous avons vu les traces de l'histoire du graben de Pujaut et de la ria du Rhône jusqu'à la fin du Pliocène. La partie post pliocène, notamment glaciaire et la création des trois étangs pourraient peut-être faire l'objet d'une nouvelle sortie.

Nancy Zamora avec la collaboration de JP Bouvier

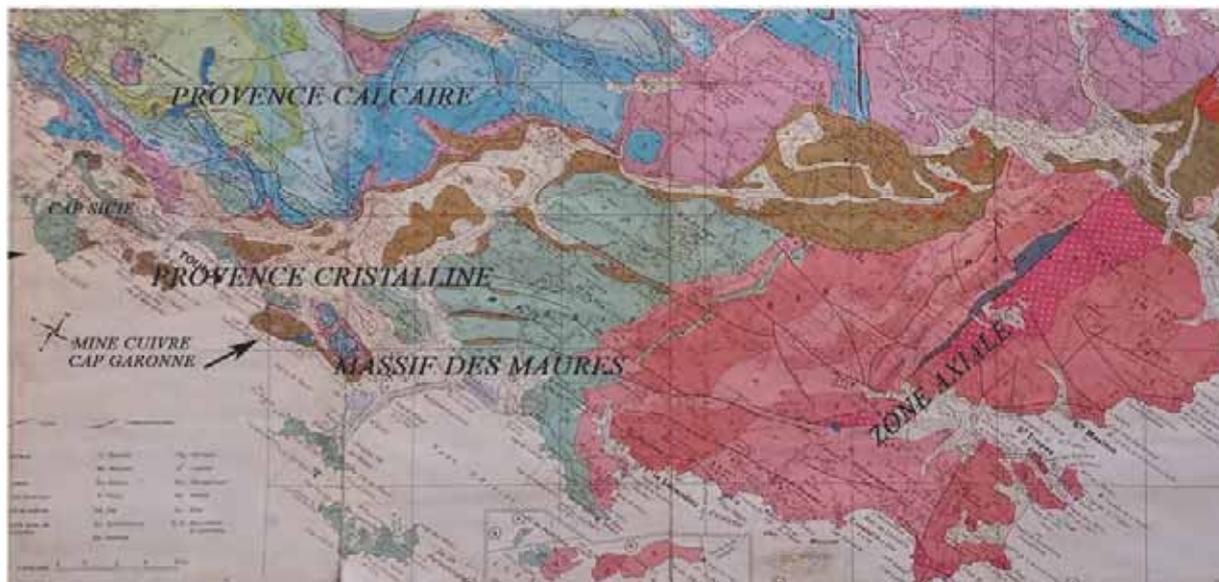
#### Bibliographie :

- 1-Bulletin AGAR n°93
- 2-Bulletin AGAR n°93) (J.P Peulvast. Contribution à l'étude morphostructurale du Bas Rhône : L'évolution morphologique de l'escarpement lié à la faille de Roquemaure. In : bulletin de l'Association de géographes français, n°391-392, juillet-octobre 1971. Pp.331-346 <https://www.persee.fr>.
- 3- G.Clauzon et al., 2004 – livret guide
- 4- Contribution à l'étude morphostructurale du Bas-Rhône : L'évolution morphologique de l'escarpement lié à la faille de Roquemaure. In : bulletin de l'Association de géographe français, N°391-392, 48e année, juillet-octobre 1971.
- 5-[www.lithoteque.ac-aux-marseille.fr/liste\\_grands\\_evenements/messoen\\_pliocene.html](http://www.lithoteque.ac-aux-marseille.fr/liste_grands_evenements/messoen_pliocene.html)
- 6-<https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/quand-des-fleuves-secoulaient-au-fond-de-la-mediterranen>.
- 7-Pour en savoir plus : article collectif : HAL open science HAL Id :-03035408 17 nov 2021 <https://hal.science/hal-03035408v2> « La méditerranée s'assèche à la fin du Messinien
- 8- G.Clauzon : <https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/quand-des-fleuves-secoulaient-au-fond-de-la-mediterranee>
- 9- Pour en savoir plus : article collectif : HAL open science HAL Id :-03035408 17 nov 2021 <https://hal.science/hal-03035408v2> « La méditerranée s'assèche à la fin du Messinien
- 10- C.Bouchet « quand la Méditerranée n'était qu'un désert de sel... » L'Eau, l'Industrie, les Nuisances N°433 [www.revues-ein.com](http://www.revues-ein.com)
- 11-pour en savoir plus voir les publications sur les Gilbert deltas, ([https://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr/liste\\_grands\\_evenements/messinien\\_pliocene.html](https://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr/liste_grands_evenements/messinien_pliocene.html))
- 13-15 septembre

## Trois petits pas sur le littoral Varois

Michel Raulet

Le voyage de l'AGAR s'est déroulé cette année sur trois jours du vendredi 13 au dimanche 15 octobre. Son but était de découvrir les grandes divisions géologiques du littoral varois et son évolution au cours des temps géologiques à la lumière des connaissances actuelles sur la question. C'est donc un groupe de 20 personnes qui s'est retrouvé à midi à Six Fours à l'entrée de la péninsule du cap Sicié qui est le dernier témoin occidental de la chaîne hercynienne des Maures qui vient s'envoyer ici.



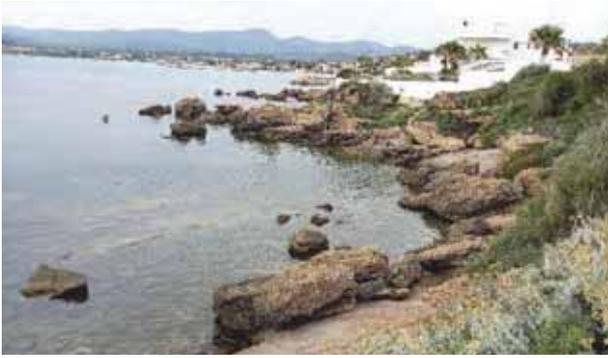
Carte géologique BRGM 1/80 000ème, vue du massif Hercynien des Maures

Les Maures forment un massif cristallin montagneux bordant le littoral varois jusqu'à Fréjus, suivant une direction NE-SO. Il est composé vers Saint-Tropez d'une zone axiale à granites et gneiss et d'une couverture de nappes de schistes déversée vers l'ouest dont le cap Sicié forme le dernier retranchement visible avec un petit chapelet d'îles. Comme toute chaîne de montagne, l'érosion a aplani le relief au cours du Carbonifère et surtout au Permien dont les dépôts conséquents ont comblé une dépression située en piémont et dont il reste aujourd'hui un grand sillon emprunté par les principaux axes de circulation et l'urbanisation de l'aire de Toulon entre autres.

### Formation de grès du Permien

Jour 1 - Le 1er point d'arrêt emprunte le sentier du littoral en falaise au bout de la longue plage sableuse du quartier des Lônes à Six Fours, pour arriver rapidement au-dessus d'un affleurement gréseux de couleur blonde composé de grains de quartz. Les formes sont arrondies et parfois détachées en boules. La formation plonge en mer, elle est ornée d'anneaux colorés par le fer, ou figures de Liesegang, qui soulignent le découpage de la formation en blocs favorables aux circulations d'eau à l'origine de cette curiosité. Son mécanisme a été expliqué par ailleurs, voir bulletin AGAR n° 86 p15. Cet affleurement est du Permien qui forme un tégument cristallin solidaire du socle métamorphique dont il a emprunté le quartz.

Ce Permien est surmonté par une corniche de sable induré et orienté en fuseaux érodés de même direction. Cette formation sableuse n'est pas datée ni mentionnée sur la carte géologique



Affleurement permien



Figures de Liesegang sur les grès



Banc sableux lité

On se dirige ensuite vers le 2<sup>ème</sup> point d'arrêt, à la pointe du Gaou pour le pique-nique. On est là sur le socle cristallin composé de schistes, phyllades et quartzophyllades affectés d'un léger métamorphisme de BP, BT. Ce sont au départ des argiles et des sables qui ont subi une pression autour de 5 000m de profondeur donnant un aspect feuilleté avec la création de nouveaux minéraux, comme la séricite, avant d'être exhumés et déversés en nappes orientées vers l'ouest lors de l'orogénèse varisque autour de 300 MA. Si l'on s'interroge sur l'origine de ce matériel schisteux, il provient de l'érosion d'une chaîne montagneuse encore plus ancienne, la chaîne cadomienne qui remonte au Cambrien. On a ainsi un exemple du recyclage permanent de la croûte terrestre condamnée à flotter sur le manteau supérieur à cause de sa densité plus légère.



Vue du Gaou et du Cap Sicié depuis l'île des Embiez



Falaises de Phyllades et quartzophyllades au Gaou

À 14h un employé municipal nous ouvre la porte de l'île du Gaou qu'un petit pont sépare du continent. Cette fermeture fait suite à un incendie au cours de l'été.

On longe la falaise sud où s'observent les multiples plissements soulignés par des lits de quartz. L'épaisseur des lits est variable et s'épaissit dans les charnières, indiquant la migration du quartz lors de la foliation. La schistosité générale subhorizontale est légèrement plongeante vers l'ouest et le sud.



Les lits quartzeux soulignent l'intensité des déformations hercyniennes



Vue de la côte

Il est temps ici d'évoquer la place de la Méditerranée dans cette histoire géologique. Eh bien, il faut l'oublier car elle n'existe pas au Permo-Trias et pour longtemps encore ! On est en milieu continental aride et au sud du littoral actuel le continent se poursuit avec l'extrémité de la plaque Ibérique qui se compose donc, de l'Ibérie et des Baléares à l'ouest, de la Provence et du Briançonnais au nord, de la Corse et Sardaigne au Sud, plus une agrégation de bouts de microplaques continentales, Calabre, Sicile, Rif algérois. Toulon se situe à hauteur du nord de la Sardaigne et la mer est repoussée au sud de la plaque ibérique, c'est la Téthys qui se rétrécit par convergence sous la plaque ibérique sous la poussée de la plaque Afrique.

L'ennoyage et la sédimentation à partir de l'ère secondaire, se feront d'abord par les mers septentrionales qui recouvrent en partie le bloc européen et par l'ouverture de la mer ligurienne reliée à la Thétys sur l'emplacement des Alpes actuelles.

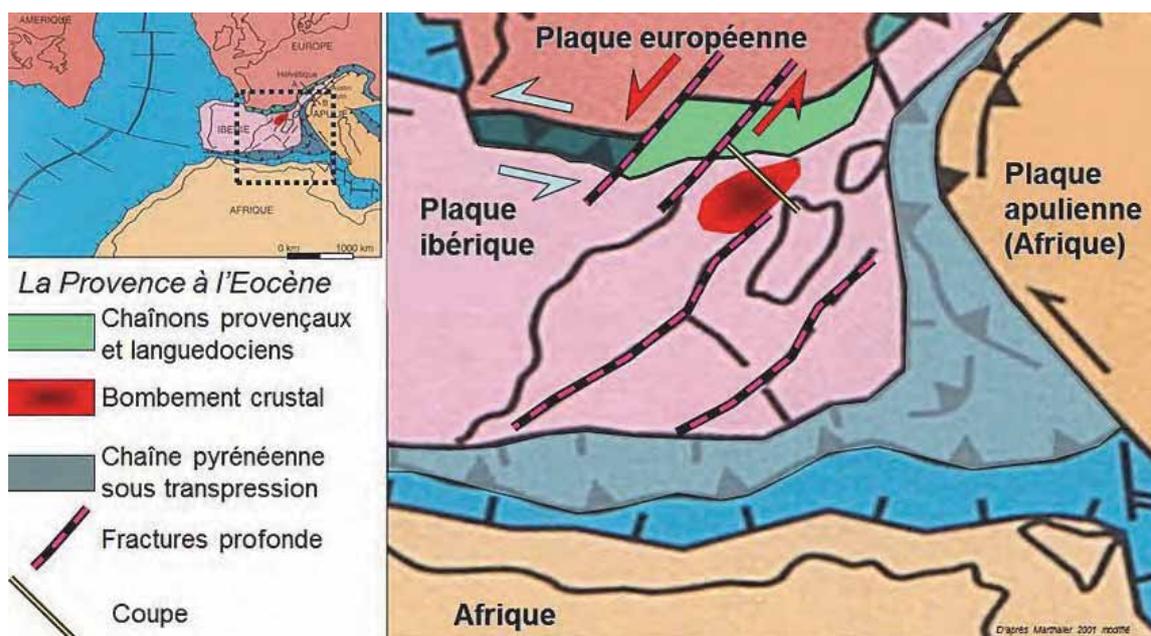


Schéma de la plaque ibérique et du domaine languedocien provençal d'après Mattauer

Ce n'est qu'à partir du Jurassique moyen que la plaque ibérique commence à se disloquer sous l'effet de l'ouverture de l'Atlantique Nord et du golfe de Gascogne.

À l'Oligocène, un rift intracontinental entre Provence et bloc corso-sarde donnera naissance à une dorsale océanique en expansion à l'origine de la Méditerranée, déplaçant la Corse et la Sardaigne dans leur position actuelle. Cette expansion sera bloquée dans la configuration actuelle et relayée par une nouvelle dorsale toujours active dans la mer Thyréénienne.

Pour le point suivant, on emprunte la petite route qui, du Brusç monte au sommet du cap Sicié. Du parking 30 mn de montée à pied nous conduisent sur le perron de la chapelle de Notre-Dame-de-Mai où une vue circulaire embrasse tout le littoral depuis les calanques de Marseille jusqu'à la presqu'île de Gien et l'île de Porquerolle.



Vue panoramique de la péninsule du Cap Sicié de N.D-de-Mai

À l'ouest, c'est en premier plan la baie de Sanary et à l'est, la rade de Toulon fermée par la presqu'île de Saint-Mandrier que nous n'aurons pas le temps de visiter. Son soubassement permien est relié à la terre ferme par un tombolo de sable, la plage des Sablettes.



Vue sur la rade de Toulon et la péninsule de St Mandrier

soulèvement de l'isthme durancien va créer des zones émergées et une discordance du Crétacé supérieur. La sédimentation marine s'arrête à la fin du Turonien dans la plaine du Beausset.

Au nord se développent au-delà du sillon permo-triasique les reliefs vigoureux de la Provence calcaire dont il faut maintenant parler.

Au Lias, la mer est installée sur la plate-forme provençale en communication avec le domaine nordique et la mer alpine en train de s'ouvrir. C'est une mer peu profonde, mais avec des bassins en subsidence donnant une sédimentation variable (bassin sud provençal). A partir de l'Albien le



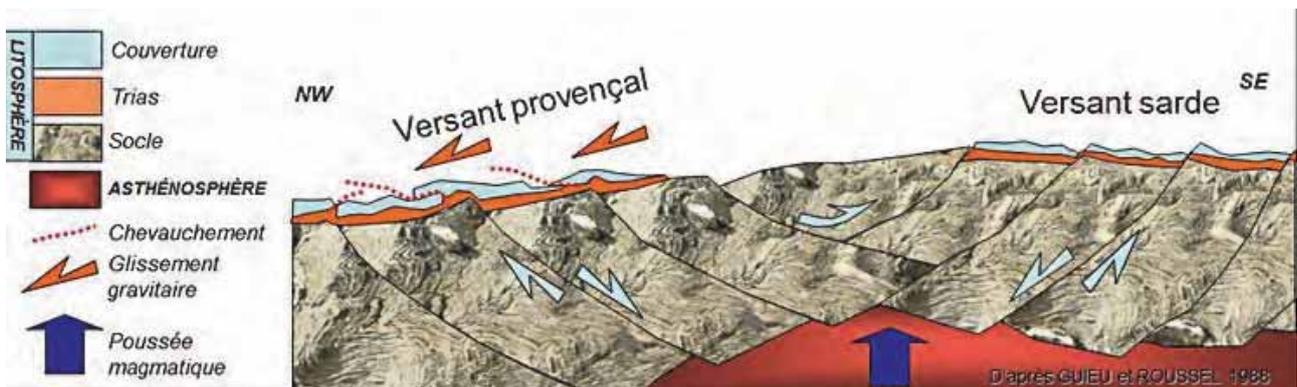
Vue panoramique des reliefs calcaires

Aujourd'hui, ce que l'on voit de Notre-Dame-de-Mai, c'est un ensemble de chaînons jurassiques et crétacés parallèles de 500 à 800 m d'altitude. D'est en Ouest, on voit le Mont Caume derrière le mont Faron, le Croupatier et son prolongement le Gros Cerveau. Au nord-ouest, la ligne horizontale de la Sainte Baume à 1 148m domine le vaste synclinal du Beausset.



En fond le massif de la Ste Baume, à gauche la nappe triasique du Beausset repose sur le synclinal crétacé, vue du Gros Cerveau explique qu'il n'y a pas de couverture mésozoïque sur le cap Sicié.

Ces chaînons ne sont pas en place, ils ont été charriés les uns après les autres depuis la Provence cristalline à la faveur d'un gonflement asthénosphérique dont le flanc nord était le domaine provençal et le flanc sud, le bloc corso-sarde, ce qui a provoqué un glissement gravitaire sur les couches de gypse du Trias. Ce mouvement très lent s'est déroulé pendant 30 MA au cours de l'Eocène. Cela



Représentation du glissement gravitaire de la couverture secondaire

Le point important à retenir, c'est qu'à cette époque les écoulements se font du sud vers le nord. Ensuite, à la différence du Languedoc, on n'a pas eu ici de tectonique compressive avec de grands plis, comme dans le domaine pyrénéen, résultat d'un affrontement entre blocs continentaux, mais un écoulement gravitaire sans grandes déformations. Le raccourcissement total de la Provence est de l'ordre de plusieurs dizaines de kilomètres.

Ainsi la Provence n'est pas la continuation des Pyrénées comme on pourrait le déduire d'une carte, les failles de Nîmes et d'Aix en Provence ayant canalisé la contrainte.

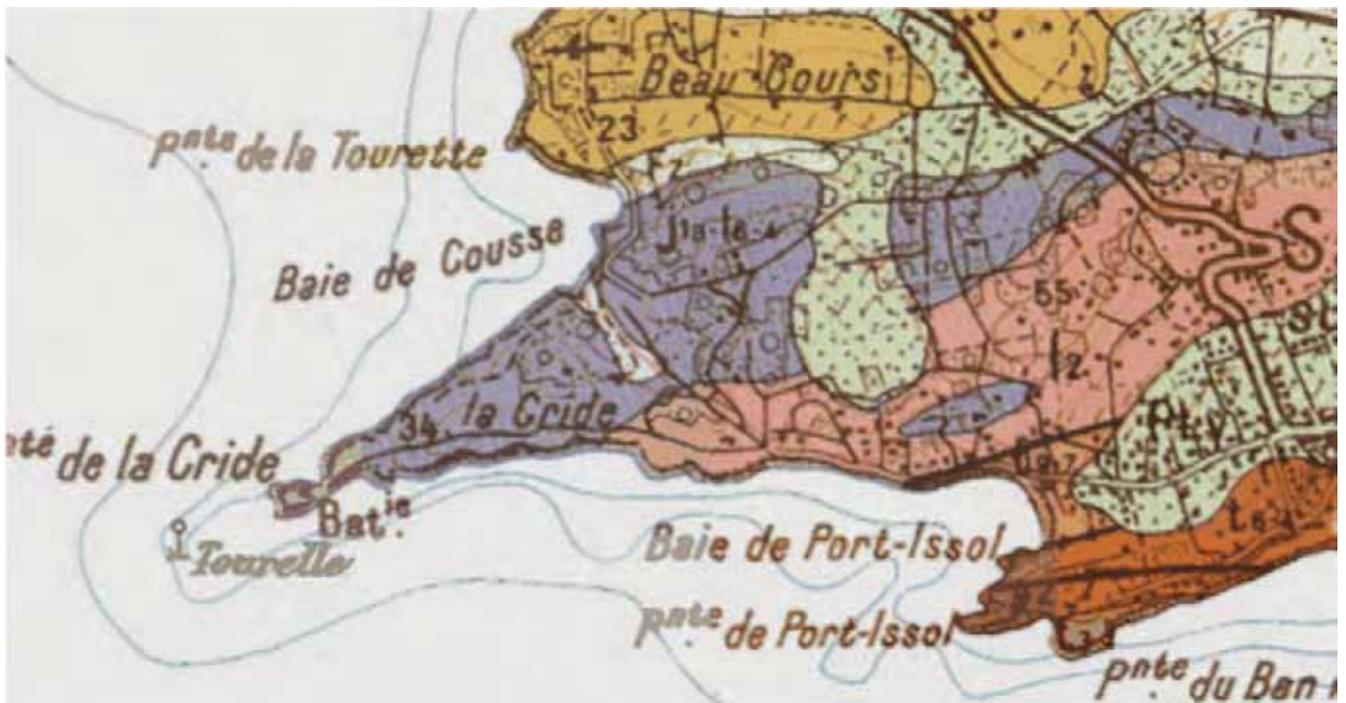


Au restaurant

L'heure tourne et il est trop tard pour voir à Fabregas les phyllades du cap Sicié chevaucher le Permien, ce qui indique qu'elles sont aussi allochtones. On regagne donc l'hôtel puis le restaurant du Golfe sur la plage dans la douceur de la nuit. De généreuses bienfaitrices y offrent l'apéritif et le dessert, aux prétextes d'une nouvelle adhésion et d'un anniversaire ....

Jour 2 - Le lendemain, samedi, on est tôt levé et destination la pointe de la Cride à Sanary

qui sépare la baie de Bandol de la baie de Sanary. Elle est composée de calcaire du Lias inférieur, principalement du Bajocien. À son début, une petite lame de calcaire hettangien est décollée du Bajocien par injection de matériel triasique, probablement du gypse mêlé à de l'argile. La stratification est sub-verticale dans le même axe que la pointe sur le flanc est tandis qu'elle plonge plus doucement vers l'ouest dans la mer.



Carte géologique de la Pointe de la Cride (Géoportail-BRGM)



Vue de la côte sud depuis la batterie de la Cride



Injection diapirique entre les strates redressées (Pointe de Port-Issol)



Falaise fossilifère du Bajocien redressé



Apparemment ce sont des térébratules

L'érosion de ce petit diapir permet de prendre pied sur la plage de galets où l'on peut observer les variations de pendage et la présence de nombreux fossiles à la surface des bancs, gastéropodes, térébratules, phragmocône de bélemnite, ...

Nous reprenons ensuite les voitures pour traverser Toulon et gagner le Pradet à une vingtaine de kilomètres. De là, la montée au cap Garonne composé d'une base de Permien surmontée par des bancs de conglomérats de quartz du Trias, nous conduit à l'entrée de la mine de cuivre du Cap Garonne.



Point d'accueil

Longtemps abandonnée et livrée aux minéralogistes amateurs et professionnels sans scrupules, elle est maintenant gérée par une association des amis du cap Garonne qui œuvre à la protection du site et à l'aménagement remarquable d'un parcours de visite qui attire plus de 60 000 personnes par an. À notre surprise et grâce à l'entregent de notre collègue

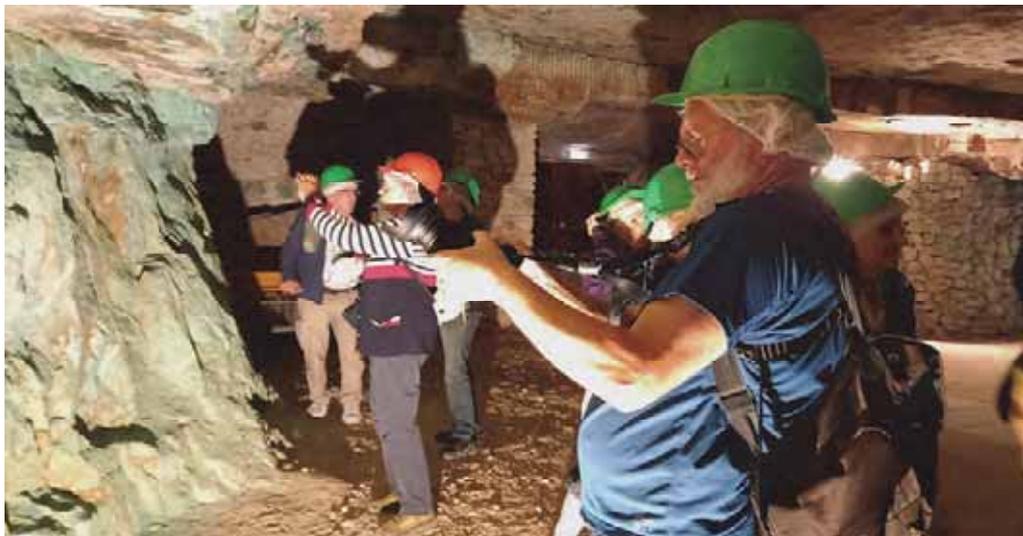
microminéralogiste, Daniel Nardin, la présidente de l'association Valérie Galea Clolus et son mari, nous consacrent l'après-midi entière. C'est ainsi qu'à la visite fort intéressante de la partie aménagée, avec l'histoire de la mine et sa collection minéralogique, s'est ajouté un petit parcours souterrain dans les 30 hectares de la mine exploitée au 19<sup>ème</sup> siècle par chambres et piliers pour extraire principalement 30 000 tonnes de carbonate de cuivre, malachite  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$  et azurite  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  à 3 % de cuivre, soit 1 000 t de cuivre raffiné dans la Seine après un long transport maritime, puis ferroviaire. Également 100 t de plomb ont été extraits dans la partie nord de la mine séparée de la partie sud par une faille verticale de 17 m de rejet.



Salle d'exposition



Quelques minéraux rares



Conglomérat du Trias imprégné de malachite

Ce parcours hors des clous, à la lueur de lampes, a permis de découvrir la localité type de quelques microcristaux parmi un total de 140 variétés, dont une quinzaine exclusive au cap Garonne et d'autres découvertes sont encore à attendre.



Un pilier étayé



Photographes devant un pilier minéralisé



Une des 140 espèces minérales découvertes



Valérie Galea Clous devant une paroi minéralisée

Nous apprenons avec surprise que certains cristaux se forment depuis la fermeture de la mine, grâce à la circulation d'air salin dans les vides créés. Parmi eux, par exemple la Perroudite dont le cocktail chimique laisse songeur :  $\text{Hg}_5\text{Ag}_4\text{S}_5(\text{I,Br})_2\text{Cl}_2$ . Il s'agit

d'efflorescences de microcristaux souvent en aiguilles. L'abondance d'éléments chimiques divers s'explique par des circulations hydrothermales de sulfures en milieu réducteur qui ont imprégné le banc de conglomérat quartzeux du Trias, où ils ont subi ensuite une oxydation par les eaux de percolation. Au total, cette visite fut sûrement un moment fort du séjour et même M. Wacquant ne fut pas en reste pour ramper lestement à la lueur des téléphones portables....



Galette de stromatolites permien

À la sortie, Mme Clolus nous montra dans une coupe du bord de route, des galettes de roches noires inter stratifiées dans les bancs du Permien. Il s'agirait de stromatolites mais il semblerait qu'aucune observation au microscope électronique en ait été faite pour confirmation. Avis aux géologues du groupe.

L'heure est bien avancée et cette fois c'est vers un excellent dîner à la pointe du Gaou que l'on s'achemine, saluant au passage un beau coucher de soleil.



Le coucher de soleil

**Jour 3** -La journée du dimanche sera réduite, puisque l'on doit prendre le chemin du retour au milieu de l'après-midi. Elle sera consacrée au volcanisme et aux terrains secondaires de l'arrière-pays toulonnais.

À propos du volcanisme, on avait déjà anticipé à la fin de la 1<sup>ère</sup> journée, une visite à la pointe Nègre, face à Sanary sur la péninsule du cap Sicié. On y avait observé une superposition de coulées de basalte très dense avec des éléments de quartz dus au ramonage de la cheminée. Elles plongent en mer et reposent sur le Paléozoïque du Sicié. Les parois des falaises montrent des prismes de refroidissement et des scories rouges.



Sur la Pointe Nègre. Contact entre la coulée et le socle



La coulée vue depuis la pointe, avec des figures de refroidissement du basalte de type chaussée des géants

Cette fois-ci on prend de la hauteur pour visiter le village d'Evenos perché à une dizaine de kilomètres sur un piton basaltique à 360 m d'altitude. Le village est construit sur une épaisse coulée noire autour d'une haute tour médiévale. Le tout a beaucoup de cachet et la vue est très large sur le cap Sicié et les baies de Toulon et Sanary. Ici encore, c'est le témoin de coulées, 7 au total, qui ont emprunté une ancienne vallée débouchant en mer vers la pointe Nègre. L'origine de la coulée est encore quelques kilomètres plus haut au rocher de l'aigle à 600 m d'altitude. Il s'agit d'une éruption fissurale à la faveur d'un panache mantellique au niveau de l'asthénosphère datée du Miocène à 6 MA.



La tour médiévale est bâtie sur l'éperon basaltique



Superposition de coulées et de scories

Les laves basaltiques sont très fluides, émises à 1100-1200°C. Elles se solidifient en donnant de longues coulées à surface prismée, cordée ou scoriacée.

On distingue au microscope :

- des cristaux de grande taille ou phénocristaux comme l'Olivine (péridots = ferro-silicates), visibles à l'œil nu et entourés d'une auréole d'altération
- des petits cristaux ou microlites (visibles uniquement au microscope) de feldspath blanc de labrador (plagioclases = silicates d'alumine calco-sodiques) et d'anorthose (feldspaths potassiques), de pyroxène vert (silicates ferro-magnésiens et calciques), de minéraux opaques noirs ferro-magnésiens (hématite, ilménite), un verre, peu abondant (2 à 3%), souvent recristallisé. Au total c'est une roche à structure microlitique, à plusieurs temps de cristallisation. Le basalte est une roche microlitique à verre peu abondant.

Ce volcanisme date l'inversion de relief, maintenant nord-sud, qui s'est produite au Tortonien à la fin de l'Oligocène lors de l'ouverture de la Méditerranée. Depuis, les cours d'eau de la Reppe et du Gapeau ont entaillé profondément les massifs calcaires, comme on le voit dans les gorges d'Ollioules.



La coulée est démantelée par l'érosion des gorges d'Ollioules

Dans la descente vers Ollioules, on s'arrête en bord de route au pied d'une longue falaise verticale, la barre des Aiguilles. Après quelques tâtonnements on trouve l'entrée de la carrière aujourd'hui abandonnée. De gros blocs sciés et des câbles métalliques renseignent sur les techniques d'exploitation utilisées. Plus haut, au pied de la falaise, les surfaces d'extractions sont extrêmement lisses. La pierre a été exploitée en pierre d'ornement avec un poli identique au marbre. Il s'agit d'un calcaire à rudistes du Cénomanien supérieur faisant partie de la formation du synclinal du Beausset.

Les rudistes sont abondants sur les surfaces visibles, quand ils ne sont pas masqués par les nombreux graffs qui ornent le lieu....

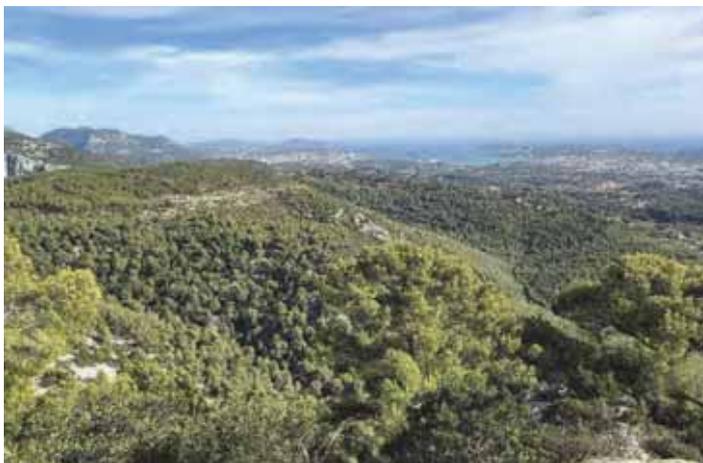


Les graffs dans la carrière

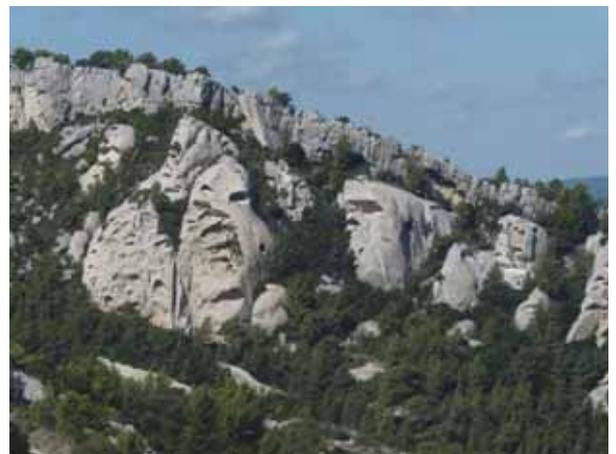


Dalle verticale à rudistes

C'est midi, on emprunte maintenant la route panoramique du Gros Cerveau avec une vue sur Toulon, le cap Sicié et tout le littoral, pour déjeuner sous les pins. Le Gros Cerveau est une longue barre est-ouest, dont la base est composée de terrain jurassique et le sommet de calcaire urgonien.



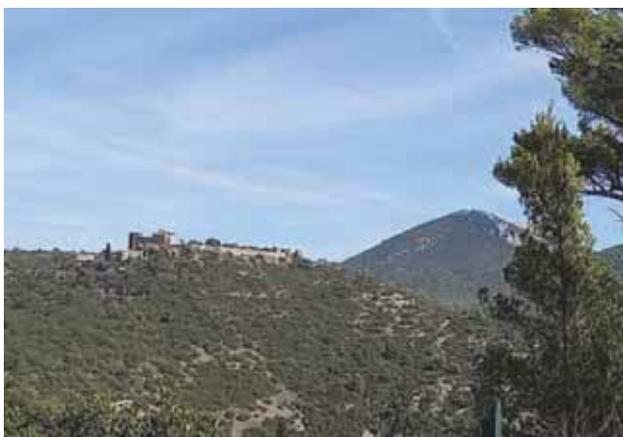
Vue sur la rade de Toulon et les chaînons calcaires



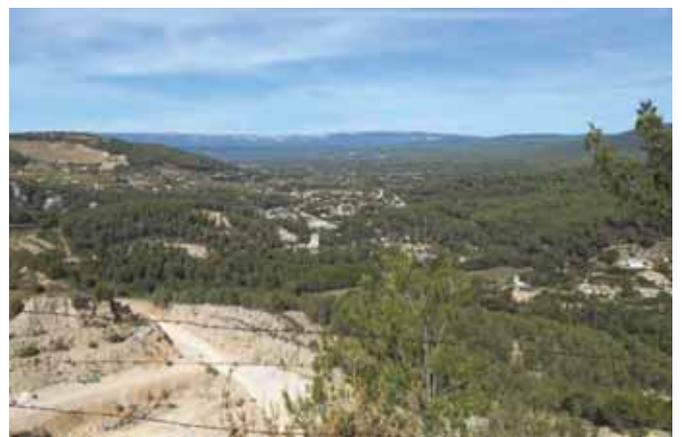
Taffoni dans les grès Cénomaniens d'Evenos

Un dernier effort nous conduit au pied du fort militaire désaffecté du sommet et à une table d'orientation où l'on passe un long moment à détailler le paysage à 400 m d'altitude.

Vers le nord on surplombe une carrière d'extraction de sable reconvertie en centre d'enfouissement. En vis à vis, une barre gréseuse percée de taffonis, ressemble à une rangée de têtes de pénitents, ce sont les pittoresques grès d'Evenos. Vers la droite, le village perché d'Evenos est dominé par le massif du roc de l'Aigle et par la crête du mont Caumes à 800 m d'altitude.



Village médiéval d'Evenos et mont Caume



Synclinal Crétacé du Beausset

Vers la gauche, on domine le vaste synclinal crétacé du Beausset qui vient converger vers Saint-Cyr. Les collines qui sont posées dessus sont les lambeaux de la fameuse nappe triasique du Beausset.

En fond, la longue barre de la Sainte-Baume avec son flanc raviné barre le paysage.



En fond le massif de Carpiagne

Enfin, au sud-ouest, c'est l'ensemble du massif de Carpiagne qui se termine par les calanques et les îles du Frioul. C'est la direction qu'il nous faut maintenant prendre, en regagnant l'autoroute, pour rejoindre nos points de départ gardois avant la tombée de la nuit et clôturer cette belle immersion en pays varois.

Michel Raulet

## Quelques aspects de la bordure du fossé d'Alès dans le secteur des Fumades et repas de rentrée

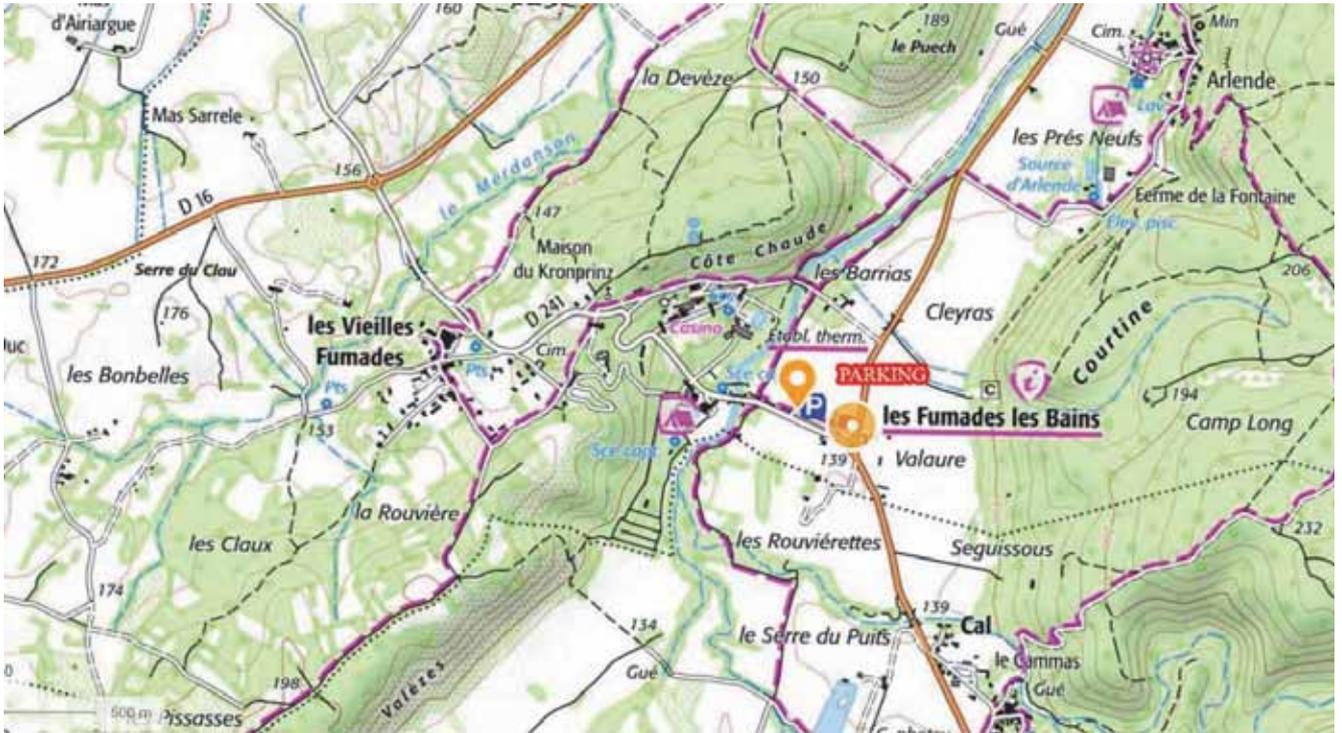


Fig.1 : Situation du parking des Fumades (IGN Géoportail)

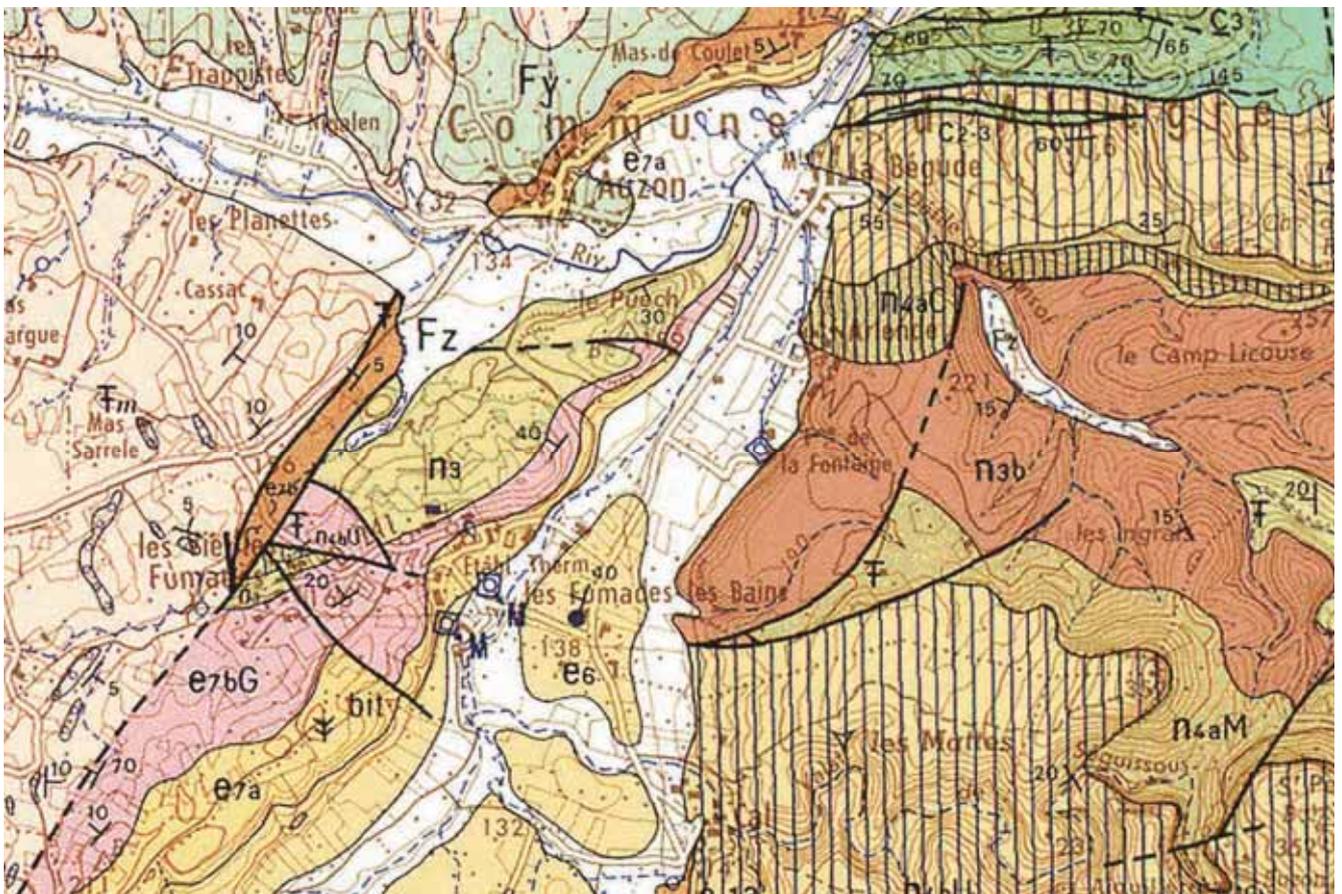


Fig.2 : Carte géologique de la zone des Fumades (BRGM Géoportail)

Nous sommes 25 (sur 32 inscrits pour le repas) à nous retrouver, à 10 heures, sur le parking des Fumades pour une petite promenade apéritive en cette matinée d'octobre, un peu fraîche. Nous allons commencer par nous rendre sur le bord de la départementale 16 au niveau du rond-point des Fumades, pour jeter un coup d'œil sur le talus taillé dans l'Oligocène et qui renferme quelques belles structures.

Geoffroy Musial nous en fait ci-dessous la description :

L'affleurement oligocène en question se trouve sur le talus, au croisement de la D16 et la D241 (fig.3).

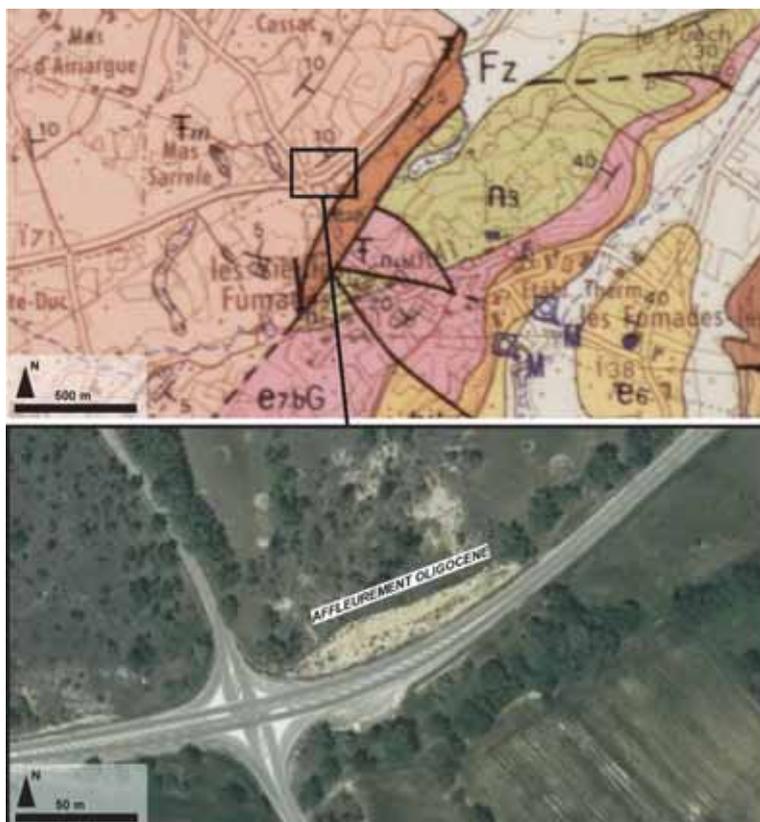


Figure 3 : Localisation de l'affleurement Oligocène.

au cœur du bassin et est recoupée sporadiquement par des « olistolithes » crétacés (zone de Saint-Privat-des-Vieux). La bordure nord-ouest de même âge est caractérisée par des brèches qui alternent avec des marnes et des calcaires lacustres (cf. La tranchée de la rocade de l'hôpital à d'Alès).

Sur l'affleurement nous pouvons observer deux parties : (i) la « zone est » présentant une série gréseuse qui passe latéralement à un intervalle marneux et hétérolithique\* (ici alternance de marnes rougeâtres/grisâtres/blanchâtres, de grès fins et de calcrêtes (*nodules carbonatés typiques des paléosols*)) subhorizontal à légèrement incliné de 10° vers le nord-ouest et (ii) la « zone ouest » illustrée par un fort pendage de séries marneuses et hétérolithiques plus blanchâtres car plus riches en calcrêtes.

Comme le montre la figure 4, le changement de pendage se fait de manière brutale au travers d'un contact anormal de type tectonique ou synsédimentaire (glissement). Malheureusement l'état et la rhéologie de l'affleurement ne permettent pas aux agariens d'élucider la question.



Figure 4. Observations de l'affleurement.

Dans la « zone est » de l'affleurement, les observations morphologiques (bases concaves érosives et affinement des strates vers l'est) et sédimentologiques (faciès gréseux vs calcrêtes, rides de courant et granoclassement normal des grains) permettent de proposer une interprétation de type migration de chenal méandrique dans une plaine d'inondation marneuse sous un climat chaud et humide (oxydation du fer donnant la couleur rouge) (Figure 5).

La découverte d'oursins de type *Toxaster*, abondant dans les couches rocheuses environnantes de l'Hauterien (Crétacé Inférieur), abondent dans le sens du terme « détritiques » employé pour cette série oligocène.

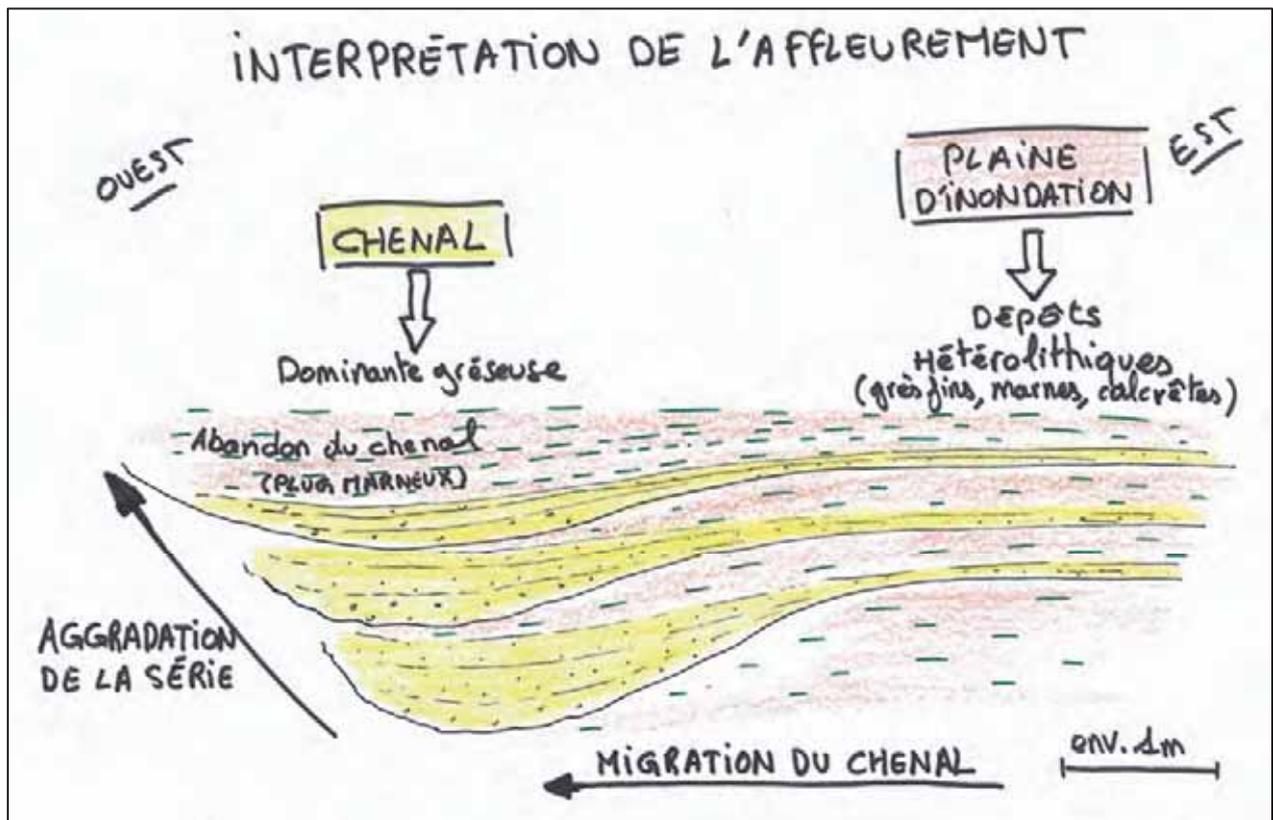


Figure 5. Interprétation sédimentologique de la « zone est » l'affleurement.

Geoffray Musial

Nous revenons en direction des Fumades pour nous arrêter un peu avant les Vieilles-Fumades. Là on peut voir dans le talus ouest, quelques bancs, sub-verticaux, d'un calcaire noduleux séparé par des horizons marneux (fig.6). Il s'agit d'un affleurement de niveaux hauteriviens dans un environnement de formations tertiaires. Ces bancs s'arrêtent brusquement vers le nord (fig.7) alors qu'ils semblent reposer sur les formations tertiaires du Sannoisien (aujourd'hui Rupélien inférieur) Ici l'affleurement est d'extension limitée mais si nous prenons le chemin, qui part juste en face, on retrouve rapidement un large affleurement d'Hauterivien, qui s'étend jusqu'aux environs d'Auzon soit sur plus d'un kilomètre et demi, toujours reposant vers l'est sur le Sannoisien.



Fig.6 : Bancs séparés par des niveaux marneux

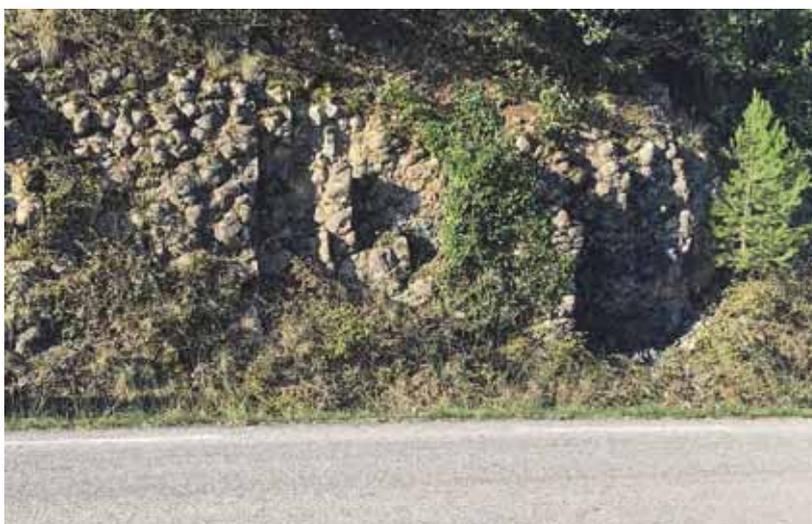


Fig.7 : interruption des bancs du côté nord

Cet affleurement est généralement interprété comme un paquet glissé reposant de façon anormale sur le Tertiaire (fig.8)

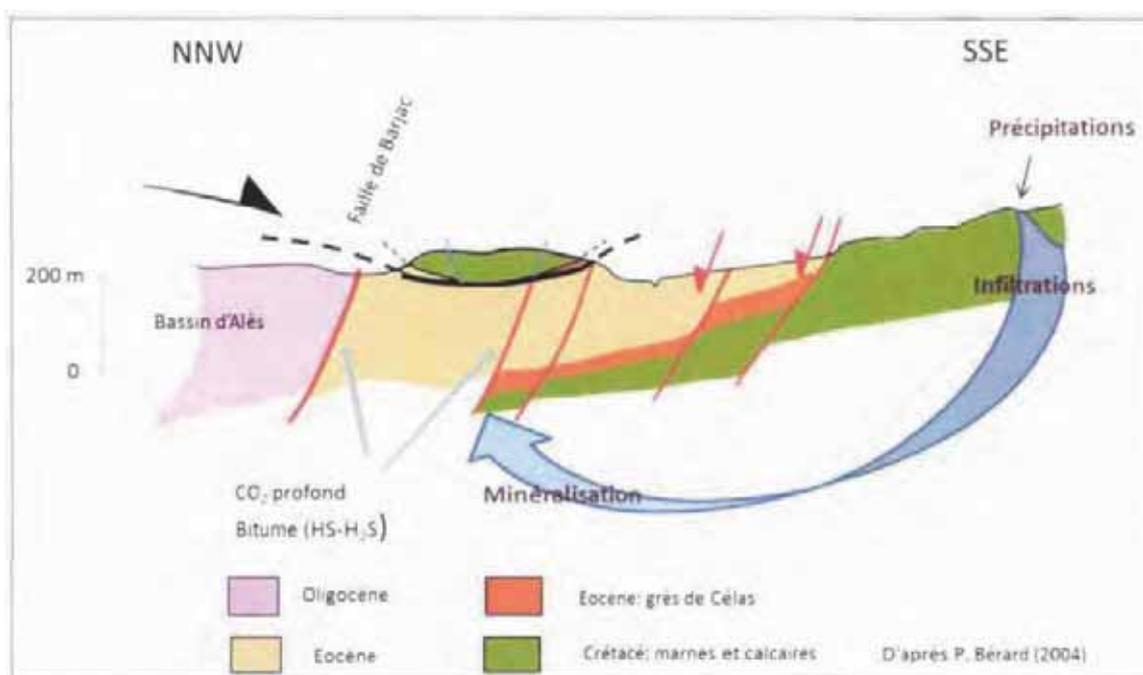


Fig.8 : interprétation de Pierre Bérad (rapport BRGM 59873-FR)

Avant de rejoindre le restaurant, un mot sur la source thermale des Fumades.

## Historique (d'après le rapport BRGM/RP 59873-FR)

La source (en fait, il y a tout un semble des sources plus ou moins thermales) des Fumades semble avoir été utilisée par les Gaulois probablement dès 350 ans av JC. Elle est ensuite utilisée par les Romains puis utilisée au Moyen-Âge à des fins vétérinaires jusqu'en 1875.

Depuis elle est de nouveau utilisée en thérapeutique humaine (voies respiratoire, dermatologie, muqueuses buccales)

La station vient de faire l'objet d'une profonde rénovation.

Vous trouverez ci-dessous un tableau donnant quelques informations sur la nature des eaux des deux principales sources.



<b>Sources d'Alègre (Gard)</b>	<b>Etienne</b>	<b>Romaine</b>
<b>Lieu de prélèvement</b>	<b>Émergence</b>	<b>Émergence vers ORL</b>
<b>Date du prélèvement du LNEHT</b>	<b>22/06/1998</b>	<b>23/06/1998</b>
<b>Température en °C</b>	16,5	16,0
<b>pH</b>	6,6	6,7
<b>Conductivité en <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math> à 20°C</b>	2120	2190
<b>Alcalinité en ml N/10</b>	94,7	87,5
<b>Sulfuration totale en mMole/l</b>	3,32	1,91
<b>SiO<sub>2</sub> en mg/l</b>	27,6	18,5
<b>CO<sub>2</sub> libre en mg/l</b>	< 20	< 20
<b>H<sub>2</sub>S dissous en mg/l</b>	84,2	45,7
<b>Résidu sec à 180°C en mg/l</b>	2120	2218
<b>Résidu sec à 260°C en mg/l</b>	2076	2125
<b>Résidu sulfaté en mg/l</b>	2148	2241

## Géologie

La source des Fumades fait partie d'un ensemble de sources légèrement minéralisées qui jalonne le bord est du fossé d'Alès le long de la faille de Barjac (fig.9). Pour Pierre Bérard l'alimentation se ferait depuis les reliefs de bordure et remonterait le long des failles de bordure du fossé, comme indiqué sur la figure 8.



Dimanche 19 novembre après-midi

## La meulière de Saint-Quentin-la-Poterie

Carrières de meules antiques de grès miocène et de sables quartzifères du Cénomanién inférieur sur la commune de Saint Quentin la Poterie.

Sortie proposée et animée par Michel Raulet



Fig.1 : Plan de situation des carrières (IGN-Géoportail)



Fig.2 : positionnement des carrières sur la carte géologique (BRGM-Géoportail)

En ce bel après-midi de novembre, l'arrivée au point de rendez-vous est quelque peu perturbée par le passage de plusieurs voitures de chasseurs, augurant mal de la suite !

Par précaution, quelques agariens préfèrent laisser leur voiture à l'entrée du chemin, et rejoindre à pied le point de rassemblement, où Michel nous attend tranquillement.



Fig.3 : la table



Fig.4 : La meule

Pas de traces de chasseurs, mais une table (fig.3) supportant un spécimen de meule domestique (fig.4) que Michel a installé pour mettre dans l'ambiance cette sortie sur la meulière de Saint-Quentin-la-Poterie.

Il ne s'agit pas d'une meule locale car elle est en roche éruptive, mais elle fait une très bonne introduction à ce que nous allons voir, en mettant en avant la technicité élaborée de cet objet parfaitement conçu pour moudre les grains de céréales. C'est une meule gallo-romaine en basalte venant d'un oppidum de la région de Lussan, prouvant le rayonnement commercial des centres producteurs, en l'occurrence celui d'Agde, actif entre -200 ans et +200 ans et en compétition avec celui du Rocher de l'Aigle à Evenos et celui d'Olot en Catalogne. Un atelier existait aussi dans le massif du Coiron en Ardèche.

Les caractéristiques de ce type de meule sont les suivantes :

Son *méta*, qui est la partie fixe, est un cône de 20° d'inclinaison, percé d'un trou en son centre pour centrer avec une pièce en bois, le *cutillus*, mobile et également percé. L'angle inférieur de 22° assure le passage du grain qui n'est donc écrasé qu'à la base. Un évidement horizontal sur le bord externe reçoit une anille<sup>1</sup> dont le manche permet de faire tourner la pièce dans un mouvement de rotation du bras. Pour cela, le diamètre ne peut excéder 40 cm. Le dessus est conique en creux avec un rebord pour recevoir le grain.

Par la suite, les meules en basalte disparaissent au profit des meules en grès dont les gisements sont plus abondants. Les formes vont varier ensuite avec des améliorations diverses jusqu'au Moyen-Âge où elles disparaîtront au profit d'une meunerie professionnelle.

## A – Les carrières de meules antiques

Le site de ces carrières est maintenant accessible grâce à l'aménagement récent d'un sentier balisé (fig.5 et 6) créé par la Communauté de Communes de l'Uzège avec l'aide des services forestiers pour le débroussaillage de la zone.



Fig.5 : Balisage du sentier



Fig.6 : Panneau d'information sur lequel la photo de la meule en grès montre l'évolution de forme par rapport à la meule en basalte plus ancienne

Complètement fermé par une redoutable végétation épineuse de salsepareille, il a été découvert, ou plutôt redécouvert, par un archéologue de l'INRAP, Samuel Longepierre, qui en a fait l'objet de ses recherches et de sa thèse (2012), et son intérêt justifie la mise en valeur partielle de ce site.

---

<sup>1</sup> Anille : élément incrusté et scellé dans la meule tournante d'un moulin, et solidaire de l'axe ou de la manivelle d'entraînement.

Nous sommes donc une vingtaine à prendre d'assaut le petit sentier qui grimpe dans la pinède sur l'affleurement du calcaire urgonien qui s'étend sur tout le plateau du nord de l'Uzège. Bientôt, une croûte de conglomérat (fig.7) à gros grains de bioclastes de coquillages et de graviers calcaires et siliceux (fig.8) recouvre le sol. En observation macroscopique, on devine bien, la gangue de calcite blanche qui enrobe les grains et la porosité est élevée.



Fig.7 : « croûte de conglomérat »



Fig.8 : Débris de coquilles et grains de quartz diam 2mm dans un ciment de calcite

On est bien sur le domaine maritime du Miocène supérieur, plus à l'est du contour établi sur la carte géologique au 1/50 000<sup>ème</sup> (fig.9). Ce manque de précision peut être dû à l'impénétrabilité du milieu à l'époque du tracé de la carte ou à un isolement de cet affleurement d'une trentaine d'hectares, divisé en un secteur ouest et un secteur est de 7 ha, lieu des carrières antiques (fig.10).

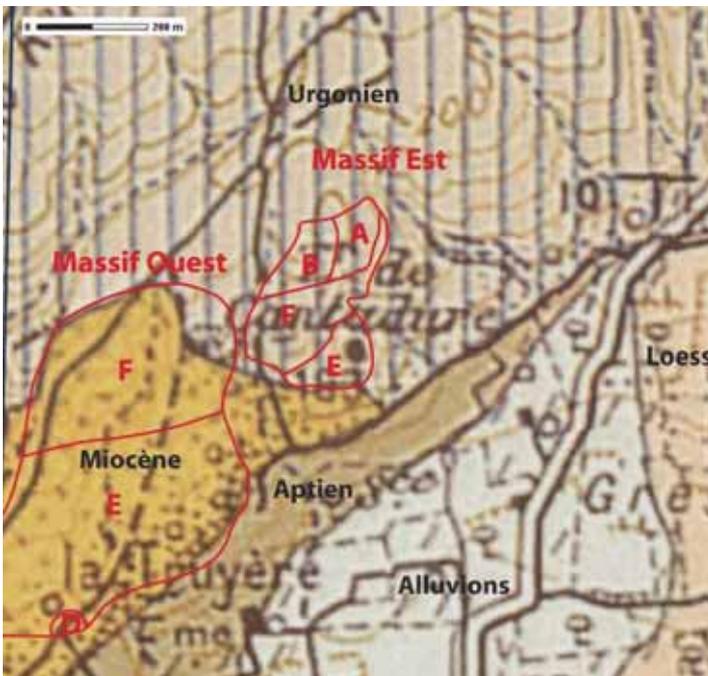


Fig.9 : Affleurement de Miocène marin non cartographié sur la carte géologique (zones A, B, C, E) d'après Samuel Longepierre

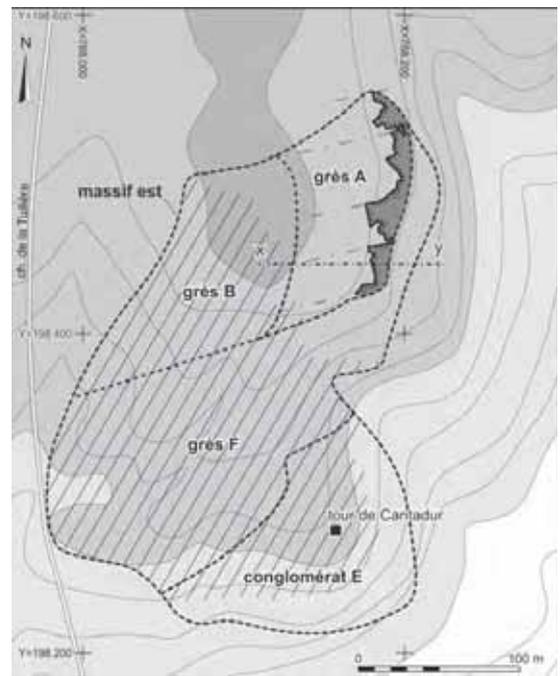


Fig.10 : Détail des types de grès (zones A, B, C, E). Seule la zone des grès A, a fait l'objet d'exploitation d'après Samuel Longepierre

Bientôt, des marches sont creusées sur un remblai argileux et 2 grandes meules de 120 cm de diamètres gisent abandonnées (fig.11). Ces meules sont exceptionnelles sur le site, car on y produisait essentiellement de petites meules domestiques de 40 à 50 cm de diamètre.

Elles attestent qu'on produisait sur commande des grosses meules pour des moulins à huile qui persistent dans le haut empire.



Fig.11 : Meule oléicole romaine diam1,2m



Fig.12 : Replat du front d'extraction

En haut du talus, on débouche sur un plan horizontal ceinturé par un front de falaises indenté de 2 à 7 mètres, créé artificiellement, peut-être à l'origine à partir d'un front de falaise naturel (fig.12). Les traces d'outils sont bien visibles sur les parois (fig.13) avec également des alvéoles circulaires qui correspondent au débit de cylindres de pierre (fig.14).



Fig.13 : traces d'outils (photo R Guin)



Fig.14 : Extraction d'un tube diam 35cm environ

L'axe de ces cylindres est parfois vertical, mais ils sont surtout un peu obliques par rapport à l'horizontale. Le carrier dégageait un cylindre de 20 cm qu'il extrayait par arrachement avec un levier. Par des cylindres jointifs il entamait la falaise formant ainsi des cavités plus ou moins profondes, chaque tube pouvant faire plusieurs mètres de long



Fig.15 : On devine la trace de tous les tubes qui ont créé la cavité



Fig. 16 : Une vue de l'exploitation divisée en 4 concessions d'égale largeur

Connaissant la superficie de l'espace dégagé, 1 500 m<sup>2</sup> et l'épaisseur du gisement, on a estimé à 56 000 le nombre de ces tubes. Cela correspondait à une exploitation standardisée à grande échelle qui a fonctionné du 4<sup>ème</sup> au 5<sup>ème</sup> siècle.

Elle était divisée en 4 concessions et les cylindres bruts étaient descendus dans un des quatre ateliers retrouvés en contrebas dans la plaine, où ils étaient façonnés en meules composées de deux parties, une partie fixe, le *méta*, une partie mobile, le *catillus*. La production journalière et continue devait avoir une large aire de diffusion pour répondre aux besoins domestiques de l'époque.

Au niveau géologique, on constate que les meules sont extraites dans un grès fin, classé type A : « Son contenu minéral est principalement constitué d'éléments siliceux (quartz, grès du Cénomaniens) bien classés, dont le diamètre moyen est d'un millimètre. Une fine couche de calcite grise fibreuse gaine souvent les grains. La matrice calcitique du grès intègre des débris biogènes carbonatés dont le nombre, particulièrement élevé, constitue une des principales caractéristiques permettant visuellement de le différencier sûrement de l'ensemble des différents faciès qu'offre l'assise de pierre meulière saint-quentinoises. (Jean-Claude Aloisi géologue) »

À propos de l'extraction des pierres meulières, Jean-Pierre fait remarquer qu'il est probable qu'elles ne pouvaient être utilisées qu'après avoir subi un temps de séchage d'une année ou deux, car trop fragiles au moment de l'extraction. Il convient généralement que la « molasse » se calcifie un peu en surface pour limiter la porosité et la friabilité.



Fig.17 : Grains homogènes de quartz et quartzite diam 1 mm du type A

Les autres faciès, de B à F, diffèrent par leur granulométrie et leur situation correspond à un granoclassement global des dépôts liés à l'augmentation de la tranche d'eau lors de la transgression de la mer miocène, les éléments les plus fins se déposant en avant des éléments les plus lourds.

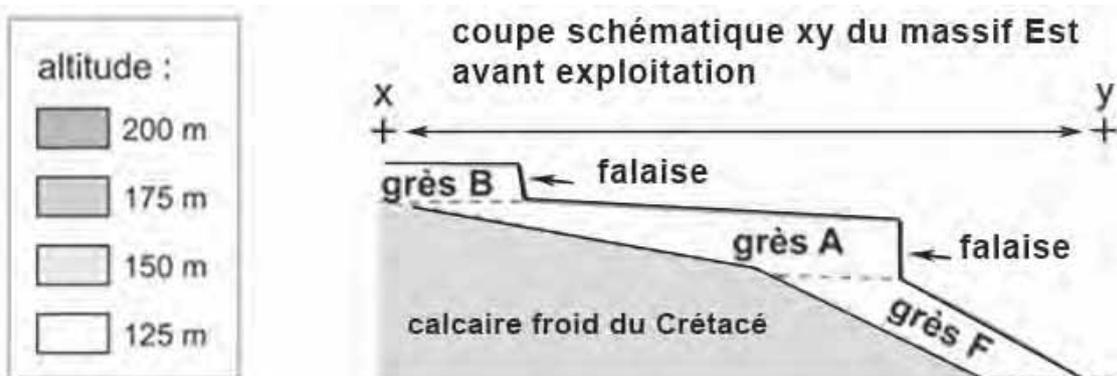


Fig.18 : coupe schématique montrant les relations entre les faciès (voir aussi la figure 10)

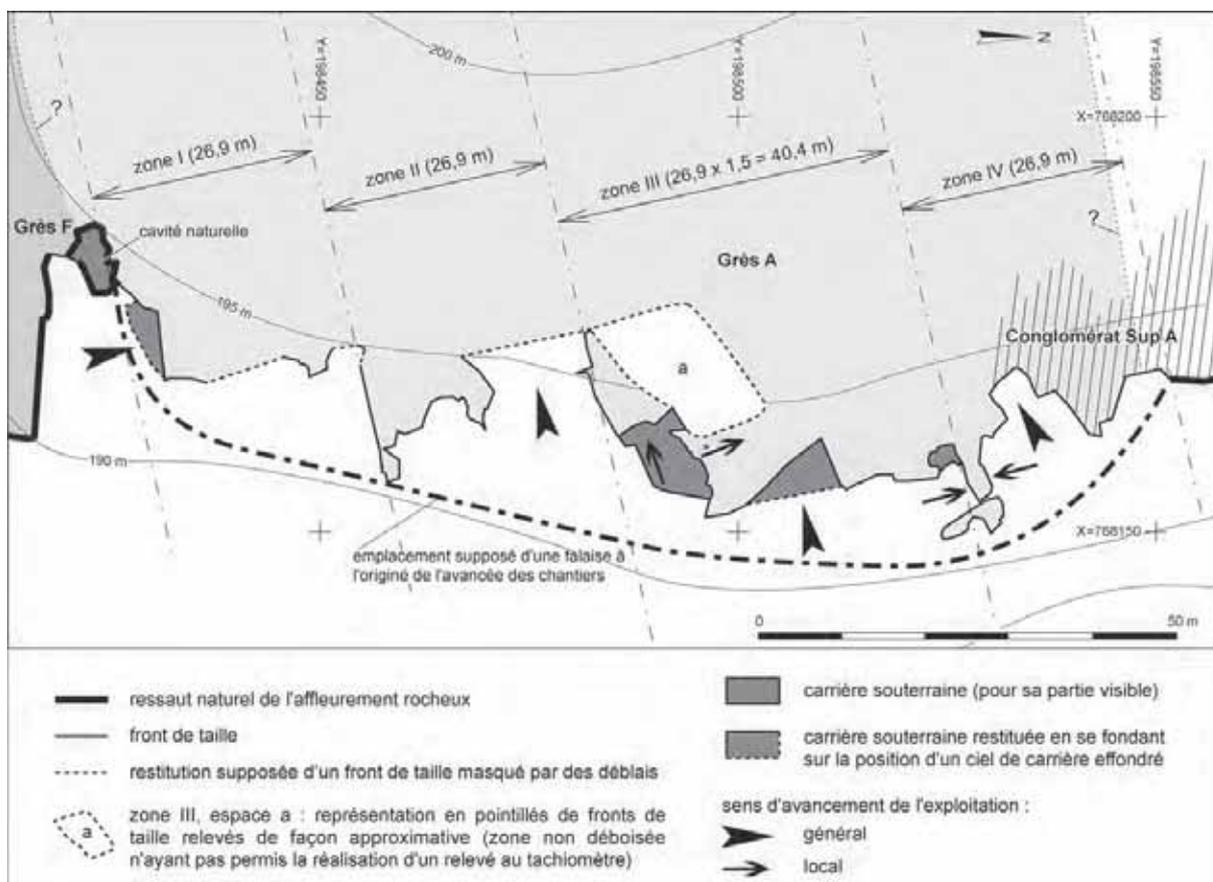


Fig.19 : Cartographie des carrières et ligne de front initiale par S. Longepierre

Geoffroy nous montre, carte à l'appui (fig.20 & 21), les limites du golfe miocène de l'Uzège, ou plutôt la ria étroite dont les courants puissants ont créé des bancs de sable, avec des biseaux imbriqués, à l'origine de la pierre de Vers et de la construction du Pont du Gard. Au fond de la ria s'ajoutent des apports fluviaux d'éléments plus grossiers arrachés au Cénomanienn environnant, qui deviendront les grès visibles à cet emplacement.



Fig.20 : Agariens écoutant les explications de Geoffroy



Fig.21 : carte des limites du golfe miocène

Nathalie qui a déjà exploré tout le site, nous conduit au-dessus du front de carrière pour observer un affleurement particulier.

Au passage, on côtoie une fosse qui correspond à une zone d'exploitation et il semble que des secteurs effondrés couvrent d'anciennes galeries souterraines.

Sur place, on voit en effet sur cet affleurement le grès A, qui porte des traces de débits, recouvert par une formation grossière. Sur le relevé de Longepierre, elle est nommée

conglomérat supérieur A. La taille des éléments la rapproche de la formation F de bas de pente vue au début de la montée, mais en plus gros.

Comme elle est sur le plus haut niveau atteint par le Miocène à 185 m, on peut admettre que l'on a affaire à une tempestite lors d'un stade régressif du niveau de la mer. Le banc épais d'un mètre environ vient en recouvrement sans érosion sur le grès A.



Fig.22 : Le site d'extraction vu de dessus



Fig.23 : Conglomérat supérieur A au-dessus de la couche exploitée de grès A. On peut observer en bas à gauche une ébauche de meule

En dehors de la carrière romaine, il y a eu une extraction de meules de grands diamètres un peu partout à la surface des affleurements de grès de type B sur les zones est et ouest, depuis le Moyen-Âge jusqu'au 19<sup>e</sup> siècle. Ces secteurs étant non défrichés et peu lisibles, nous n'irons pas affronter ce *bartas* épineux

## B – La carrière de sable du Cénomanien.

Nous avons évoqué l'apport de quartz du Cénomanien inférieur dans la meulière de Saint-Quentin dont la source se trouve toute proche en abondance, où elle est exploitée industriellement dans une des carrières de la société Fulchiron qui extrait 500 000 tonnes par an de sable sur les communes de Vallabrix et Saint-Victor-des Oules (fig.24). Ne pouvant visiter la carrière, on se contente d'aller visiter la bordure ouest du gisement à 3 kilomètres de distance.



Fig. 24 : Site d'extraction du sable céno-manien de la carrière de Vallabrix. Photo Sté Fulchiron



Fig.25 : Agariens devant un affleurement de grès rouge céno-manien

Nous nous dirigeons donc en procession automobile puis pédestre vers le bois de la Vierge qui domine Saint-Quentin-la Poterie. D'importantes carrières y ont été creusées pour les besoins de la poterie saint-quentinoise commercialisée à travers tout le Languedoc aux siècles précédents.

On observe que le sable est issu d'un sédiment stratifié sans cohésion de couleur rouille ou jaune suivant sa teneur en fer (fig.25). Par place la couleur blanche témoigne d'un début d'« ocrisation » avec séparation d'éléments ferrugineux. Des niveaux de bancs durs de quartzite apparaissent également et forment des reliefs pittoresques au sommet de la colline. Le quartzite se forme en zone noyée acide et on ne distingue plus les grains de sable de la matrice sableuse, donnant une roche homogène et dense.



Fig. 26 : Affleurement d'un banc quartzeux dans les sables cénomaniens

Le CénoManien inférieur correspond à un haut niveau marin, 150 m plus haut que l'actuel, entre 105,5 et 93,9 MA et le sable très pur exploité par la Société Fulchiron est commercialisé en une dizaine de références suivant la pureté :

- sables lavés pour béton, sols sportifs
- sable pour l'industrie du verre
- sables pour les enduits, les métiers de l'enduction

Les gisements de silice pure  $\text{SiO}_2$  sont rares et la France est un des rares pays producteur avec environ 7 M de tonnes annuelles.

En résumé, on retiendra de cette belle journée d'automne que le gisement de grès exploité pour l'extraction de meules romaines et médiévales est très localisé et résulte d'une érosion de terrains plus anciens du CénoManien, remaniés par les courants de la ria miocène dans une phase de transgression correspondant au Burdigalien moyen noté m1v sur la carte géologique. Le Burdigalien supérieur qui forme le plateau d'Uzès devait couvrir partiellement le Burdigalien moyen jusqu'à la côte de 130 m et l'Helvétien qui termine la séquence du Miocène n'a pas dû dépasser Vers-Pont-du-Gard.

Michel Raulet

L'apport des meules dans la connaissance des moulins hydrauliques romains en Languedoc, Samuel Longepierre

Les moulins de l'Antiquité tardive en Gaule méridionale : l'exemple des meulières de Saint-Quentin-la-Poterie (Gard) Samuel Longepierre

## Une expérience d'intelligence artificielle et de création d'information en géologie

Sur la photo ci-dessous, j'ai demandé la suppression de notre ami, qui malencontreusement occupait le centre de l'image.



Voilà le résultat

Outre le remplacement de notre ami par un rouleau de paille !!  
Noter la modification de l'arrière-plan qui introduit un réseau de failles qui n'existe pas, pouvant largement induire en erreur



## De la Croix de Fauvie à Landas

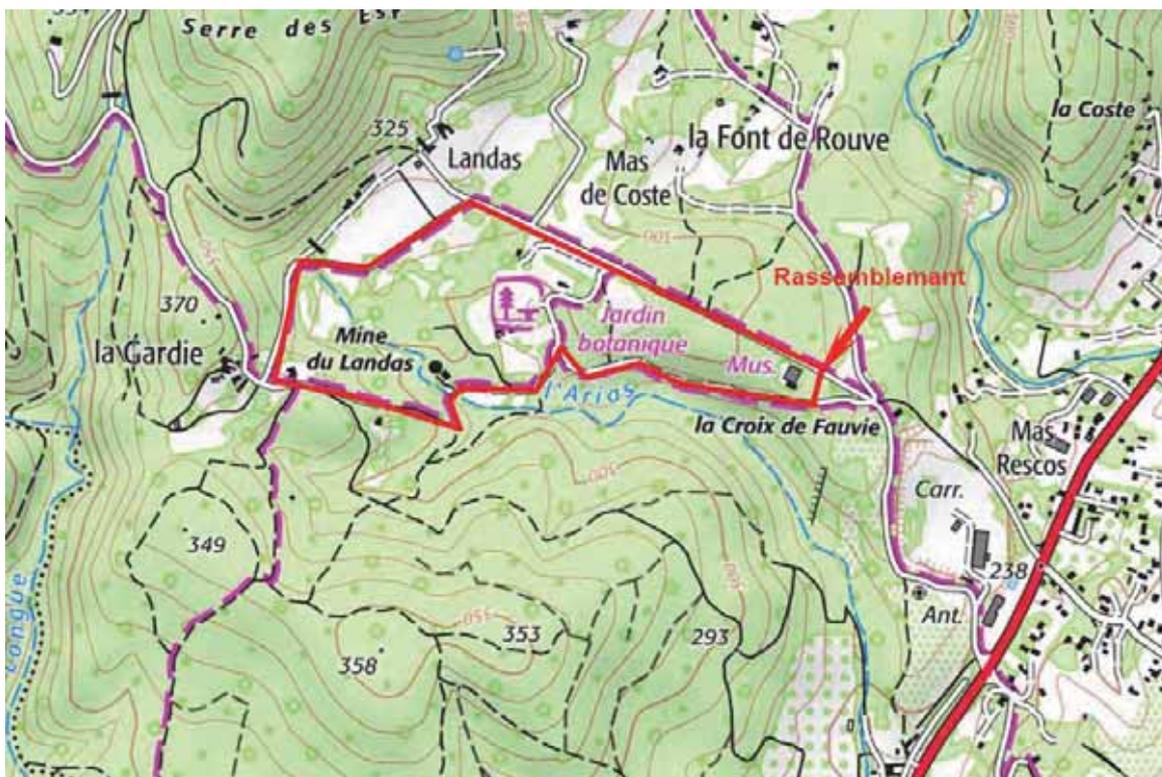


Fig.1 : Situation de la sortie (IGN Géoportail)



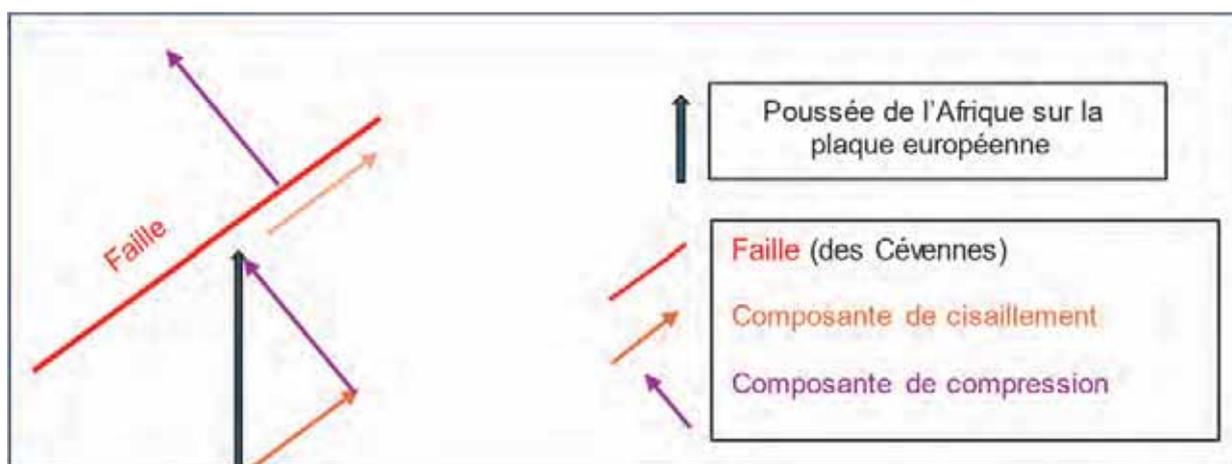
Fig.2 : carte géologique (BRGM Géoportail)

Nous sommes 20, à nous retrouver sur le parking du Préhistorama en cette après-midi de décembre fraîche mais ensoleillée.

Cette courte sortie commence par un petit exposé sur la géologie et les minéralisations que nous allons rencontrer.

Comme on peut le voir sur la carte géologique ci-dessus (fig.2), la zone est assez complexe. Elle est constituée de formations sédimentaires du Trias, du Jurassique et du Crétacé inférieur, reposant sur le socle cévenol. Cette zone est fortement écrasée sur le socle métamorphique par la résultante compressive engendrée par le mouvement senestre de la faille des Cévennes.

Le dessin ci-dessous schématise le fonctionnement de la faille des Cévennes sous l'action de la poussée de la plaque africaine sur la plaque européenne.



La contrainte exercée va :

- 1°) - d'une part comprimer le compartiment est de la faille, entraînant une série de plis est-ouest dans les garrigues
- 2°) - entraîner un cisaillement senestre de la faille des Cévennes
- 3°) - ce mouvement transmet en même temps une contrainte de compression (perpendiculaire au plan la faille) au compartiment ouest de la faille, entraînant une forte tectonisation de la couverture sédimentaire poussée contre le socle. Cette zone est généralement appelée « Bordure sous-cévenole ».

## Minéralisations et exploitation

La zone de La Croix-de-Fauvie-Landas a une longue histoire minière.

La minéralisation principale est la calamine, dans un minerai plus ou moins terreux généralement rouge-orangé.

**La calamine** est une appellation désuète qui désigne essentiellement un mélange d'oxydes et de carbonates de zinc. C'est généralement un minerai résultant de l'altération d'un gisement sulfuré à sphalérite (blende), pyrite, etc. Ce type de minerai est connu et utilisé depuis les temps préhistoriques et a longtemps été utilisé pour la production de laiton (alliages de cuivre et de zinc), alors qu'on ne connaissait pas encore le zinc métal (la première usine à produire du zinc par réduction d'oxyde de zinc date de 1746).

Les archives du service des mines indiquent que c'est en 1876 qu'est attribuée la concession de Rousson qui couvre en fait plusieurs sites : La Croix-de-Fauvie, Font-de-Rouve, les Cros et Landas (fig.3).

Cette concession sera annulée en 1944, après une histoire agitée. L'exploitant initial la *Société anonyme des usines à zinc du midi*, fait faillite en 1883. La concession passe ensuite, en 1884, entre les mains de la *Société anonyme des mines et fonderie de la Vieille Montagne*, qui exploitera de 1886 à 1888. La mine sera ensuite fermée puis reprendra de 1898 à 1911 et

de nouveau de 1919 à 1922. En 1944 la société renonce à la concession qui sera donc annulée.

Sur le gisement de la Croix de Fauvie sur lequel nous nous trouvons, les travaux de recherche se traduisent par quelques puits et de courtes galeries suivant les fractures. Le gisement s'étend sur environ 150 mètres et une épaisseur de 50 mètres et donnait après traitement 35 % de zinc. L'exploitation semble avoir essentiellement été réalisée à ciel-ouvert.

À Font-de-Rouve il y a plusieurs galeries dont une de plus de 150 m. À Landas, plusieurs puits et quelques galeries, enfin au Cros les recherches à ciel-ouvert ont montré une minéralisation différente avec pyrite, blende et barytine.

La production totale de cette période est estimée à 10 911 tonnes de calamine marchande dont 4 708 t entre 1880 et 1882, 1 697 t entre 1886 et 1888, 4 490t de 1898 à 1911 et enfin 16 t de 1920 à 1922.

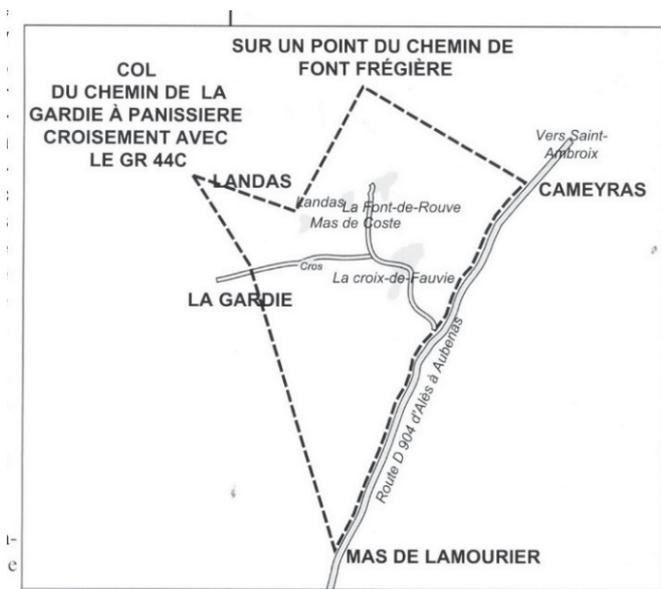


Fig.3 : Implantation de la concession de Rousson

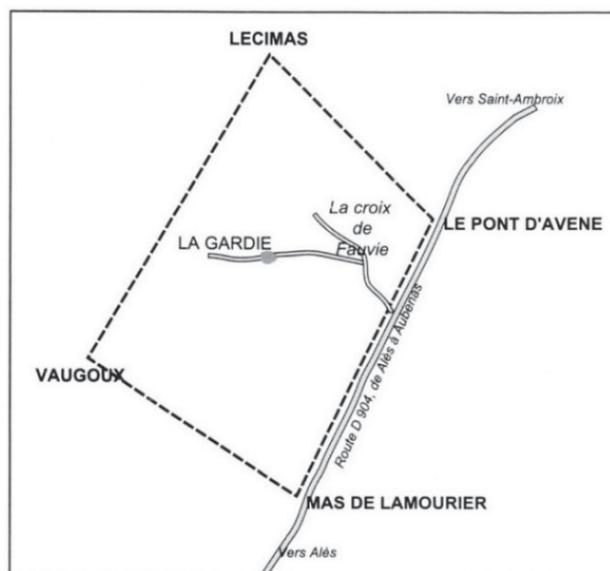


Fig.4 : Implantation du « PEX-Landas »

Enfin en 1974 la *Société Peñarroya* obtient un permis d'exploitation (PEX) de 6,3 km<sup>2</sup> (fig.4) pour une durée de cinq ans. Elle en demanda une prolongation jusqu'en 1984, ce qui lui fut accordé.

La société réalisa quelques travaux mais on ne connaît pas exactement la quantité de minerai extrait. On sait cependant que 5 tonnes environ ont été envoyées pour essai de traitement. L'abandon des travaux fut déclaré en 1991.

À Landas, le minerai se trouvait dans les calcaires massifs à entroques du Bajocien. Le schéma de la figure 5, vous donne un aperçu de la répartition de la minéralisation tel que la Peñarroya a pu la définir lors des recherches de 1974.

La figure 6 montre elle, la minéralisation karstique trouvée par le sondage n°105.

La figure 7 donne une coupe au niveau des travaux ainsi que, en médaillon, un petit plan des galeries.

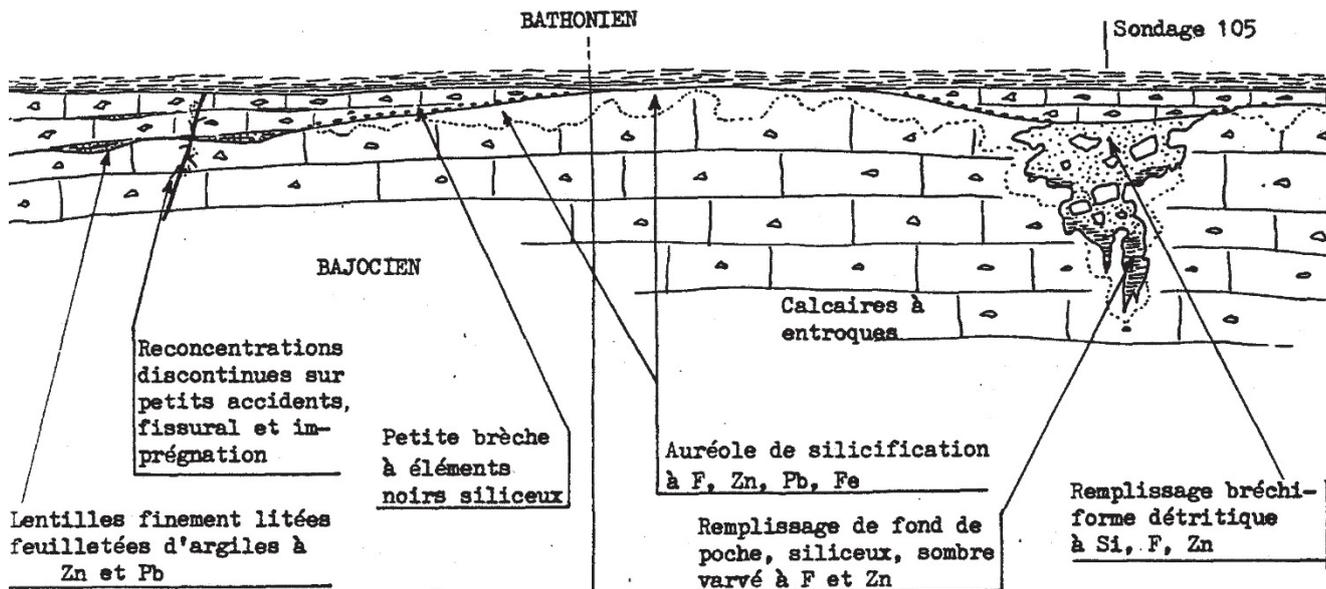


Fig.5 : Landas, schéma de répartition des différents types de minéralisations (Peñarroya)

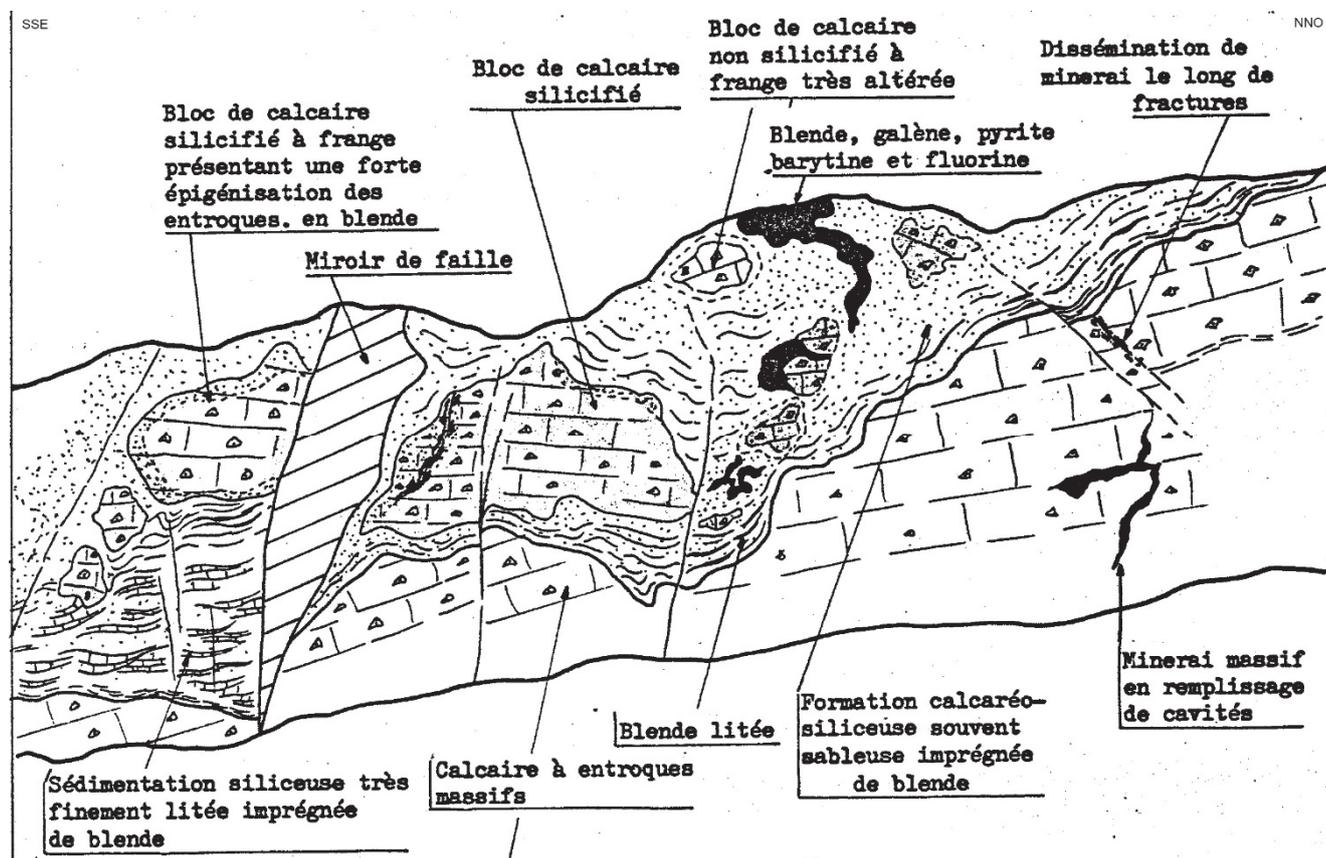


Fig.6 : Landas, levé du parement au niveau du sondage 105 (Peñarroya)

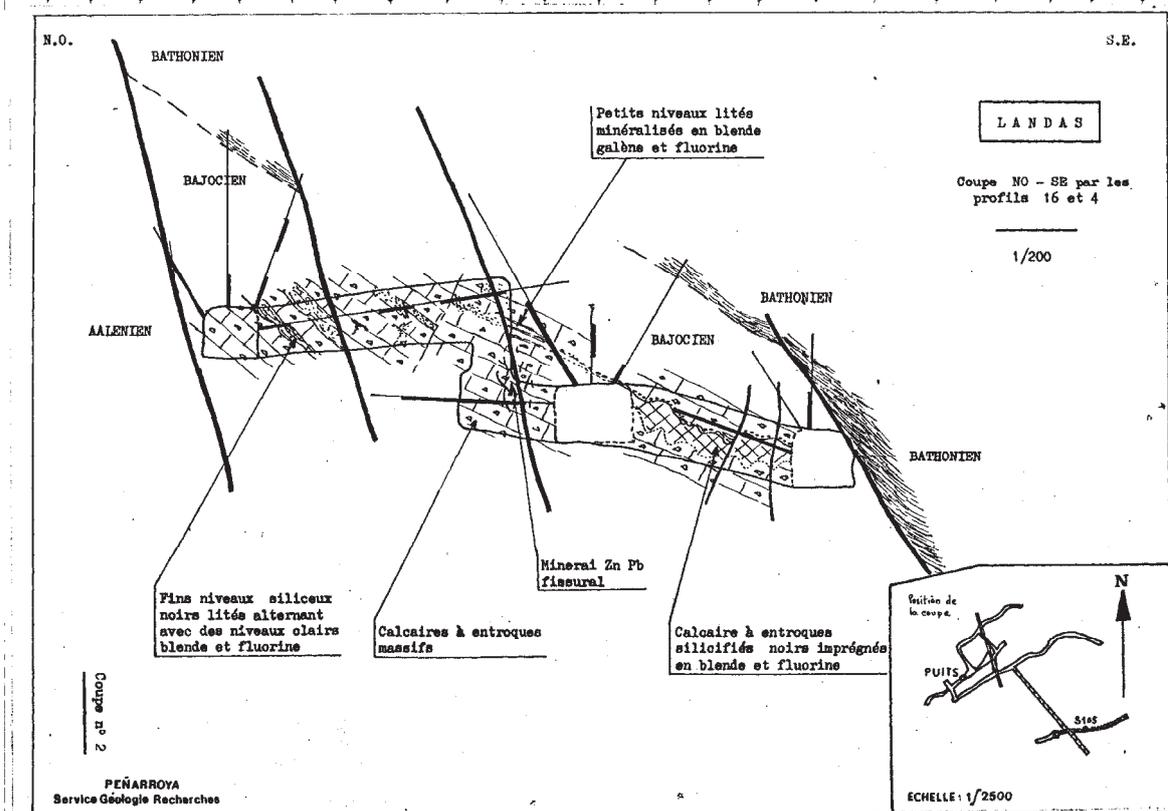


Fig.7 coupe des travaux réalisés

Après ce rapide exposé, nous prenons la direction de La Croix-de-Fauvie qui se trouve à une centaine de mètres vers l'est.

En chemin certains s'arrêtent sur un bloc de couleur orange (fig.8) qui pourrait être un bloc minéralisé. Nous arrivons dans l'ancienne zone d'exploitation, on y observe des chicots de calcaires oxfordiens (Jurassique supérieur), reliquat d'une altération karstique, entre lesquels reste, par endroit, ce remplissage rougeâtre, probablement du minéral jugé trop pauvre pour être exploité (fig.9)



Fig.8 : Morceau du remplissage karstique



Fig.9 : relief karstique dégagé par l'exploitation



Fig.10 : La carrière



Fig.11 : entrée d'une galerie

Dans le fond de cette carrière (fig.10), on observe même une entrée de ce qui a probablement été une galerie (fig.11).

Nous quittons la zone de La Croix-de-Fauvie pour nous diriger vers la zone d'exploitation de Landas.

Nous cheminons sur le chemin qui va directement de la Croix-de-Fauvie aux Gardies quand se dresse devant nous un portail « imposant » (fig.12), les agariens s'interrogent, mais finissent par contourner sans difficultés cette impressionnante clôture.

Nous nous retrouvons rapidement devant un agréable ensemble de constructions, probablement hérité d'anciennes installations minières (fig.13 et 14) et qui abrite aujourd'hui une partie des jardins ethnobotaniques des Gardies.

Ici c'est la partie « jardin médiéval » de ces jardins bien tristounets en cette période hivernale.



Fig.12 : Ancien portail d'accès à la zone minière



Fig.13 : reste de bâtiments miniers ?



Fig.14 : Source liée à une ancienne galerie ?



Fig.15 : Entrée du Jardin ethnobotanique

En empruntant les escaliers qui partent derrière le bâtiment, nous pouvons observer ce qui semble être l'entrée d'une ancienne galerie (fig.16). Il ne reste, en fait, pratiquement plus aucune trace de l'ancienne exploitation, si ce n'est une plaque intitulée sobrement « Ancien site minier métallifère » (fig.17).



Fig.16 : entrée d'une ancienne galerie ?



Fig.17 : Plaque rappelant l'ancienne exploitation.

Nous parcourons rapidement ces jardins jetant un coup d'œil aux différents panneaux dispersés çà et là.

Puis prenons le chemin du retour aux voitures suivi d'une dispersion non sans s'être souhaité une bonne et heureuse année 2024 et donné rendez-vous pour l'assemblée générale prévue en principe le 3 février dans la salle de l'Académie cévenole.

Crédit photo JP Rolley sauf indication contraire

Jean-Pierre Rolley

Samedi 3 février 2024

## **Assemblée générale Compte-rendu de l'assemblée générale du 3 février 2024 salle de l'Académie cévenole**

Le président déclare l'assemblée générale ouverte à 14h15

On compte 24 membres présents et 10 procurations

Après quelques mots de bienvenue et de remerciements adressés à l'ensemble des membres présents il rappelle l'ordre du jour

I – Ouverture de l'assemblée générale

II – Le rapport d'activités

III – Le rapport financier et la cotisation

IV – L'élection des membres du CA

V – Ouverture de la discussion sur les propositions d'évolution, d'organisation et de fonctionnement de l'AGAR

### **I - Rapport d'activité**

#### **1. Assemblée générale 2023**

Notre dernière Assemblée Générale a eu lieu le samedi 4 février 2023 dans la salle de l'Académie Cévenole du Pôle Culturel et Scientifique de Rochebelle. Cette réunion s'est déroulée en présence de 20 membres (plus 6 autres ayant donné un pouvoir de représentation), soit un total de 26 votants sur un total de 69 membres à jour de leur cotisation.

Elle a été suivie par deux présentations : la première par Michel Wienin sur l'effondrement spectaculaire au gouffre des Espélugues et la deuxième par Geoffroy Musial sur l'excursion géologique en Espagne d'octobre 2022.

L'ensemble des membres ayant reçu le compte-rendu de cette assemblée, le président demande s'il y a des remarques à son sujet.

Aucune remarque n'étant présentée, le président met au voix ce compte-rendu qui **est adopté à l'unanimité des présents et représentés soit 35 votants**

On passe ensuite aux activités réalisées dans l'année

#### **2. Sorties en 2023**

Cette année, la météo a été clémente et nous a permis de réaliser les 9 sorties que nous avons programmées :

- le 19 février : sortie à la journée à Rochemade (par Jean-Pierre Rolley et Jean-Claude Martin)
- le 15 mars : sortie à la journée autour de la faille des Cévennes à Montoulieu (par Jean-Pierre Rolley)
- le 16 avril : sortie à la journée sur les formations métamorphiques de la corniche des Cévennes (par Jean-Pierre Rolley)
- le 14 mai : sortie à la journée sur les granites du Mont-Lozère (par Jean-Pierre Rolley)
- le 11 juin : sortie à la journée autour de la montagne du Goulet (par Jean-Pierre Rolley)
- le 24 septembre : sortie à la journée autour de l'hémigraben de Pujaut (par Nancy Zamora)
- le 22 octobre : repas de rentrée et visite du Préhistorama

- le 19 novembre : sortie à la demi-journée à la meulière de Saint-Quentin-la-Poterie (par Michel Raulet)
- le 17 décembre : sortie à la demi-journée sur les gisements karstiques de Landas (par JP Rolley).

Ces activités mobilisent en moyenne une vingtaine de participants à chaque fois.

### 3. Autres activités :

Cette année encore, nous avons pu bénéficier d'une superbe excursion géologique, organisée du 13 au 15 octobre dans la région de Sanary-Toulon par Michel Raulet. Elle a rassemblé 20 membres. Nous aurons l'occasion de revenir sur le contenu de ce voyage à la fin de l'Assemblée Générale.

### 4. Réunions du conseil d'administration et du bureau

Comme chaque année, le Conseil d'Administration s'est réuni trois fois :

- Le 13 janvier : 11 participants, 3 excusés.
- Le 10 juin : 9 participants, 5 excusés.
- Le 23 septembre : 9 participants, 5 excusés.

Ont été abordées de façon régulière les questions liées à l'établissement et au remaniement du programme des sorties. Nous avons fait régulièrement le point sur la trésorerie et les adhésions.

Nous rappelons d'ailleurs à l'ensemble de nos membres qu'ils sont les bienvenus aux différentes réunions du Conseil d'Administration et qu'ils peuvent participer quand ils le souhaitent simplement en se signalant auprès du secrétariat.

### 5. Le bulletin

Cette année encore, nous avons poursuivi la publication en couleur de notre bulletin semestriel chez l'imprimeur Veoprint.

Ainsi, le Bulletin 105 (56 pages) a été tiré à 100 exemplaires pour un montant de 638,22€ (soit 6,38 € le n° (TVA 5,5 %)).

Le Bulletin 106 (80 pages) a également été tiré à 100 exemplaires pour un montant de 845,11 € TTC (soit 8,45 € le n° (TVA 5,5 %)).

Outre les bulletins diffusés aux membres de l'association, une quinzaine est distribuée à diverses personnes et organisations (BNF, IMT Mines Alès, bibliothèques, archives, associations, diverses personnes occasionnelles, etc.) non soumises à cotisation.

### 6. Programme prévisionnel des sorties du premier semestre 2024

1) Sorties en principe finalisées :

- **Dimanche 25 février – ½ journée** : Les plans inclinés de Sainte-Cécile-d'Andorge (sortie animée par Jean-Pierre Bouvier).
- **Dimanche 17 mars - journée** : Le Cambrien dans la région du Vigan (sortie animée par Marc de Gouvenain).
- **Dimanche 28 avril - journée** : La mine des Malines (sortie animée par Philippe Gaubert et André Charrière).
- **Dimanche 9 juin - journée** : Volcanisme dans la région de Thibéry/Agde (sortie animée par Michel Raulet).

2) Sortie non finalisée (dates et sujet)

- **Dimanche 5, 19 ou 26 mai – journée** : Les dentelles de Montmirail (sortie animée par Jean-Pierre Rolley) ou le synclinal de St-Martin-de-Londres (animée par Yves Bodeur)

## 7. Le site internet

Durant l'année, le site internet de l'association a été consulté par 697 visiteurs (dont 98% de nouveaux visiteurs). Parmi eux, 725 en ont exploré les pages.

Hormis la page d'accueil, les pages les plus consultées ont concerné :

1. Les bulletins
2. Les photos des sorties
3. Les posts

## 8. La bibliothèque

Le service de prêt de la bibliothèque a été remis en route cette année mais très peu de personnes s'en sont saisies : 26 documents ont été empruntés mais par 3 personnes uniquement. Peut-être est-ce dû à un manque d'intérêt de la part des membres, ou bien les personnes n'ont pas été suffisamment informées. Le service de prêt reste néanmoins ouvert : pour réserver un document, il suffit d'en faire la demande à l'adresse [contact@geolales.fr](mailto:contact@geolales.fr) ou directement auprès de Nathalie. Les ouvrages sont prêtés et rendus lors des sorties sur le terrain.

## 9. Membres et adhésions

L'an dernier, à la même date, nous comptons 69 membres à jour de leur adhésion. Cette année, nous en comptabilisons 70, dont 63 à jour de leur cotisation. Néanmoins, trois personnes ont décidé de quitter l'association et une personne est décédée : Hélène Lardet, le 24 novembre. Nous avons aussi accueilli 7 nouveaux membres (qui seront comptabilisés dans les membres à partir de 2024).

Le président demande si quelqu'un a des remarques à faire sur ce compte rendu. Aucune remarque n'étant présentée, le président met au voix ce compte-rendu qui est **adopté à l'unanimité des présents et représentés soit 35 votants**

## 11. Renouvellement conseil d'administration

En 2023, le conseil d'administration est constitué de 14 membres : Jean-Pierre Bouvier, Nathalie Crivellaro, Philippe Gaubert, Philippe Gerbier, Robert Guin, Francis Lagarde, Jean-Claude Lahondère, Geoffray Musial, Guy Pollet, Michel Raulet, Sophie Roels, Jean-Pierre Rolley, Alain Touzillier et Michel Wiénin.

Cette année, 10 membres du bureau sont arrivés à la fin de leur mandat, JP Bouvier, N. Crivellaro, P. Gaubert, P. Gerbier, F. Lagarde, J.C. Lahondère, G. Pollet, M. Raulet, S. Roels, A. Touzillier (ce sont les 5 qui ont été réélus en janvier 2022 et les 4 derniers arrivés en janvier 2022). Tous se représentent pour un nouveau mandat à l'exception de deux d'entre eux qui ont fait savoir qu'ils ne souhaitent pas un renouvellement : JP Bouvier et P. Gerbier.

Il n'y a pas eu de nouvelle candidature.

Le président demande si quelqu'un a des remarques à faire au sujet de cette élection. Aucune remarque n'étant présentée, le président met au voix la réélection des huit membres candidats à leur réélection. Cette proposition est **adoptée à l'unanimité des présents et représentés soit 35 votants**

**Le nouveau Conseil d'Administration** se compose donc désormais de 12 personnes : Nathalie Crivellaro, Philippe Gaubert, Robert Guin, Francis Lagarde, Jean-Claude Lahondère, Geoffray Musial, Guy Pollet, Michel Raulet, Sophie Roels, Jean-Pierre Rolley, Alain Touzillier et Michel Wiénin.

Le secrétariat, G. Musial et N. Crivellaro

## II - Rapport financier

### Compte rendu sommaire du rapport financier

Notre comptabilité est relativement simple, il se limite aux paiements de notre assurance, du bulletin et de quelques frais divers.

o Le total des dépenses a été de 2 114,85 €

Nos recettes sont extrêmement limitées, et se résume aux cotisations versées à un don (15 €) et aux intérêts du livret A.

o Les recettes ont été de 1 787,38 €

Nous avons donc un déficit de 327,47 €

Ce déficit, lié à l'impression du bulletin, est récurant depuis plusieurs années et risque de ne pas d'améliorer compte tenu des augmentations enregistrées ces dernières années. Il a été jusqu'à présent été imputé sur le petit pécule que nous avons mis de côté grâce à la vente du livre de René Turc (qui avait bénéficié de quelques subventions et a pu être légèrement bénéficiaire). Ce petit pécule a donc été mis en réserve pour faciliter d'éventuelles autres publications. C'est donc dans cet esprit qu'il sert à couvrir le déficit du bulletin mais cela ne pourra pas durer très longtemps. La question de l'augmentation de la cotisation se pose donc (voir paragraphe suivant)

Le budget 2024 a donc été établi sur les bases de celui de cette année et devrait présenter un déficit de même ordre.

#### 10. Cotisations

La proposition d'augmenter le montant des cotisations dans l'idée d'équilibrer le budget quelque peu déficitaire revient cette année encore à l'ordre du jour. Après discussion et vote, nous convenons de laisser les montants inchangés au moins une année supplémentaire mais donnons l'autorisation au CA de voter une augmentation de la cotisation qui pourrait s'appliquer dès le début d'année 2025 si le déficit devait se creuser.

Les cotisations 2024 seront donc :

o Couple : 31€

o Individuel : 25 €

Etudiant/correspondant : 16 €

La trésorière, Sophie Roels

Le président demande si quelqu'un a des remarques à faire sur ce compte rendu. Aucune remarque n'étant présentée, le président met aux voix ce compte-rendu qui est

**adopté à l'unanimité des présents et représentés soit 35 votants**

**Quitus est donc donné à notre trésorière.**

La partie concernant la gestion courante étant terminée, nous allons nous pencher maintenant sur l'avenir.

Le président reprend la parole :

« Notre association se porte bien, le nombre de membres à jour de leur cotisation est stable depuis de longues années au voisinage de 70 personnes. Bien sûr après 40 ans d'existence, nous perdons régulièrement quelques anciens membres mais globalement le nombre reste stable. Il sera sans doute en légère augmentation cette année si toutes de demandes d'adhésion se confirment. Nous avons en effet, à ce jour, plus de huit demandes.

La participation aux sorties est également stable et descend rarement sous les 20 participants, ce qui est presque une limite pour une sortie conviviale et les problèmes de stationnement sur nos routes cévenoles.

En apparence il n'y a donc aucun problème ! Cependant il y a plusieurs années que j'attire l'attention sur le fait que deux des principaux animateurs prennent de l'âge.

Personnellement j'arrive à ma quatre-vingtième année et cela fait 25 ans que je suis président !

Il me semble donc nécessaire que notre association commence à s'organiser pour assurer sa pérennité.

Je rappelle qu'une association est un ensemble de personnes qui s'associent pour faire quelque chose en commun. Cela implique que chacun participe non seulement aux activités mais aussi à la vie et à la gestion de ladite association. Trop souvent l'ensemble ne tient que grâce à deux ou trois personnes ce qui devient souvent difficile à tenir à long terme.

Je rappelle que si une association se dote d'un conseil d'administration, c'est justement pour répartir les charges de gestion sur un ensemble « d'administrateurs ». Être administrateur n'est pas un titre honorifique mais bien un poste fonctionnel sous entendant que l'on a des fonctions d'administration. C'est la même chose pour les éventuelles commissions qui sont là pour permettre à l'association de vivre.

Cette année quelques membres ont donc décidé de s'attaquer au problème et souhaitent vous faire quelques propositions. Je vais donc leur donner la parole. »

## ----- Les propositions

Tous les agariens ayant reçu le détail des propositions nous ne les redétaillerons pas ici.

Rappelons qu'elles peuvent se résumer de la façon suivante :

Afin de réaliser dans les meilleures conditions l'organisation de nos sorties et l'élaboration de nos bulletins, il est proposé l'instauration de trois comités :

- Un comité des sorties
- Un comité scientifique
- Un comité de rédaction

Après échanges et discussions le président propose que l'assemblée donne carte blanche aux membres ayant fait ces propositions pour étudier leur mise en œuvre.

Une assemblée générale extraordinaire sera convoquée en temps utile pour valider cette mise en œuvre.

La proposition est mise aux voix est **adoptée à l'unanimité moins une abstention des présents et représentés soit 34 votants**

Après ce vote le président déclare l'assemblée générale close à 16 h 10

Après quelques minutes de pause, la parole est donnée à Michel Raulet pour son intervention sur le volcanisme des Canaries.

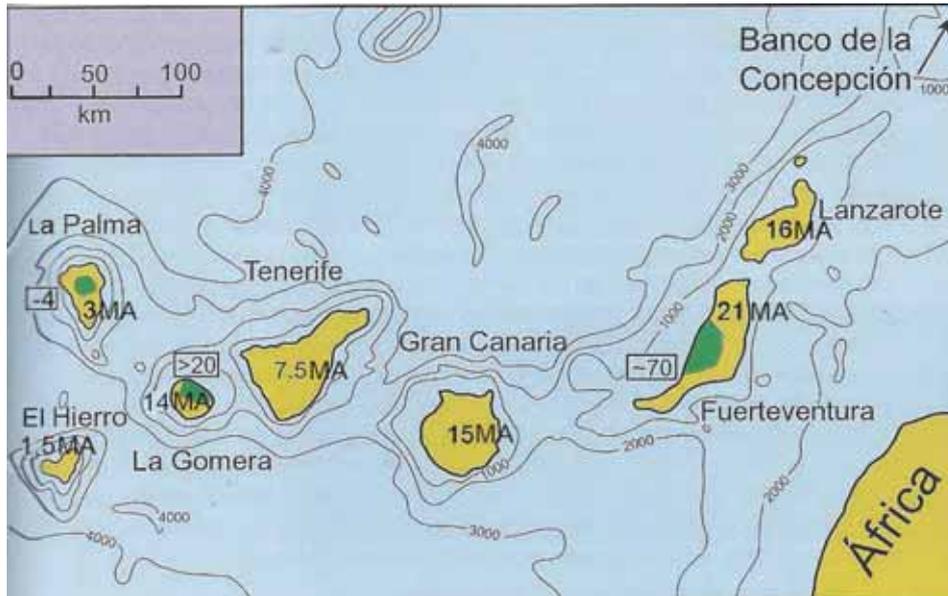
Après cette présentation, la journée s'est terminée par la traditionnelle galette des Rois

Le secrétariat

le président

## Aperçu sur le volcanisme des Canaries

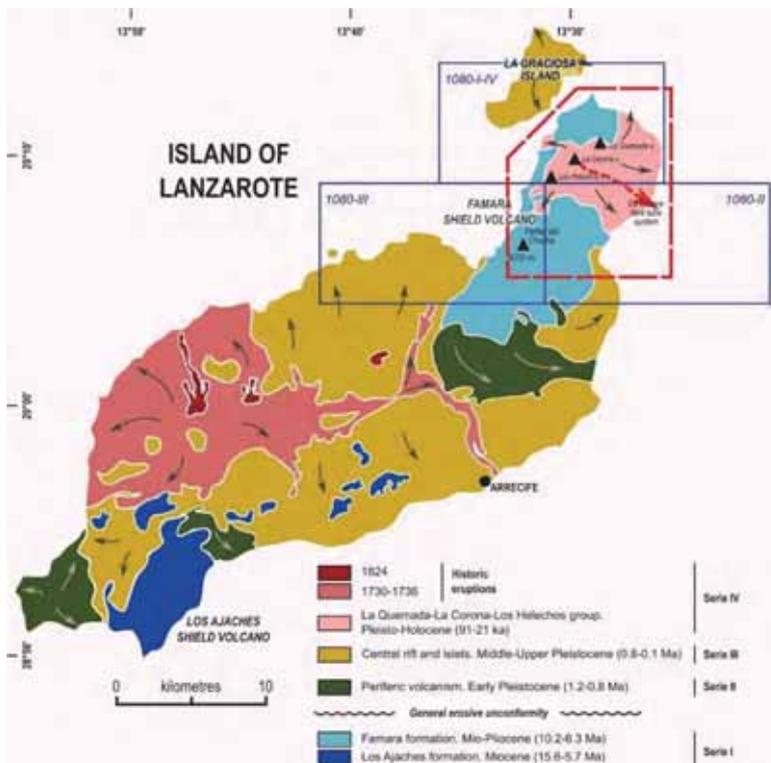
Exposé de Michel Raulet lors de l'assemblée générale 2024



Ce volcanisme est toujours actif, puisque les deux dernières manifestations violentes remontent à 2011 et 2021. Il est à l'origine de la création des sept îles principales situées au large du sud marocain sur un linéaire de 500 kilomètres. Leur âge, daté à partir de leur émergence, de plus en plus récent d'est en ouest, est échelonné de 20 Ma à 1,3 Ma.

Chaque île possède des caractères géographiques propres, et nous nous contenterons de décrire deux d'entre elles, Lanzarote et Tenerife.

### Île de Lanzarote



Carte de l'île avec les principales coulées de laves

L'île de Lanzarote 60 kilomètres de long sur 20 kilomètres de large s'est édiflée à partir de plusieurs phases volcaniques. La plus ancienne, au sud de l'île, los Ajaches, s'est déroulée pendant tout le Miocène, suivie au Mio-Pliocène par l'émergence au nord de l'île de la montagne de Famara culminant à 590 m et aménagé en belvédère souterrain par l'artiste Manrique qui a œuvré pour la conservation du caractère sauvage de l'endroit. L'érosion et le glissement du flanc du volcan ont produit cette longue falaise abrupte où alternent strates de basaltes et niveaux scoriacés. Après une longue période de repos, le volcanisme a repris depuis 1 Ma le long d'un rift central orientée NE-SO, donnant le contour actuel de l'île et son prolongement septentrional, l'île de la Graciosa.



Montagne de la Famara avec ses empilements de couches



Le belvédère Manrique avec vue sur la Graciosa

Une autre phase commence vers -90 000 ans jusqu'à -20 000 ans avec un groupe de volcans juché sur l'épaule de la Famara. Ce groupe dominé par la silhouette du volcan Corona à 609 m est à l'origine d'un vaste épanchement jusqu'à la mer de laves fluides à la surface craquelée et chaotique de 50 km<sup>2</sup>, c'est le Malpais couvert d'une végétation clairsemée de senecio.

Une curiosité naturelle y est aménagée pour une visite touristique. Le Jama-del-Agua est un tube souterrain, parfois haut de 50 mètres, où la lave liquide issue du Corona s'écoulait sur plusieurs kilomètres de long sous la surface refroidie et se poursuivait encore en mer sur 2 kilomètres.



Le Corona et le champ de lave du Malpais



Entrée du tunnel de lave du Jama-del-Agua

Les champs de scories portent un vignoble cultivé d'une manière originale dans des entonnoirs pour protéger du vent et assurer un minimum d'humidité. C'est un cépage réputé, produisant un vin blanc pétillant, le Malvoisie.



Vignoble protégé du vent



Île de la Graciosa

## L'île de la Graciosa

Dans ce même cycle volcanique, l'île de la Graciosa se construit autour de plusieurs volcans monogéniques ayant eu une seule phase éruptive, ainsi que plusieurs îlots en mer alignés sur cette fracture émissive. Sa bordure sableuse est un mélange de coquillages et de sable du Sahara.

En 1730 une autre faille éruptive de plusieurs kilomètres plus au sud dans le rift central crache pendant 6 ans des coulées pyroclastiques et des torrents de lave, recouvrant une étendue de 200 km<sup>2</sup>. Culture et bétail détruits, la population de l'île dut s'exiler comme en témoigne le curé d'un village englouti.

Le paysage actuel est resté tel quel, absolument désolé et minéral, sans trace de végétation ni d'empreintes humaines et la création du Parc National de Timanfaya contribue à le maintenir dans cet état d'origine. On peut y observer une trentaine de cratères de tailles différentes au cours d'un circuit accompagné en bus.



Fig.9&10 : Le Parc National de Timanfaya

Une dernière éruption mineure s'est déroulée en 1824, dont témoigne un point chaud sur lequel est bâti le bâtiment d'accueil actuel du Parc avec son restaurant où les plats sont cuits au-dessus d'une margelle en contact avec la chaleur montant du sous-sol.

En résumé, l'île présente un très grand intérêt pour la compréhension des phénomènes volcaniques de type phréatomagmatique strombolien avec à l'appui un musée consacré à ce thème.



## Île de Ténérife

C'est la plus haute des îles de l'archipel, dominée par la silhouette imposante du Teide (3 718 m d'altitude) compte tenu du fond océanique à 3 000 m, ce stratovolcan figure parmi les plus hauts volcans du globe après Hawaï.



Le Teide 3 718 m



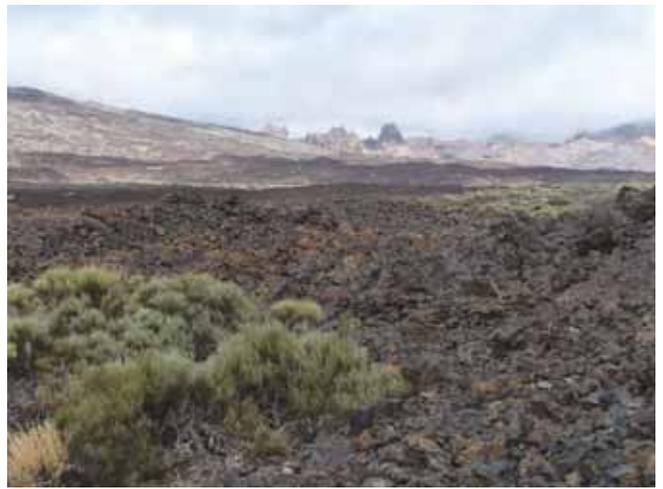
L'île, qui forme un triangle de 80 km de côté pointé vers le NE., a pris naissance à partir d'éruptions à ses trois sommets, L'Adège, le Teno, l'Anaga à partir de 7,5 Ma (en bleu sur la carte). L'épisode se termine par des émissions acides, trachytes, phonolites, obsidiennes.



Massif du Teno, les falaises de Los Gigantes tombent en mer avec un à pic de 1 000m

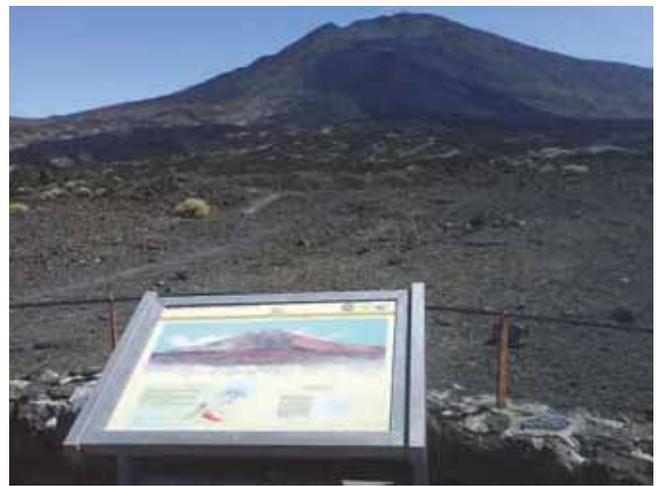
Vers 3 Ma, un volcanisme fissural basaltique prend place au centre du triangle ; édifiant la dorsale actuelle de l'île et un volcan d'une hauteur probable de 3 000m occupe l'emplacement de la dépression des Cañadas. Ce volcan, el Abrigo, subit une violente éruption plinienne entre 180 et 170 000 ans qui déstabilise son flanc nord et produit un effondrement sous-marin attesté par deux niveaux de tsunamites mettant en jeu un volume d'une centaine de km<sup>3</sup>. Le vide créé est l'origine des Cañadas qui ressemble à une vaste caldera de 15 km de diamètre.

En bordure ouest des Cañadas, deux stratovolcans commencent à croître à partir de 500 000 ans, le pic Viejo puis le Teide



Vue des Cañadas

Le pic Viejo, 3 134 m, a le plus grand cratère de l'archipel, de 800 m de diamètre. Une petite éruption s'est produite sur son flanc est en 1798 que rapporte le géographe Humboldt. Il en reste une coulée noire, les Narices du Teide.



Vues du cratère du Pic Viejo et la coulée de 1798 en noir

Le sommet du Teide est un petit cratère emboîté de 80 m de diamètre dont les fumerolles émettent une centaine de tonnes de CO<sub>2</sub> par jour. Les laves émises sont des basanites et des phonolites mafiques.



Volcan du Teide et cône sommital

De nombreuses autres éruptions ont recouvert les flancs de l'arête dorsale de l'île comme le montre la carte géologique.

Les dernières éruptions historiques se sont déroulées au pied N.O. du Teide avec la naissance de volcans secondaires. En 1798, une coulée de plusieurs kilomètres de long a dévalé la montagne et enseveli le port principal de Garachico alors point d'escale vers les Amériques pour les Espagnols.

En 1909, un volcan voisin, le Chineyro est entré en éruption quelques semaines et la coulée de lave dirigée à l'ouest s'est heureusement arrêtée aux portes de Santiago del Teide.



Coulée du Garachico et la ville reconstruite au-dessus des laves.



Éruption du Chineyro et paysage actuel avec une forêt de pins des Canaries

Ténérife est potentiellement exposée à de nouvelles éruptions car c'est l'île la plus sismique de l'archipel avec des séismes fréquents de magnitudes faibles et des essaims sismiques répartis sur plusieurs zones. Par la diversité de ses paysages naturels et géologiques, son patrimoine culturel hispanique, elle est une destination de premier plan.

### Les éruptions récentes

En 2011, un volcan sous-marin s'est réveillé à 2 km au sud de l'île de El Hierro, avec une intense activité sismique et des remontées de fluides et de pierres ponceuses. À la fin de cet épisode de 86 jours le sommet du volcan arrive à 86 m sous la surface de la mer.

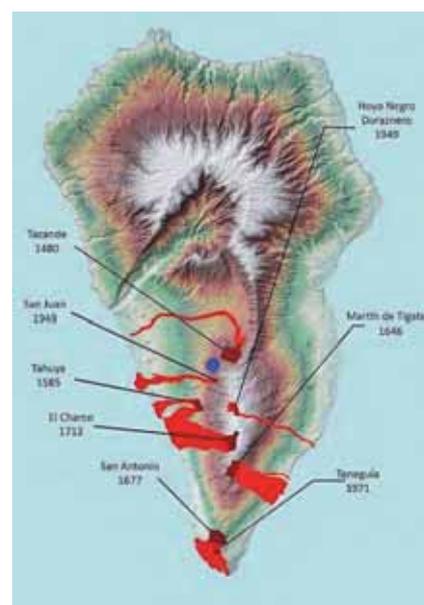
En 2021, une longue phase d'essaims sismiques sous l'île de la Palma au NO de Ténérife a débouché sur la violente éruption du volcan de la Cumbre Vieja situé sur la dorsale de l'île correspondant à un axe de fracture aux nombreuses éruptions historiques. 6 bouches émissives ont craché pendant 3 mois des fontaines de lave spectaculaires, des panaches de cendres et des coulées de lave fluide qui ont rejoint la mer, détruisant au passage une zone habitée : 2 600 maisons et 1 200 ha de plantations. Le volume de lave produit est de 200 M m<sup>3</sup>.



Éruption sous-marine à El Hierro ©



Éruption de la Palma (INVOLCAN droits ©)



Carte montrant la situation des coulées historiques

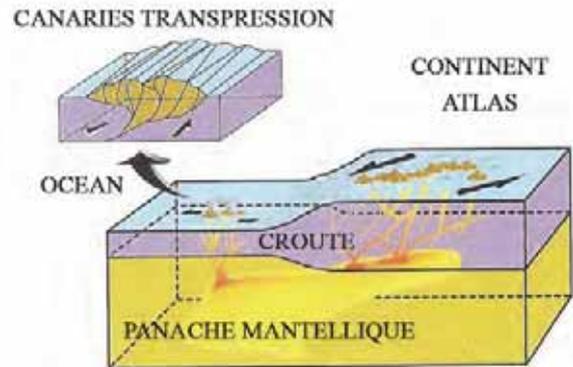
## L'origine du volcanisme des Canaries

L'explication classique de ce volcanisme est celle d'un point chaud. Au commencement des éruptions sous-marines, les Canaries se trouvent au voisinage de la ride médio-océanique de l'Atlantique qui ne mesure que 800 km de large. Au fil du temps elles ont dérivé avec le plancher océanique âgé de 80 Ma, formant la succession d'îles de l'archipel.

L'objection à ce modèle simple est que le volcanisme concerne encore toutes les îles avec une variété de types de laves. Une autre explication repose sur l'existence d'une anomalie thermique isolée dans le manteau supérieur. À la faveur de la fracturation due aux failles

transformantes qui accommodent<sup>1</sup> l'expansion océanique le magma trouve des conduits multiples pour gagner la surface. À une échelle plus large ce système de failles traverse l'Atlas et l'Anti-Atlas pour rejoindre en Méditerranée la grande faille Açores-Gilbratar dont le mouvement senestre est de 4 mm par an et qui est aussi la fracture où s'affrontent les plaques africaine et européenne.

Dans les deux cas la tectonique des plaques reste le vecteur de ce volcanisme.



2.32 Hipótesis sintética sobre el origen de las Canarias. En Anguín y Hernán (2000)

En résumé, les Canaries sont exposées à deux risques majeurs, celui du volcanisme difficilement prévisible pour la protection des biens et des personnes, et également celui du risque d'explosion et d'effondrement de parois de ces volcans surplombant la mer. Ces risques rappellent que nous y sommes également exposés dans le bassin méditerranéen.

Michel Raulet

<sup>1</sup> Terminologie empruntée à l'anglais signifiant *adaptation à l'espace disponible*

## Table des matières

Éditorial.....	2
COMPTES RENDUS DE NOS ACTIVITÉS .....	3
Forum des associations.....	3
Le paléo-cours du Rhône dans le bassin de Pujaut-Rochefort du Gard.....	4
Trois petits pas sur le littoral Varois.....	15
Quelques aspects de la bordure du fossé d'Alès dans le secteur des Fumades et Repas de rentrée .....	29
La meulière de Saint-Quentin-la-Poterie.....	35
A – Les carrières de meules antiques.....	36
B – La carrière de sable du Cénomanien.....	41
Une expérience d'intelligence artificielle et de création d'information en géologie .....	43
De la Croix de Fauvie à Landas .....	44
Assemblée générale.....	51
I - Rapport d'activité .....	51
II - Rapport financier.....	54
Aperçu sur le volcanisme des Canaries.....	56

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

L'AGAR est une association scientifique, qui s'est fixée 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 ; 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'AGAR 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 : 25 €      Couple : 31 €      Étudiants : 16 €

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

AGAR : 6, av. de Clavières — 30319 — Alès cedex ou par mail à [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

Association Géologique d'Alès et de sa Région : 6, avenue de Clavières, 30319 Alès cedex  
Siret 495 342 925 00015

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

Directeur de publication : Jean-Pierre Rolley — Comité de rédaction : JP Bouvier et JP Rolley

Imprimé par : Veoprint • Tour Ellipse • La Défense • 41 avenue Gambetta • 92400 Courbevoie.  
Mars 2024