

SORTIE DE SEPTEMBRE 1998

SOUS LA CONDUITE DE M. A. DE GOËR

VOLCANISME DE LA LIMAGNE DE CLERMONT

La carrière de marno-calcaire, lieu de rendez-vous nous est ouverte par M. de Goër vers 10 heures, et si le fond de l'air est frais le soleil est radieux, il nous accompagnera toute la journée...

Du bord de la carrière nous voyons en regardant vers l'Ouest les sommets de la chaîne des Puys posés sur le plateau granitique et en avant, au pied de la bosse sur laquelle nous sommes, la plaine de Limagne, fossé de 40 km de largeur (Est-Ouest) et de 160 km de longueur (Nord-Sud). Ce fossé a en quelque sorte relayé la sédimentation du fossé du Velay, ce dernier ayant "fonctionné" de l'*Eocène moyen* jusqu'à la base de l'*oligocène* avec le dépôt des calcaires de Ronzon. Le fossé de Limagne quant à lui a été lieu de sédimentation depuis l'*Eocène supérieur* jusqu'au *Miocène* soit à peu près 20 Ma de dépôts ce qui explique les 1 500 m d'épaisseur accumulés dans la région de Riom où ces sédiments atteignent leur épaisseur maximale. A Gandaillat, les couches ne sont déposées que sur 1 000 m d'épaisseur. Des campagnes de prospection pétrolière ont été conduites dans la région jusque dans les années 60, et abandonnées depuis que l'on a compris que l'épaisseur des sédiments était insuffisante pour générer ce produit... Par contre les gisements d'asphalte exploités depuis le XVII^{ème} siècle à Pont-du-Château n'ont été fermés que depuis un quart de siècle. Des forages ont été effectués au niveau du plateau de Cournon, ce plateau qui domine Beaulieu de 50 m environ, a révélé un socle à 350 m plus haut qu'à Beaulieu... Le relief ne traduit pas nécessairement la situation du sous-sol.

La zone plate, palustre a été l'objet de drainages avant même l'époque romaine, c'est une zone de subsidence active avec une sédimentation que l'on peut chiffrer à 1 mm/an. C'est une zone d'extension active avec une sismicité faible. (Au XV^{ème} siècle, il y eut 2 séismes violents générés par des déplacements latéraux...).

Le volcanisme de la chaîne des Puys est relativement récent, les dernières périodes d'activité remontent à environ 6 000 ans (maar du Pavin) 8 000 ans (Pariou). Dans la Limagne, le volcanisme est beaucoup plus ancien, il a commencé il y a 25 Ma et a duré pendant une partie du tertiaire entre -25 et -15 Ma, c'est celui de l'Emblavès qui a pris le relais.

Limagne et chaîne des Puys vus de la carrière de Gandaillat

Du fait de cet âge et des phénomènes d'érosion le volcanisme de Limagne est en inversion de relief, seules les infrastructures sont visibles (côtes de Clermont, Gergovie...) sur le calcaire marneux ; Puy de Crouel (ou Crouelle) = cheminée volcanique (ou plutôt diatrème puisqu'il y a eu projections phréatomagmatiques et

retombées de basalte) occupées par des brèches volcaniques, des pépérites et des intrusions de basalte. En dessous de cette cheminée comme dans la carrière de Gandaillat, il y a des filons d'alimentation.

Le contexte sédimentaire : la carrière de Gandaillat a été exploitée pour - entre autre - fournir des matériaux de remblaiement pour l'autoroute. C'est un ensemble de calcaire marneux où l'on peut observer le passage progressif de marnes plus ou moins gréseuses aux bancs de calcaire avec silex. La silicification est ici liée aux conditions de sédimentation, plus précisément aux conditions climatiques (et non aux phénomènes volcaniques et à la circulation hydrothermale comme en d'autres points de la Limagne). La silice SiO_2 n'est en solution dans l'eau que sous les climats tropicaux où les minéraux silicatés sont altérés, le dépôt se fait au milieu alcalin. On a trouvé des indicateurs climatiques intéressants comme des ossements de rhinocéros amphibie, de crocodiles, de tortues d'échassiers c'est-à-dire des traces d'une faune dont on trouve actuellement des représentants en Afrique.

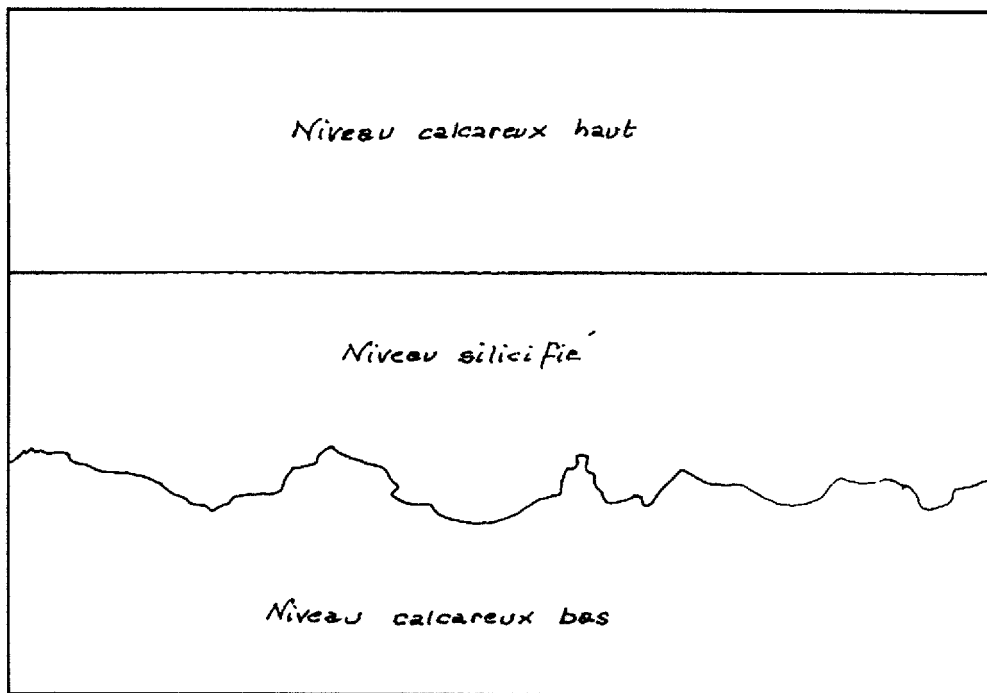


Schéma d'une figure de silicification.

La silicification est faite en tâches avec une croûte siliceuse vers le haut et de la silice diffuse vers le bas. Pour obtenir une croûte siliceuse il faut un climat sub-aride comme aux confins actuels du Sahara. Donc dans cette zone de marécages, avec les phénomènes de subsidence, la hauteur de l'eau pouvait varier avec des possibilités d'émersions temporaires. la flore est constituée essentiellement de graminées, de type roseau et la faune est souvent réduite.

En Limagne, on observe des niveaux avec sel, gypse... cela est à mettre en relation avec une concentration par évaporation et non obligatoirement avec une relation avec la mer..

Certains fossiles (gastéropodes, foraminifères), en général indicateurs de salinité, ne permettent pas de conclure qu'il y ait eu communication avec la mer qui à cette époque était éloignée (rivages à fontainebleau, Agen, Annecy et au-delà du rivage actuel de la Méditerranée...). Et si il y avait communication avec une mer le problème se pose de savoir avec laquelle...

A l'oligocène, le Massif Central était plan, il offrait un paysage assez plat comparable à celui du Massif Armoricaïn ou des Ardennes et des fossés d'effondrement en dessous du niveau 0. Aucun argument décisif ne permet de trancher entre les deux possibilités : communication ou non avec la mer.

Les plantes peuvent être apportées par les oiseaux, pour les foraminifères et les mollusques l'ensemencement est plus délicat à expliquer.

Limnées et planorbes, mollusques pulmonés dulçaquicoles vivent dans une eau peu profonde. Quant aux escargots, ils vivent hors de l'eau mais sur les roseaux... Ceci confirme la présence d'eaux peu profondes et donc la possibilité d'émersions répétées.

Dans les marnes, on observe des niveaux finement lités, qui dégagent une odeur de pétrole quand on écrase, on n'y voit de petits cristaux de gypse brillants. Ces petits lits ont valu le terme de schistes autrefois employé :

shales dans le contexte sédimentaire ou encore *laminites* argilo-calcaires, ou argiles litées, qui diffèrent par la structure mais pas par la composition chimique de ce qui environne. La sédimentation n'est pas un phénomène continu si les conditions ne s'y prêtent pas... Des arrêts de sédimentation peuvent se produire avec un certain rythme qui se traduira dans le sédiment. Quant on s'éloigne de l'Equateur, on a des saisons : la sédimentation se fait en saison humide et cesse en saison sèche : un feuillet correspond donc à une saison. Pourquoi les sédiments ne sont-ils pas toujours laminés ? Le rythme disparaît parce que des végétaux et des animaux détruisent l'organisation : il y a une *bioturbation* ; pour l'essentiel ce sont les animaux qui gomment la structure laminée, il est d'ailleurs possible d'observer dans certains niveaux des traces irrégulières de diamètre constant, que l'on considère comme étant des terriers ou traces d'Annélides (un système racinaire n'a pas un diamètre constant, les racines se divisent en diminuant d'importance). Si il y a des animaux, il y a du dioxygène. Quand il n'y a pas de dioxygène, il n'a pas de vie sur le fond et en milieu réducteur ce qui descend vers le fond n'est pas consommé n'est pas dégradé... les cadavres d'algues se sédimentent et donnent une structure laminée qui sera respectée : *black-shales* : vases noires hydrocarburées avec beaucoup de matière organique et de sulfure de fer.. mais pour passer de matières organiques au pétrole, il faut une température de 120°C pendant assez longtemps, c'est-à-dire à peu près 3 000 m de profondeur (ainsi à Pechelbronn, il y a plus de 3 000 m de sédiments). Vers Riom où l'épaisseur est maximale on atteint 1 500 m de dépôt, la formation de pétrole est donc impossible.

*Au premier plan
stromatolite.
En haut tranche
de sill.*

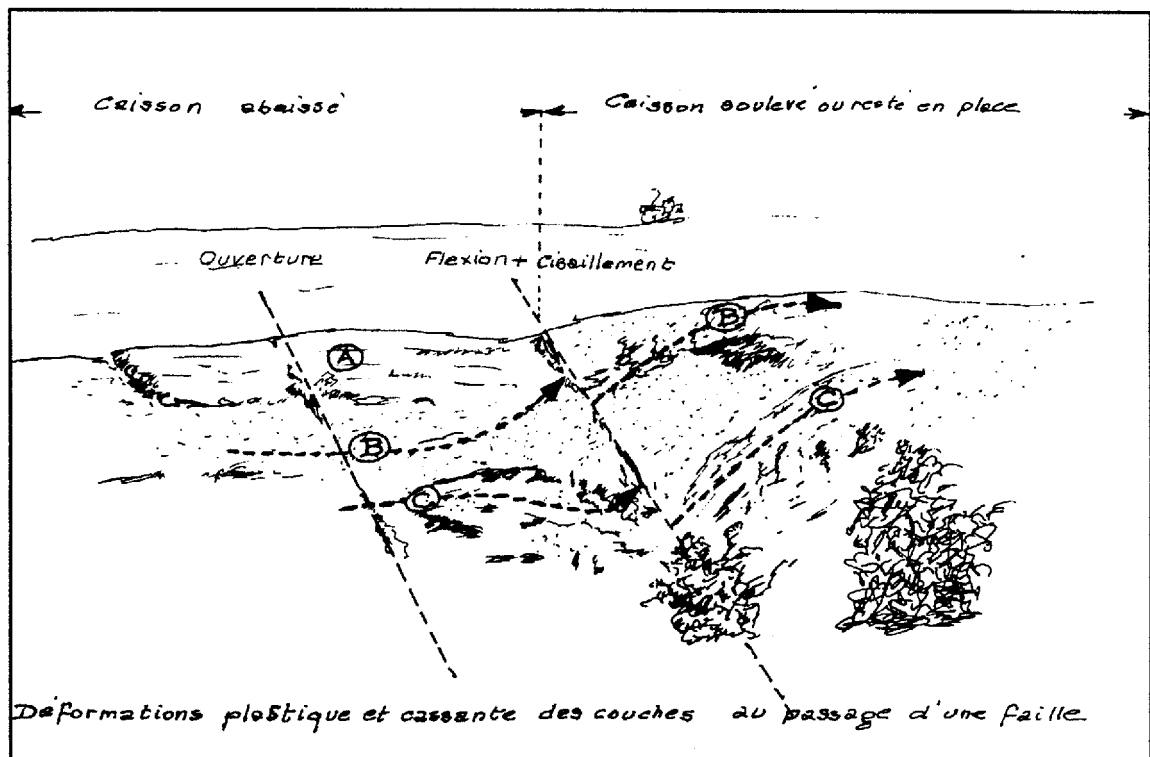
Dans ce milieu où les conditions de vie étaient très difficiles seules les espèces les plus résistantes ont pu coloniser certaines niches écologiques, c'est ainsi que l'on observe des accumulations de *Cypris* (crustacés ostracodes millimétriques), des calcaires en chou-fleurs, les stromatolites, constructions dues à des cyanobactéries vivant dans des milieux très variés (aérobies ou non, au voisinage des icebergs comme dans des sources très chaudes...). Lorsque les conditions de vie sont faciles ces cyanobactéries se font consommer par les êtres vivants concurrents, mais quand les conditions deviennent difficiles la concurrence disparaît et les produits de leur activité se fossilise. Ici, il y a du Ca CO_3 et peu d' O_2 les cyanobactéries constituent un voile algaire responsable

de l'édification de trottoir de stromatolites, c'est l'activité photosynthétique qui provoque la précipitation de CaCO_3 .

Du sommet de l'oligocène à la base du miocène les stromatolites sont abondants, or au même moment la sédimentation est très active sur tout l'Europe : pourquoi cette originalité de la région de Clermont-Ferrand ? On peut en avoir une idée en comparant avec le rift Est-africain : sédimentation + volcanisme + sources minérales hydrogazeuses, des arrivées importantes de CO_2 ont permis un développement important des stromatolites, les espèces concurrentes ayant disparu. Ces stromatolites par la suite se sont comportées vis à vis de la matière organique comme de véritables éponges elles ont pompé le bitume, il se produit le même phénomène dans les graviers grossiers.

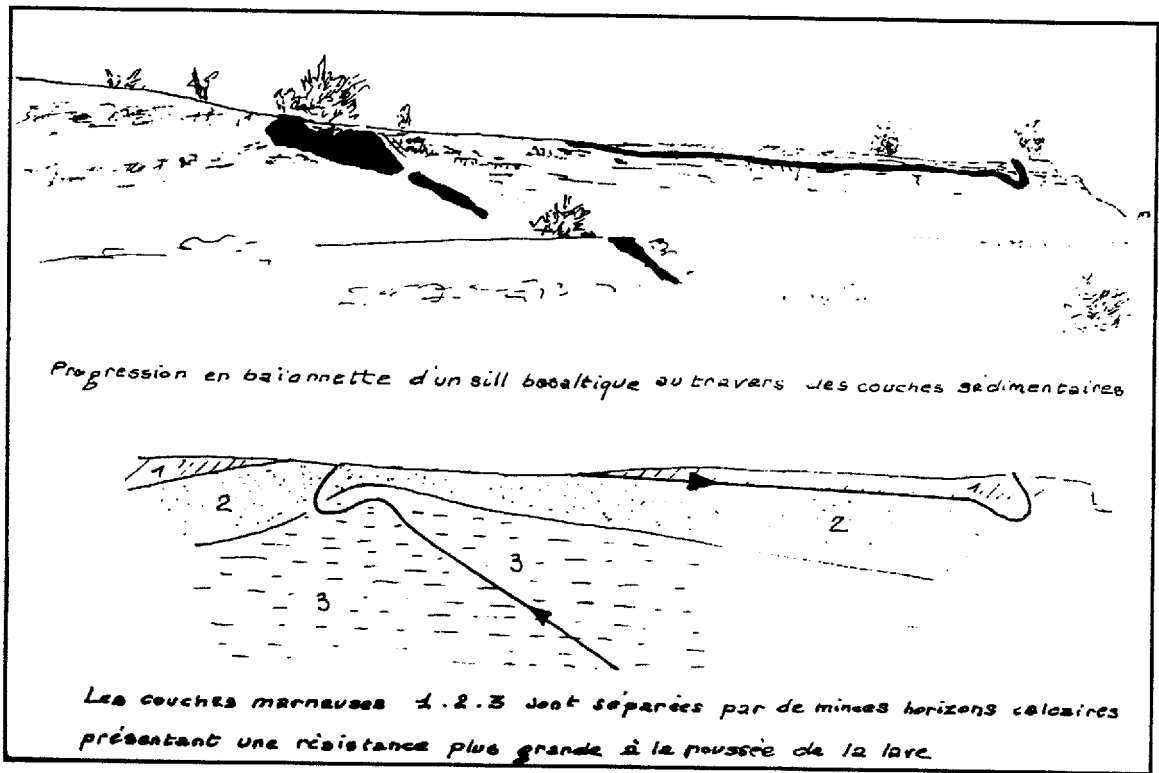
Le bitume a été exploité dès Louis XIV (M^{me} de Sévigné prenait les eaux bitumineuses en Auvergne, les goudrons sont bactéricides...). L'asphalte était utilisée pour le calfatage des bateaux et le Grand Turc - fournisseur d'asphalte - étant en froid avec Louis XIV, on fit exploiter (et cela dura jusqu'en 1970) la "mine du roi". Le bitume était utilisé, ces dernières années pour fabriquer un carrelage très élastique, destiné à des ateliers industriels, une céramique ordinaire est trop rigide et se casse lorsque des pièces métalliques lui tombent dessus... de plus ce sol n'est pas glissant même en présence d'huile...

Dans la carrière de Gandaillat, on observe des failles qui traduisent bien des phénomènes tectoniques plus "larges". Des failles qui traduisent une extension, puisque le fossé de Limagne peut être inclus dans une zone de rifting allant de Barcelone à Prague et Amsterdam... une réplique de la dorsale médio-atlantique (après que se soit fermé l'océan alpin dès le crétacé).



NB : une grosse pluie permet de conserver un paléosol argileux (pingo) présentant des figures de dessiccation (indication d'une période d'émersion).

Dans la carrière un filon de basalte, il s'agit d'une brèche avec un ciment siliceux d'origine hydrothermale : le magma a rencontré lors de son ascension de l'eau circulante ce qui a généré des billes de basalte par un phénomène de trempe, ensuite la circulation d'eaux thermales dans ce filon fracturé permet la cimentation des billes de basalte par un dépôt de silice, ce filon constitue "la racine" d'un appareil phréatomatique de type maar, ce volcanisme dans un terrain sédimentaire est responsable de fracturations multiples. Ce filon présente des profils en baïonnettes, on peut le suivre de Clermont-Ferrand au plateau de Cournon sur 5 km. Le magma monte par des plans, à la jonction de deux plans il donne une cheminée, l'ascension du basalte peut être bloquée par la forme des couches sédimentaires et la lave s'échappe en donnant un sill.



Ascension de la lave bloquée par les sédiments.

PUY DE CROUELLE

A quelques kilomètres de la carrière de Gandaillat en direction de Clermont et visible d'ailleurs depuis cette carrière, le Puy de Crouelle constitue un appareil phréatomagmatique de nature pépéritique. L'érosion des sédiments de couverture en a mis à jour le diatrème dont la disposition centroclinale des couches se révèle au cours de l'ascension.

La genèse des pépérites postérieure en tout état de cause à la sédimentation et non synchrone ou suivant de près celle-ci dans un matériau encore non induré relève d'un volcanisme phréatomagmatique de type

intermédiaire entre le type maar et le type sturseyen (dynamisme d'explosion moyen avec production de vapeur s'exerçant sur des matériaux d'une résistance mécanique variable mais généralement beaucoup moins que ne le sont les matériaux cristallins.

Au cours de l'ascension, nous avons pu remarquer des figures d'érosion éolienne face au vent dominant (Ouest) sur les strates de dureté différente, ainsi que des condensats de bitume qui ne sont produits probablement au moment des montées de vapeur.

Physiquement cet appareil se situe par rapport à la couverture sédimentaire initiale plus haut que les sills et filons traversant les marno calcaires de la carrière précédente.

GERGOVIE

Si l'appareil du Puy de Crouelle est simple, celui de Gergovie traduit un système complexe de plusieurs sources interférentes et polyphasées.

En commençant par la base, un peu au-dessus du niveau du village l'érosion a mis à jour des sills basaltiques refroidis à sec au contact des sédiments calcaires par le seul jeu d'un gradient thermique important entre l'encaissant et la lave.

Le niveau d'intrusion se trouve en effet au-dessous des nappes phréatiques. L'effet de refroidissement relativement brusque et de l'échange calorifique se traduit d'une part par la dessiccation du calcaire qui subit en quelque sorte un recuit et par une trempée de la lave du sill donnant à la roche une texture de tachylite. Les zones ainsi altérées à partir du contact intéressent une épaisseur de quelques centimètres. C'est en quelque sorte un début de thermo-métamorphisme.

Plusieurs niveaux de digitation sont observables.

En s'élevant on atteint un niveau phréatique se traduisant par des explosions avec des témoins pépéritiques. Il semble que comme dans la plupart des émissions phréatomagmatiques le fonctionnement soit rythmique et donne lieu à une stratification à granulométrie variable. On constate également une déformation souple des calcaires encaissants constituant l'enveloppe immédiate du diatrème.

Nous poursuivons en voiture jusqu'au sommet du plateau, occupé par une coulée de basalte en inversion de relief provenant d'un strombolien dont le point d'émission est légèrement à l'Ouest et qui correspond à la dernière phase d'activité de ce volcan.

Nous bénéficions pour finir d'une "journée portes ouvertes" pour visiter le musée et voir une animation vidéo faisant l'historique de ce volcan.