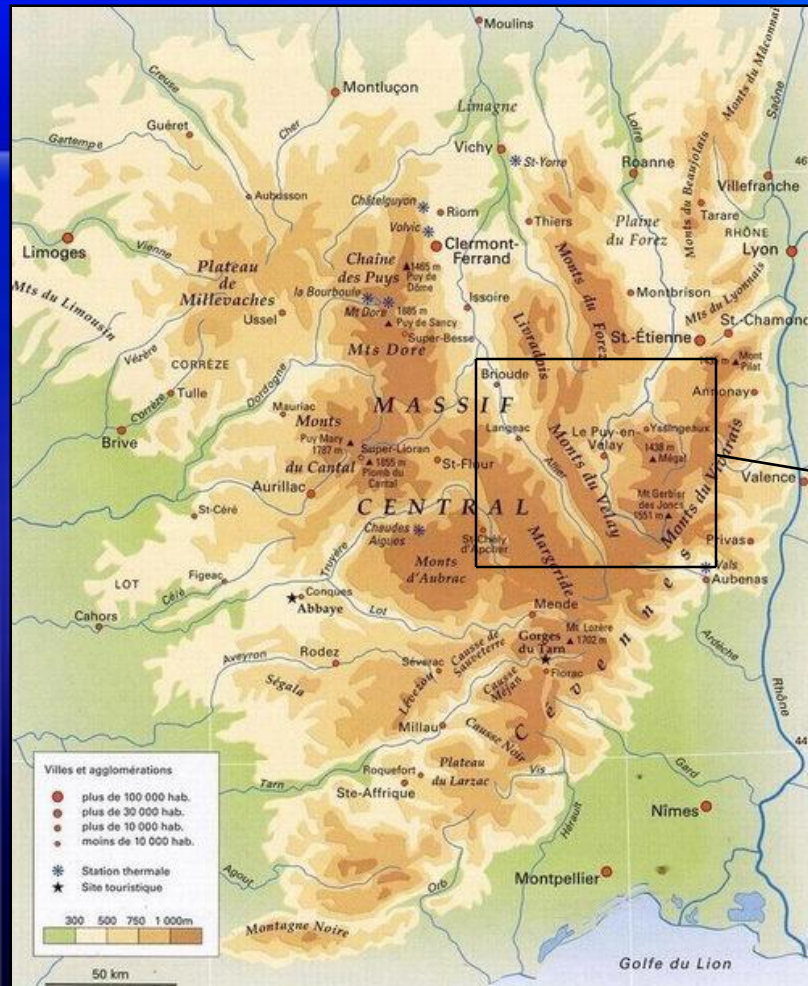


Le volcanisme du Velay

d'après une excursion géologique en Auvergne réalisée du 18 au 23 octobre 2015
par Bernard Marandet et Marie-Louise Gavignet

Le Velay en Haute-Loire



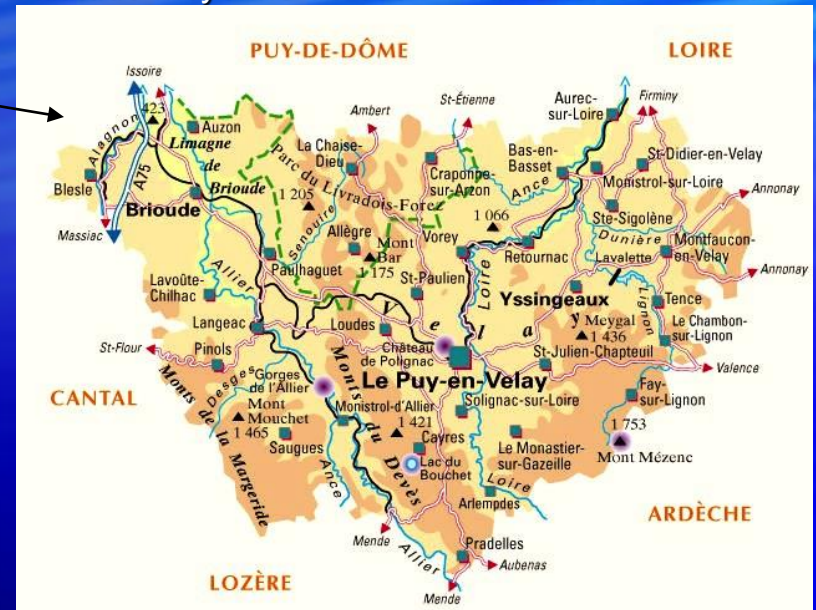
Carte topographique simplifiée du Massif Central

Le pays du Velay forme avec le Vivarais l'est du Massif Central, entre la vallée de l'Allier à l'ouest et la ligne de partage des eaux de la Loire et du Rhône à l'est; il est centré sur le département de la Haute-Loire.

Son relief montagneux est composé de trois grands massifs:

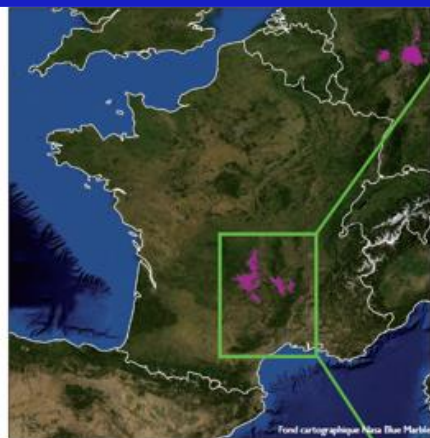
- les Monts du Devès (1421 m) à l'ouest
- les massifs du Meygal (1436 m) et du Mézenc (1753 m) à l'est, ce dernier limitrophe avec le Haut Vivarais

L'altitude moyenne de ces « hautes terres » est de 800m



Carte de la Haute-Loire

Les provinces volcaniques du Massif Central



Principales provinces du volcanisme alcalin du Massif Central
(Ages en Millions d'années)

- | | |
|---|---|
| 1 - Chaîne de la Sioule (5 à 1 Ma) | 8 - Causses (14 à 2 Ma) |
| 2 - Chaîne des Puy (150 000 à 3500 ans) | 9 - Forez (15 à 13 Ma) |
| 3 - Limagne (15 à 2 Ma) | 10 - Devès (2,7 à 0,6 Ma) |
| 4 - Mont Dore (2,5 à 0,2 Ma) | 11 - Velay 14 à 1 Ma) |
| 5 - Cézallier (8 à 3 Ma) | 12 - Vivarais (35 000 à 10 000 ans) |
| 6 - Cantal (11 à 3 Ma) | 13 - Coirons (8 à 5,5 Ma) |
| 7 - Aubrac (9 à 6 Ma) | 14 - Escandorgue-
Languedoc (3,5 à 0,8 Ma) |

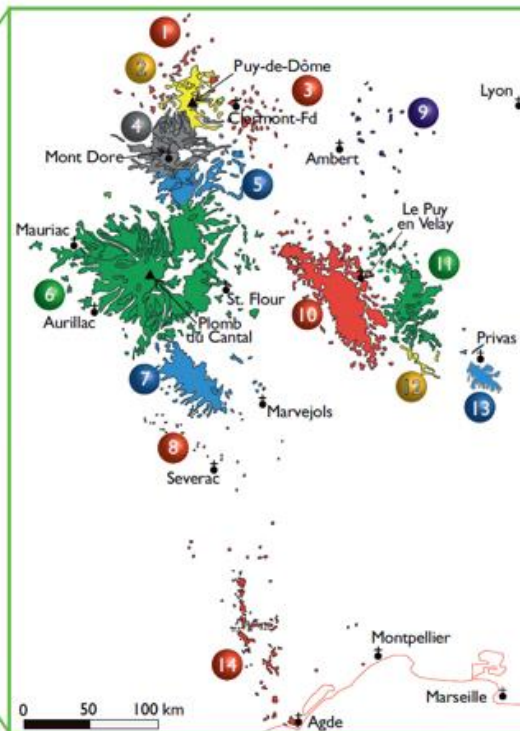
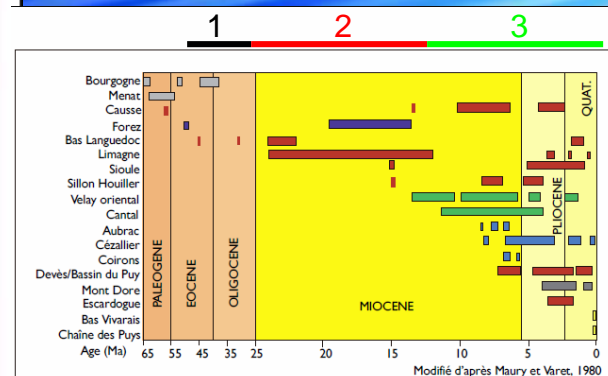


Figure d'après Nehlig P. et Traineau H. (1998)



Âges des principaux ensembles volcaniques du Massif central

1 Phase de rifting. Subsidence et remplissage sédimentaire des bassins d'effondrement (Limagne)

2 Volcanisme post-rift localisé dans les bassins d'effondrement (Limagne)

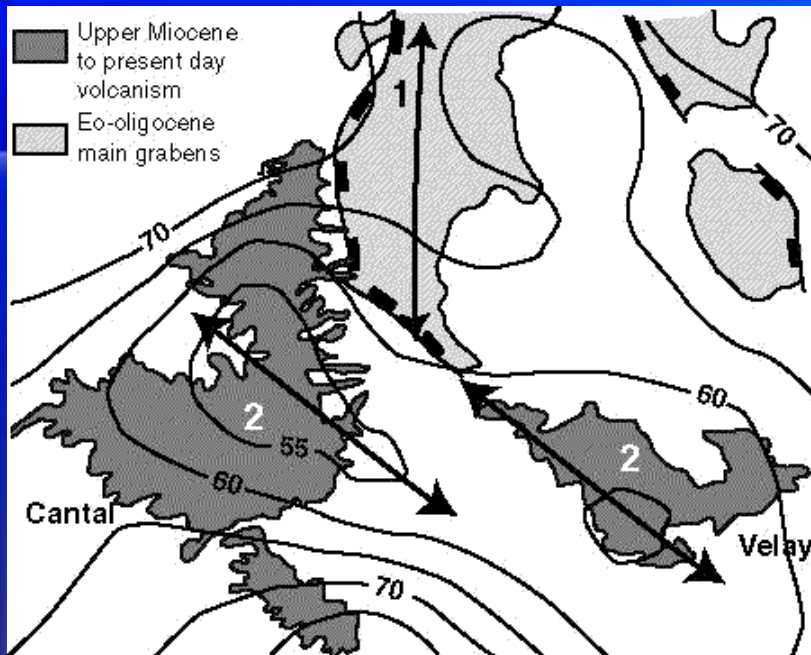
3 Volcanisme majeur (Velay, Cantal)

De l'Oligocène supérieur à l'Holocène, le Massif Central a connu deux grands épisodes magmatiques:

- Un épisode post-rift (24 à 12 Ma) qui s'exprime essentiellement au nord (Limagne) où il est associé à un fort amincissement crustal (25% max). Le volcanisme est alors absent dans la partie sud où l'amincissement crustal est négligeable;
- Un épisode majeur (14 Ma à moins de 10 000 ans) qui met en place les grandes provinces magmatiques (Velay oriental, Devès, Cantal, Monts Dore...) au sud. Cette phase volcanique majeure est contemporaine d'un soulèvement général avec deux pics de paroxysme à 9-6 Ma et 3,5-0,5 Ma

Le volcanisme le plus récent est localisé dans le Vivarais (35 000 à 10 000 ans) et la Chaîne des Puy (150 000 à 3 500 ans) les dernières éruptions étant datées de 7 000 ans BC (Groupe du Pavin)

Les origines possibles du volcanisme majeur



1. Au Nord. Volcanisme post-rift associé à un amincissement crustal N-S et à une extension E-O
2. Au Sud. Volcanisme majeur associé à un amincissement du manteau lithosphérique d'orientation N135E et par suite à une remontée du manteau asthénosphérique chaud constituant une anomalie thermique de même orientation

L'amincissement du manteau lithosphérique serait la conséquence:

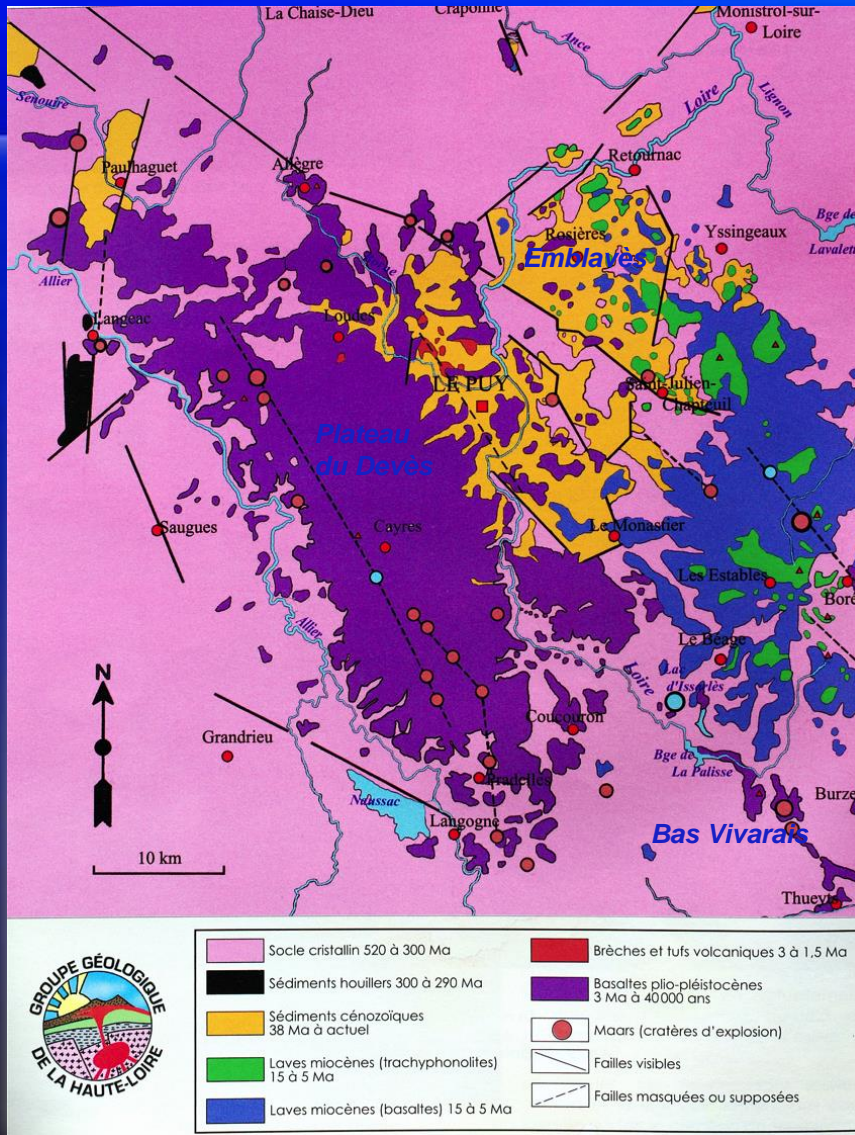
- soit d'une érosion thermique à la base de la lithosphère due au flux asthénosphérique engendré par l'enfoncement de la racine lithosphérique alpine à l'Eo-Oligocène (d'après Laurent Michon Thèse Univ. Clermont-Ferrand)
- soit à la montée d'un diapir asthénosphérique (d'après Pierre Thomas ENS Lyon)

*Topographie de la limite lithosphère/asthénosphère sous le Massif Central
(d'après Olivier Merle Université de Clermont-Ferrand)*

A l'aplomb des régions où s'est produite la phase volcanique majeure (Cantal, Devès, Velay oriental, Monts Dore...) au Miocène supérieur, les mesures géophysiques mettent en évidence un amincissement important du manteau lithosphérique, de l'ordre de 50 à 60%, ainsi qu'une anomalie thermique caractérisée par de plus faibles vitesses sismiques (- 2,5%) indiquant un manteau plus chaud que la normale d'environ +150 à +200° C à 270 km de profondeur. Il ne s'agit pas d'un panache de manteau mais d'une anomalie très localisée, d'un diamètre de l'ordre de 200 km au maximum.

Notons que les profondeurs de fusion partielle sont estimées à environ 50-80 km sous le Cantal et 60-90 km sous le Velay

Les grands ensembles éruptifs du Velay



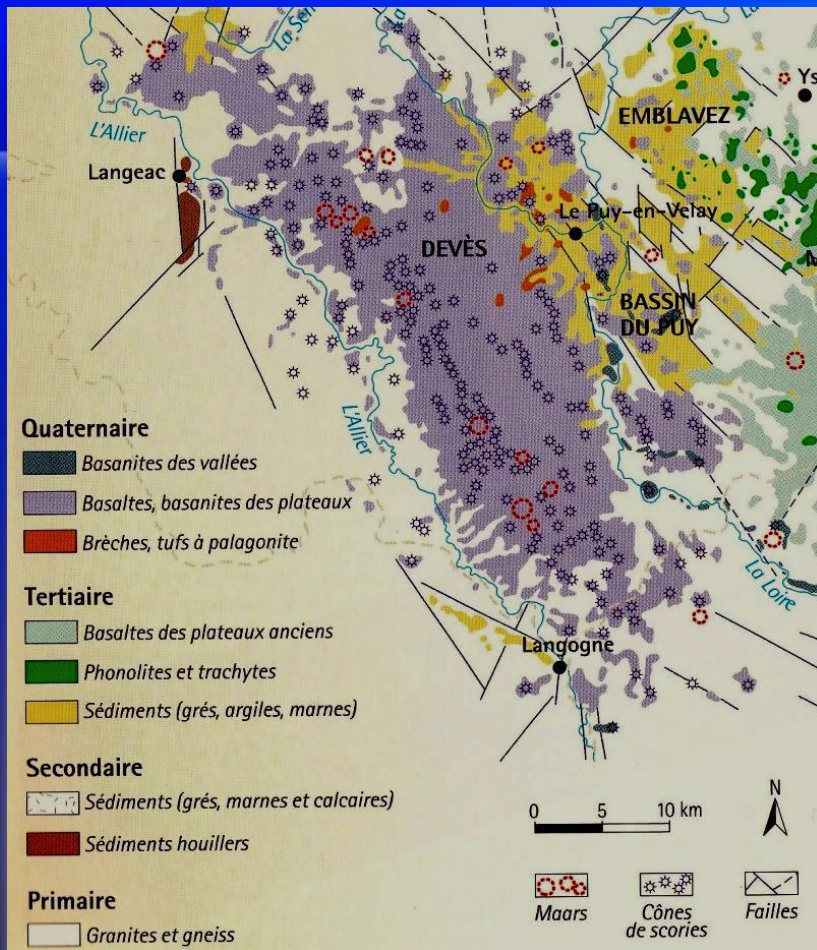
On distingue deux grands ensembles de volcans:

- à l'ouest, le plateau basaltique du Devès couvre plus de 600km² entre le cours supérieur de la Loire et le Haut-Allier; il s'étend sur 60 à 70 km du NO au SE, à une altitude moyenne de 1000 à 1100 m culminant au Mont Devès (1421 m). Le volcanisme de type fissural et alcalin s'est manifesté principalement par une activité du type strombolien et dans une moindre mesure par une activité phréatomagmatique. Les cônes de scories, les maars et les dykes y sont souvent alignés (orientation N140 à N160). Les laves sont des basaltes alcalins très fluides et pauvres en silice; elles sont datées, pour les plus anciennes, à 6 Ma mais l'essentiel de l'activité volcanique s'est produit entre 3,5 et 0,6 Ma avec deux paroxysmes éruptifs nets datés à 1 et 2 Ma. La durée des événements éruptifs pour cet ensemble de 330 volcans ne dépasserait donc pas 3 Ma.

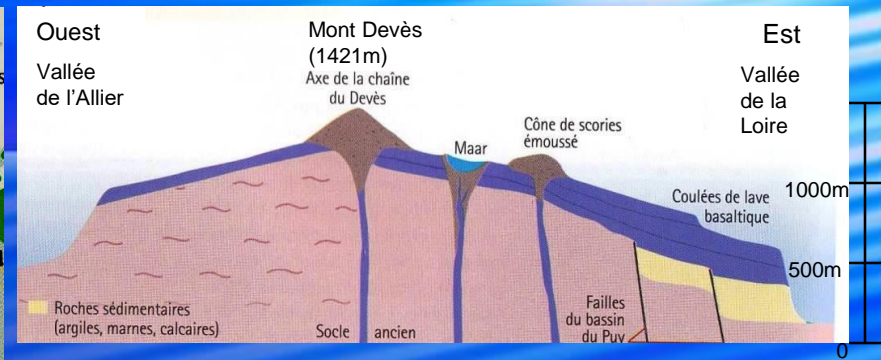
- à l'est, une chaîne de volcans basaltiques à phonolitiques mio-pliocènes étale sur 55 km plus de 180 points de sortie de laves différenciées dont une centaine d'extrusions (dômes). On y distingue deux zones effondrées, l'Emblavès au N-O et les Boutières au S-E où la chronologie des activités éruptives (15 à 10 Ma au N-O et 8 à 6 Ma au S-E) ainsi que les types de laves sont différents.

Cet ensemble vellave oriental présente un grand axe d'alignement principal N135; il se prolonge vers le S-E par les volcans du Bas Vivarais qui sont d'âge Pléistocène récent (3 épisodes distincts datés à 166 000, 79 000 et 48 000 ans BP)

Le Devès: un plateau parsemé de volcans



Carte simplifiée du Devès montrant l'alignement des cônes stromboliens et des maars (extrait de « *Le volcanisme en Auvergne* » Ed. Chamina)



Coupe géologique simplifiée du Devès (extrait de « *Le volcanisme en Auvergne* » Ed. Chamina)

Les versants du plateau du Devès sont dissymétriques, de part et d'autre d'une ligne de crête dessinée par de multiples cônes de scories alignés sur un axe NO-SE et parsemée de maars. Sa surface décroît graduellement en altitude d'ouest en est avec:

- du côté de l'Allier (ouest), un versant plus abrupt où les coulées de lave ont cascadié dans d'étroits ravins avant de s'accumuler dans le lit de la rivière ou de certains de ses affluents;
- du côté de la Loire au contraire (est), une pente plus douce, constituée d'un empilement de coulées sur des épaisseurs parfois importantes (jusqu'à 130m), d'où émergent de nombreux cônes de scories.

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

1. Le Mont Briançon, un cône strombolien

Lieu: **Plateau du Devès.**
Carrière du Mont Briançon
(1041m). Route D590 de
Langeac au Puy (43)



Le pendage d'érosion est plus faible que le pendage des dépôts pyroclastiques



Scorie vacuolaire



Lapilli



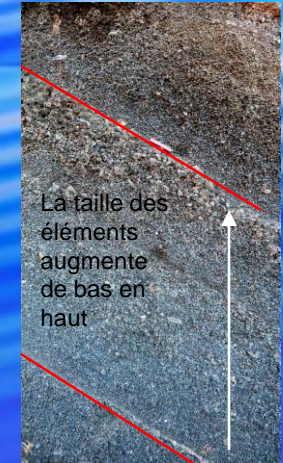
Basalte à nodules de péridotite



Bombe volcanique à cœur de péridotite



Olivine altérée en iddingsite



La taille des éléments augmente de bas en haut

Granoclasement inverse dans chacun des dépôts successifs. Un cône strombolien est structuré comme un tas de sable.

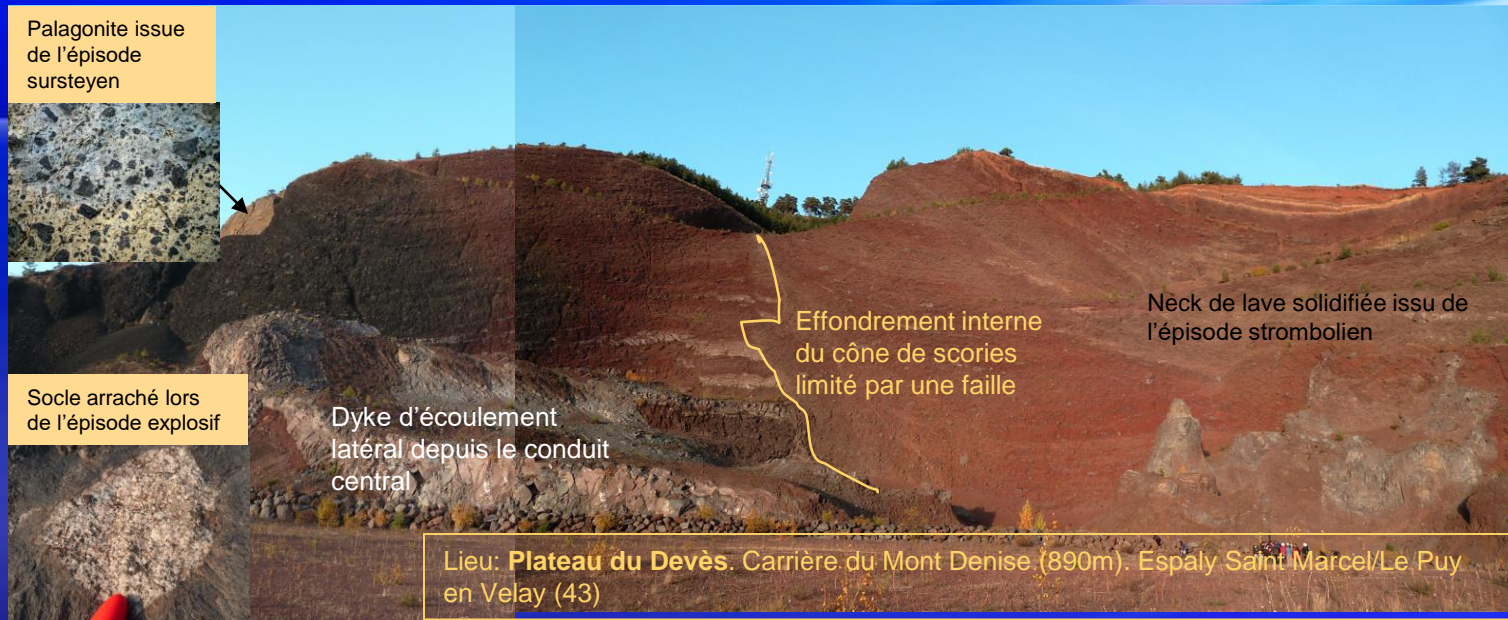


Iddingsite

La carrière du Mont Briançon entame le flanc du cône de scories d'un ancien volcan strombolien (1,9 Ma)

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

2. Le Mont Denise, une histoire en plusieurs épisodes



L'appareil s'est construit en trois épisodes successifs:

- au Plio-Pléistocène, un volcanisme de type sursteyen dans un contexte fluvio-lacustre subsident ayant conduit à la formation d'un anneau de tufs à palagonite
- un volcanisme explosif plus tardif de type phréatomagmatique ayant laissé des dépôts de tufs à maar discordants sur le sursteyen ainsi qu'à la formation d'un cratère d'explosion, enfin
- au Pléistocène (1Ma) un volcanisme strombolien effusif dont les scories ont recouvert l'ensemble

Le Mont Denise résulte ainsi de l'accumulation des projections volcaniques héritées de ces trois épisodes: Sursteyen, Maar, Strombolien (SMS)

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

3. Le Mont Bar et sa tourbière



Lieu: **Plateau du Devès**. Mont Bar (1175m). Allègre (43)



Le Mont Bar vu d'avion et son cratère central devenu une tourbière. Derrière, le village d'Allègre.



La tourbière du Mont Bar

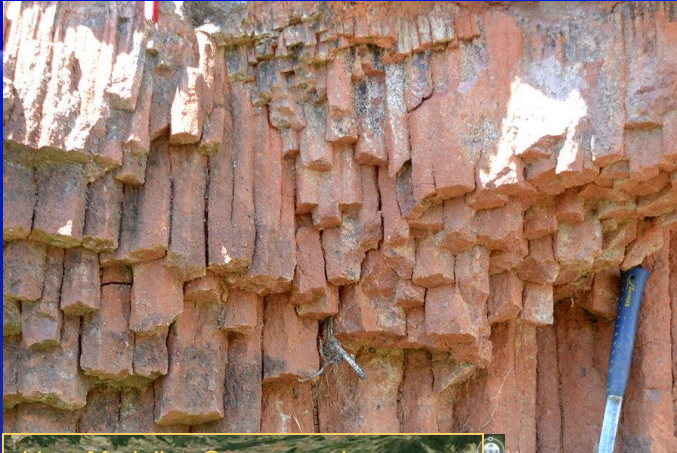


Carrière de pouzzolane au flanc SE du Mont Bar

Ce cône strombolien tronqué abrite en son cratère une cuvette autrefois occupée par un lac. Après drainage en 1821, ce lac est devenu une tourbière aujourd'hui en voie d'assèchement, faute d'entretien. Le cratère a été colmaté par des argiles provenant de l'altération des basaltes et sous l'action des fumerolles. La dernière éruption du volcan est datée à 790 000 ans.

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

4. Marjallat, des argiles cuites à la base d'une coulée



Lieu: Marjallat. Commune de
Mazeyrat d'Allier (43)



Des alluvions de fond de vallée riches en argiles sableuses ont été recouvertes par une coulée de lave; elles ont subi un *thermo-métamorphisme* de contact et pris cette couleur rouge brique par cuisson (rubéfaction). Lors du refroidissement, les argiles se sont déshydratées. L'assèchement s'est accompagné d'une certaine rétraction ayant conduit à la formation d'un réseau de prismes hexagonaux. A noter que la dimension des prismes augmente par coalescence au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la base de la coulée.

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

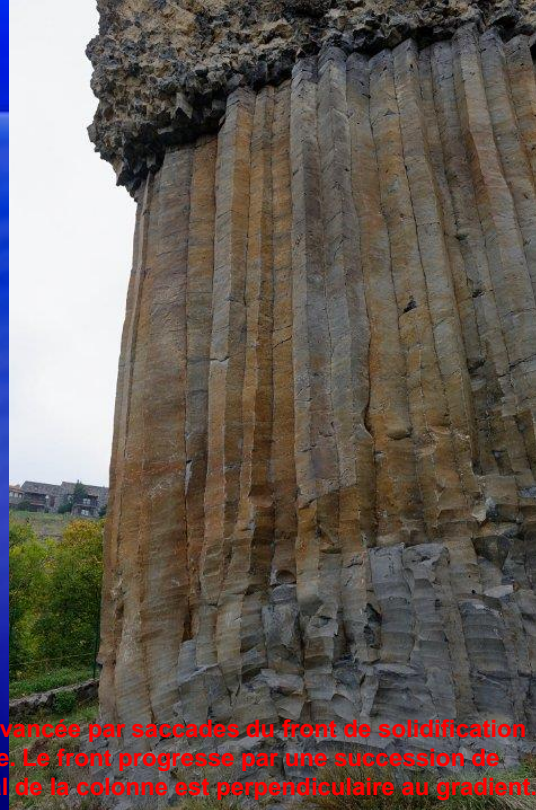
5. Chilhac et ses orgues prismatiques



Lieu: Chilhac (43) Vallée de l'Allier



Stries à la base des colonnes marquant l'avancée par saccades du front de solidification avec le déplacement du gradient thermique. Le front progresse par une succession de propagation rapide et d'arrêt. L'axe vertical de la colonne est perpendiculaire au gradient.



Débit en boules des basaltes par désagrégation physique et altération chimique

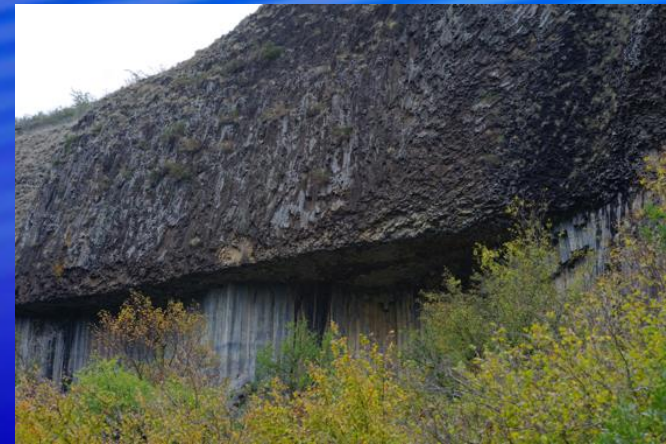
Le village de Chilhac est perché sur une coulée basaltique au-dessus de l'Allier. Cette coulée a la structure typique des coulées de vallée avec des colonnes prismatiques supportant un entablement composé de « faux prismes » enchevêtrés.

En arrivant dans la vallée, la coulée aurait formé un barrage puis un lac qui aurait ensuite débordé. Alors que sa partie basse refroidissait lentement avec un gradient thermique faible au contact du sol, sa partie supérieure au contraire était submergée et refroidissait très rapidement de façon désordonnée, empêchant ainsi une prismation régulière.

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

6. De Chanteuges à Prades, des coulées de vallée

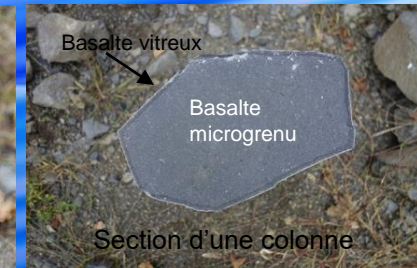
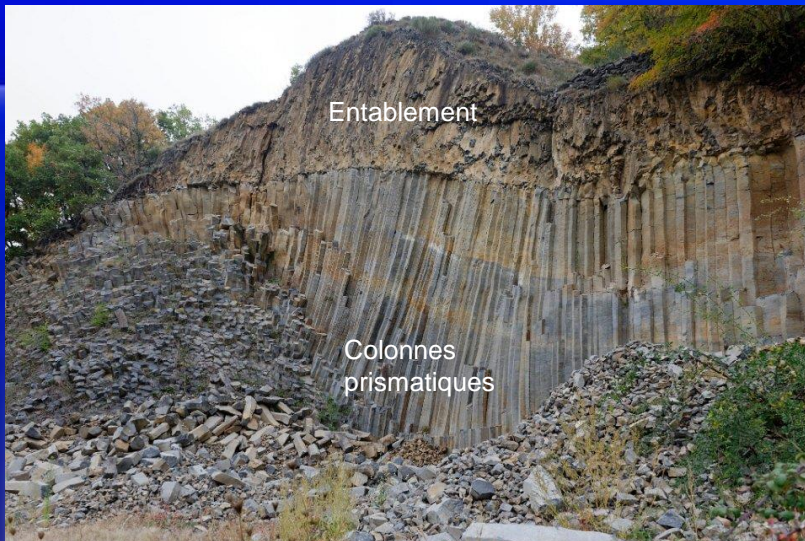
Lieu: Vallée de l'Allier D
48 entre Chanteuges et
Prades(43)



Ces coulées, émises sur le plateau du Devès, se sont épanchées jusque dans la vallée de l'Allier où elles ont reposé sur des alluvions du lit de la rivière. Trois coulées se superposent ainsi entre Chanteuges et Prades, (datées à 2,7, 1,2 et 0,94 Ma) chacune reposant sur les alluvions du lit d'un paleo Allier.

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

7. StArcons d'Allier, des prismes pour le pavage



Lieu: Vallée de l'Allier. Carrière de St Arcons d'Allier (43)



Les colonnes prismatiques extraites de cette carrière sont destinées à la fabrication de dalles polygonales pour le pavage.

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

8. Prades, un ensemble de plusieurs coulées



Sous la coulée, les vestiges d'un épisode phréatomagmatique



Lieu: Prades (43). Vallée de l'Allier



Granite de la Margeride à grands feldspaths orthose dans le substrat palagonitique des coulées basaltiques

Plusieurs coulées de vallée à colonnes prismatiques et entablement se superposent ici pour former la Roche Servière.

L'ensemble repose sur un substrat palagonitique composé de produits volcaniques indurés contenant des éléments de socle, vestige d'un épisode phréatomagmatique précédant la mise en place des coulées basaltiques.

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

9. Carrière de Nolhac, des basaltes en boules



Lièu: Nolhac- Hameau de StPaulien (43)
D906 au NNO du Puy en Velay



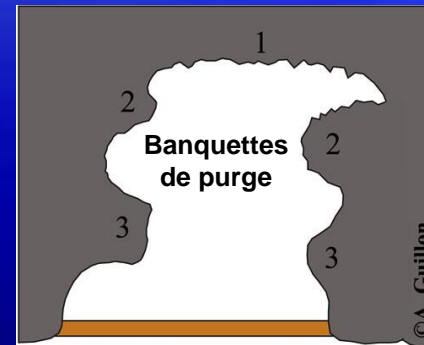
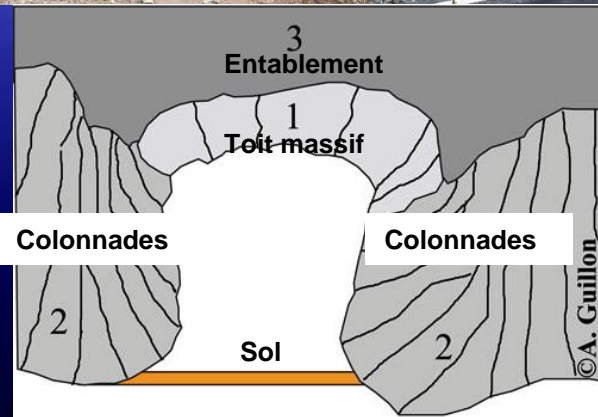
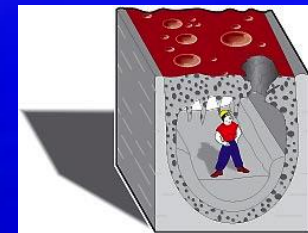
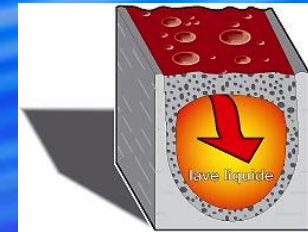
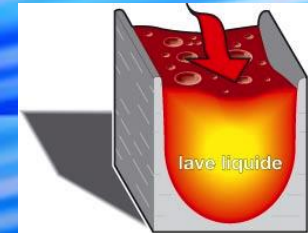
Débit d'une colonne en
« gousse de petits pois »

Les granites ne sont pas les seules roches à prendre la forme de boules. Les basaltes aussi, comme d'ailleurs toutes les roches silicatées en l'absence de structuration interne (schistosité par exemple) Cette morphologie est généralement attribuée à une altération mais il est également possible qu'elle soit en relation avec une distribution radiale des contraintes thermiques au refroidissement du basalte. Le débat est ouvert...



Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

10. Monistrol d'Allier, un tunnel de lave



Ce tunnel s'est formé à la base de puissantes coulées de basaltes alcalins très fluides qui, depuis une source d'émission sur plateau du Devès, ont rempli une ancienne vallée sur une épaisseur de 50 à 100m. Les laves sont datées du Villafranchien (2,7 Ma).

Le volcanisme basaltique: appareils et coulées

11. Le rocher de Queyrières, un ancien culot de basalte



Colonnes prismatiques disposées « en gerbe », de l'horizontale à la verticale

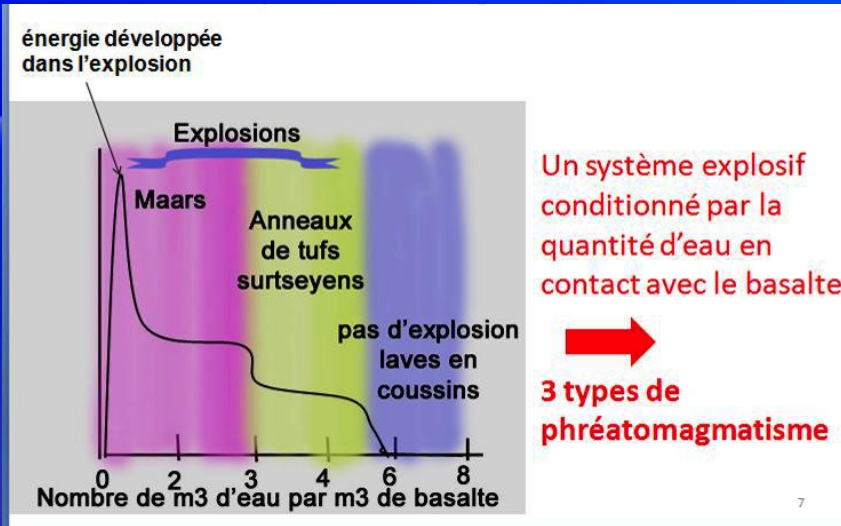
Seconde génération de colonnes vues en section sur un mur vertical au centre du culot

Première génération de colonnes « à plat » qui forment une terrasse autour de l'édifice (le « chemin de ronde »)

Le village de Queyrières s'adosse au vestige d'une ancienne cheminée volcanique (11,2 Ma) dégagée par l'érosion dont la structure actuelle serait le résultat des événements suivants:

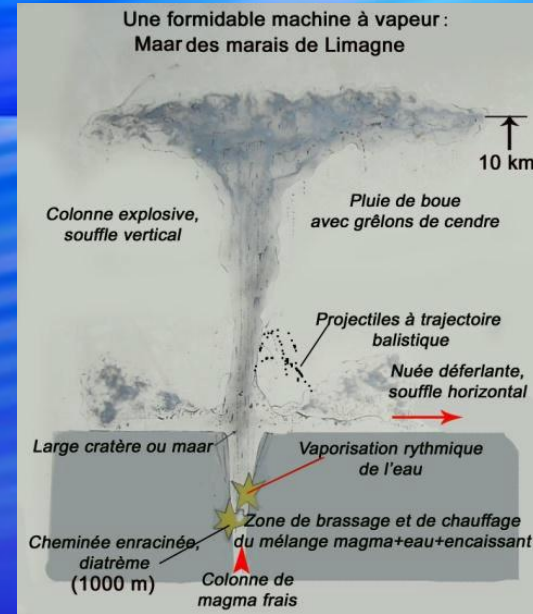
- début de prismation radiale à partir des parois verticales d'une première cheminée remplie de magma puis arrêt prolongé de l'alimentation en magma pendant une longue durée;
- nouvelle éruption ayant pour effet d'expulser le premier magma encore liquide dans la partie centrale et de la remplacer par du magma « frais »;
- l'activité volcanique ayant cessé cette fois-ci définitivement, le nouveau magma présent au centre de la cheminée se solidifie complètement pour former le mur de colonnes prismées visibles en section au niveau de la plate-forme qui court autour de l'édifice.

Le volcanisme phréatomagmatique ou la rencontre de l'eau et du feu



La mise en contact d'une lave avec l'eau peut donner lieu à trois régimes différents selon le volume d'eau en présence:

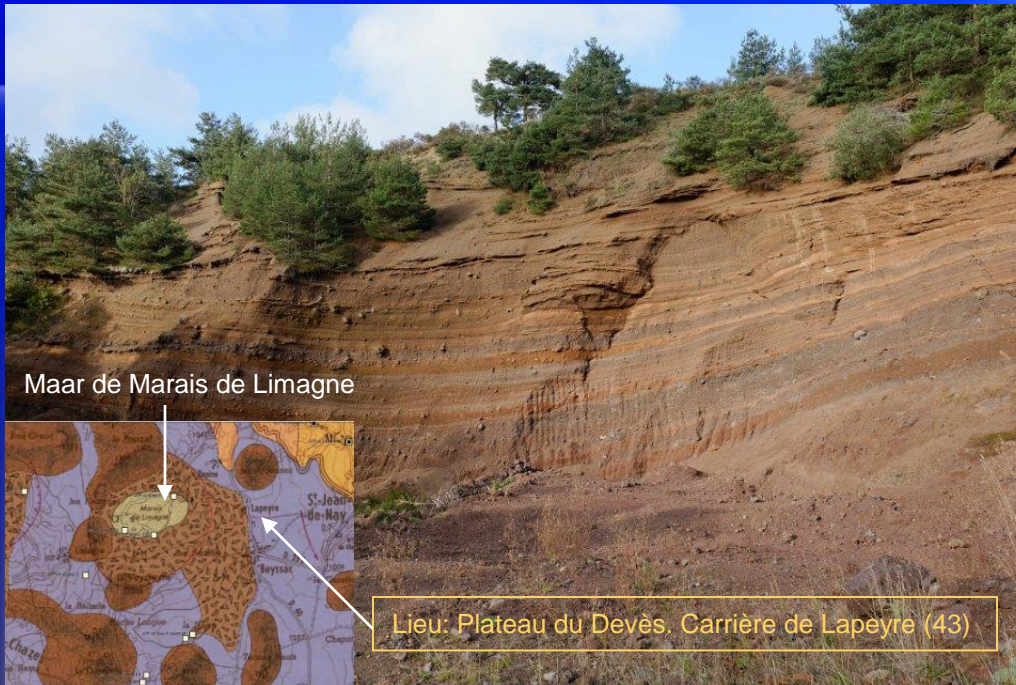
- deux régimes explosifs, l'un de type *maar*, le plus violent, est dû le plus souvent à la rencontre en profondeur du magma avec une nappe phréatique, l'autre de type *surtseyen* est spécifique à la rencontre du magma avec un volume d'eau plus important tel que lac, mer ou océan
- un régime non explosif tel qu'il existe aux rides médio-océaniques (laves en coussin) ou dans un environnement sous-glaciaire



Une explosion phréatomagmatique de type maar expulse toutes sortes de débris sous forme d'une nuée montante à la verticale ou déferlante à l'horizontale (cendres, scories, lapillis, brèches de socle, bombes de basalte etc). En retombant, ces débris forment un anneau autour du cratère. Celui-ci s'élargit à chacune des explosions successives, tandis que la cheminée se comble de brèches volcaniques en constituant un *diatrème*. Dans le cratère d'explosion en forme de cuvette s'installe un lac puis un marais comme à Marais de Limagne.

L'hydrovolcanisme

1. Marais de Limagne, observatoire du phréatomagmatisme




La carrière de Lapeyre est ouverte dans les projections consolidées qui entourent le maar du Marais de Limagne; elle permet d'observer en coupe une succession de dépôts pyroclastiques correspondant chacun à une violente explosion phréatomagmatique. Le souffle de chaque explosion provoque, d'une part une déferlante basale qui emporte les particules à l'horizontale et dépose les produits de façon chaotique en anneau autour du cratère, d'autre part une colonne verticale chargée de particules de toutes tailles, les plus grosses qui retombent très vite et sont reprises par la déferlante basale, les plus fines qui peuvent s'élever jusqu' à plusieurs milliers de mètres et retombent ensuite.

L'hydrovolcanisme

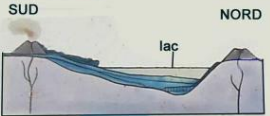
2. Marais de Limagne, l'histoire d'un volcan SMS

Marais de Limagne
Séquences 1 et 2

① Avant le volcanisme, la région était déjà en position haute entre le bassin du Puy en Velay et le bassin de Langeac. Il est probable qu'un cours d'eau existait à la place du marais de Limagne.



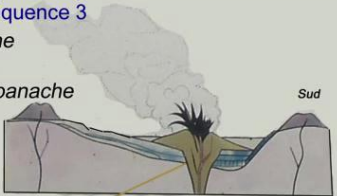
② Emissions des premières coulées de lave, et barrage du cours d'eau. Création ou présence antérieure d'une étendue d'eau.



Pierre Boivin, CNRS, Clermont Ferrand

Marais de Limagne : Séquence 3

③ Eruption surtseyenne en milieu aquatique. Caractérisée par un panache de vapeur d'eau mélangée à des cendres froides. Celles-ci constituent un anneau de tufs, qui se consolide rapidement.



Pierre Boivin, CNRS, Clermont Ferrand

Marais de Limagne : Séquence 4

Marais de Limagne: séquence 5

Marais de Limagne : séquence 6

Le Devès compte une dizaine de maars dont l'histoire commence par un épisode sursteyen auquel succède un volcanisme phréatomagmatique de type maar qui s'accompagne ou précède un volcanisme de type strombolien. Le Marais de Limagne est un volcan SMS.

Extrait des panneaux explicatifs créés par Pierre Boivin CNRS Clermont-Ferrand

L'hydrovolcanisme

3. Cheyrac, les brèches d'un édifice sursteyen

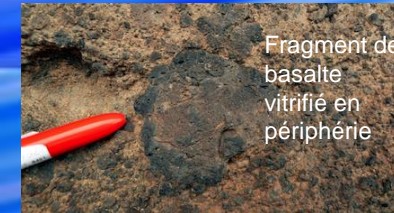


Lieu: Cheyrac, village de Polignac (43)
par la D136 en direction de Chadrac



Dépôts palagonitiques

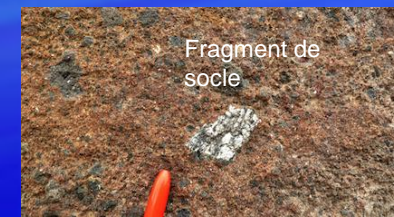
Argiles lacustres



Fragment de
basalte
vitrifié en
périphérie



Brèche
palagonitique



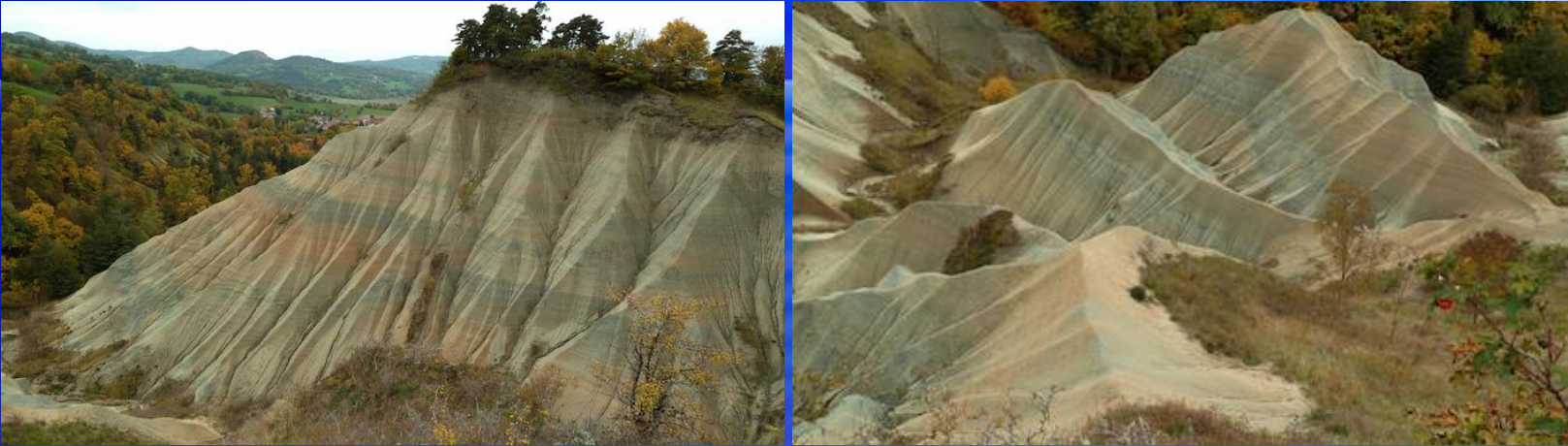
Fragment de
socle

Le village de Cheyrac s'adosse au flanc d'un ancien édifice *sursteyen* démantelé par l'érosion dont il ne subsiste que le centre du cratère rempli d'une brèche palagonitique; celle-ci est composée d'éléments anguleux de verre basaltique jaunâtre hydraté (*palagonite*) pris dans un ciment argileux, l'ensemble ayant ensuite été déshydraté et durci par la chaleur. La palagonite s'est formée lors de la rencontre explosive du magma basaltique avec l'eau d'un lac qui occupait alors le bassin du Puy et dont la profondeur devait être de l'ordre de 40 à 200m au maximum. A chaque explosion sursteyenne, le basalte fragmenté par trempe rapide au contact de l'eau est expulsé violemment avec les argiles de l'encaissant en formant des panaches *cypressoïdes* qui retombent à la fois autour du point d'émission en formant un anneau et sur le point d'émission en créant un bouchon qui interrompt provisoirement le contact eau/magma, puis le phénomène reprend avec une périodicité de quelques dizaines de secondes. Outre les retombées des projections, des pans entiers de la paroi interne du cratère glissent vers la cheminée et contribuent à son obturation.

Quelques éléments de socle sont également visibles mais en moindre quantité que dans les dépôts de maar d'origine plus profonde. L'ensemble repose sur un substrat argileux quartzo-feldspathique daté du Villafranchien (environ 1Ma) attestant de l'origine lacustre des explosions. Ce volcan a sans doute été en activité entre - 5Ma et - 300.000 ans (non daté)

L'hydrovolcanisme

4. Les argiles du ravin de Corboeuf



Lieu: Rosières (43), 1 km environ à l'est du village

Ces argiles se sont déposées au niveau de la mer dans un grand lac qui occupait les bassins d'effondrement du Puy et de l'Emblavès, aujourd'hui séparés par le horst granitique de Chaspinhac ; elles sont contemporaines du bassin sédimentaire de la Limagne (Eocène supérieur à Oligocène final) et se trouvent désormais à 800m d'altitude sur le plateau du Devès. Le soulèvement s'est produit au Miocène en même temps que le volcanisme.

A la base du ravin et sur près d'une dizaine de mètres, on observe une alternance d'argiles (ou argilites) sableuses rouges et de sables rosés ou verdâtres avec de rares passées gréseuses. Au dessus, des argiles alternativement beiges et bleues se superposent sur environ 55m de puissance.

L'hydrovolcanisme

5. La carrière de St Julien du Pinet, une ankaramite



Lieu: Carrière Eiffage de St Julien du Pinet (43) atteinte depuis Rosières par la piste de La Galoche (vallée de la Suisse) et le ravin de Corbel.

La carrière est ouverte non pas dans une coulée mais dans un ancien lac de lave. La roche exploitée ici dans la partie basse de la carrière est une *ankaramite* qui est transformée ici en ballast. L'*ankaramite* est un basalte porphyrique à clinopyroxène (augite) dominant et olivine mais sans feldspaths. Un début de sédimentation ayant sans doute eu lieu dans ce lac de lave, les minéraux les plus denses (olivine et pyroxènes) ont décanté les premiers, tandis que les plus légers (feldspaths) comme la leucite sont restés en surface; il devrait donc être possible de les observer dans la partie haute de la carrière.

L'hydrovolcanisme

6. Le volcan de Peylenc, un piège de lave dans un maar



Lieu: Carrière de Peylenc.
Commune de St Pierre Eynac (43)



Quatre phases différentes d'activité volcanique se seraient succédé, probablement dans l'ordre suivant:

- un volcanisme sursteyen dans un bassin lacustre qui s'est poursuivi, après assèchement, par
- une activité phréatomagmatique explosive ayant évolué, après tarissement complet de la source d'eau vers
- une activité strombolienne également explosive avec projections de scories, édification d'un spatter-cone et émission de magma, enfin
- remplissage du cratère de maar par une lave fluide formant des cellules de convection bien visibles dans la carrière après refroidissement.

De nombreux xénolithes sont visibles au sein des colonnes ou sectionnées par la prismation: nodules de péridotite, fragments de socle (granite du Velay à cordiérite)



Détail de colonnes prismées contenant :

1. Une enclave de péridotite
2. Une enclave de socle sectionnée par la prismation

L'hydrovolcanisme

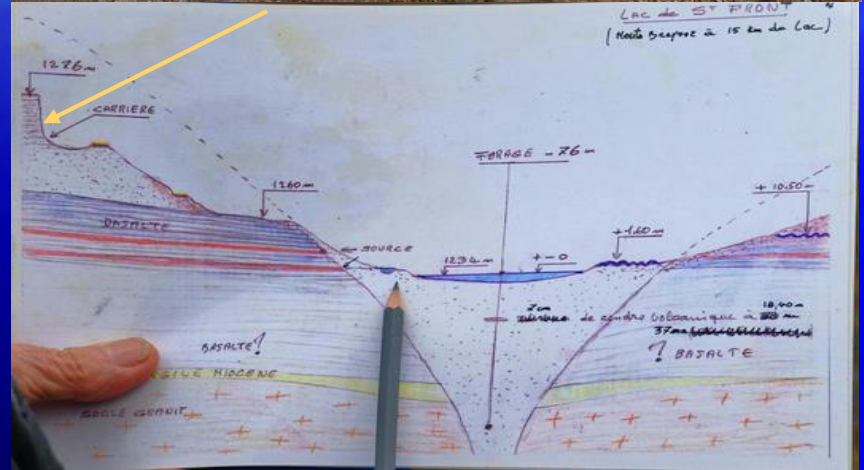
7. StFront, un lac dans un cratère de maar



Lieu: Commune de St Front (43)

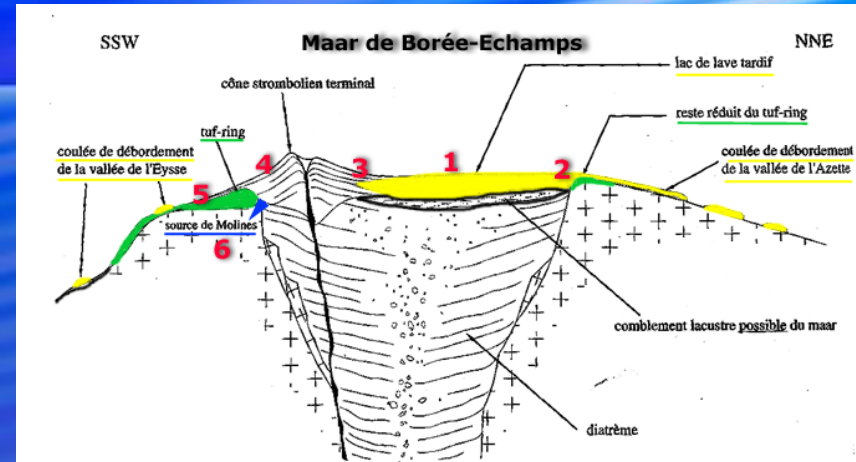
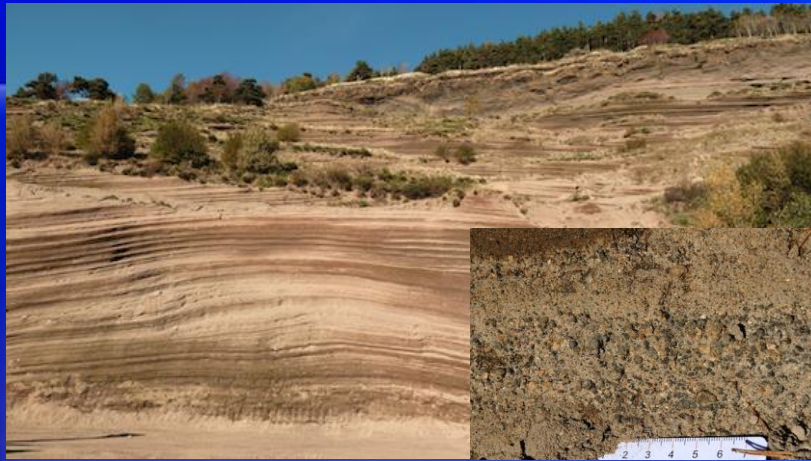
A l'est de la commune de StFront, ce lac occupe 30 ha pour 700m de diamètre. Situé à 1236m d'altitude, il est alimenté en permanence par des sources d'eau souterraine et est lui-même la source de la Gagne. Sa profondeur est de 7m avec en- dessous 47 m de sédiments.

L'éruption phréatomagmatique qui lui a donné naissance a été datée à environ 130.000 ans; elle a laissé au nord-ouest surtout des projections qu'il est possible d'observer dans une petite carrière. Les dépôts sont lités, riches en éléments de socle (granite du Velay et migmatites). On y trouve aussi quelques nodules de péridotite et du basalte mais en moindre proportions. Ce lac se trouve sur une ligne allant de StFront à Stmarcial où se trouvent cinq lacs de ce type



L'hydrovolcanisme

8. La carrière de Molines, des dépôts de maar



Lieu: Carrière de Molines à partir de la D215 en direction de Borée (07)

La carrière de Molines entame les dépôts de maar du volcan d'Echamps, l'un des rares témoins du volcanisme récent dans la région du Mézenc (160.000 ans). Ce volcan a connu deux épisodes successifs de nature différente:

- une première phase phréatomagmatique de nature explosive a creusé un maar d'environ 2 km de diamètre et de 200m de profondeur dont les projections sont visibles dans la carrière (débris de socle granitique pulvérisé en sables de granulométrie variable, bombes en chou-fleur, fragments de périclote)
- après une période d'accalmie, l'apport d'eau ayant cessé, deux petits volcans stromboliens se sont mis en place, l'un côté sud-est domine la carrière, l'autre côté sud-ouest du maar.

Outre les projections de type strombolien, les deux semblent avoir produit des coulées de basalte qui ont comblé le cratère de maar. Celui-ci s'est rempli jusqu'à déborder en direction de la vallée de l'Azette.

L'ancien lac de lave forme aujourd'hui un plateau d'où s'échappent les eaux de pluie par de nombreuses sources, dont la source de Molines au débit abondant.

Appareils et produits de différenciation des magmas basaltiques alcalins

1. Le trachyte du suc de Monaco



Lieu: Commune de StPierre Eynac /StJulien Chapteuil (43)



Enclave de sanidine



Amphibole



Trachyte à cristaux d'amphibole

Le suc de Monaco est situé en bordure du bassin de l'Emblavès dans le Velay oriental. L'édifice est constitué de trachytes subalcalins, termes différenciés appartenant à la séquence saturée de la série alcaline du Velay. Ces trachytes porphyriques sont riches en phénocristaux d'amphibole, de clinopyroxène, de plagioclase zoné (labrador à

oligoclase) à écorce de sanidine et de titanomagnétite. La mésostase est constituée de sanidine, clinopyroxène, minéraux opaques et accessoirement d'apatite, calcite et zéolite.

Ce dôme d'extrusion s'est mis en place par remontée et décompression progressives du magma. De telles conditions sont favorables à la déstabilisation de minéraux précoces comme l'amphibole qui se déshydratent en remontant vers la surface et se transforment en minéraux anhydres. Les figures de déstabilisation de l'amphibole en pseudomorphoses coronitiques sont exceptionnellement développées ici (cœur d'amphibole originelle entourée d'une auréole interne de sanidine et d'un liseré externe de clinopyroxène et de titanomagnétite)

Appareils et produits de différenciation des magmas basaltiques alcalins

2. La Lauzière du Pertuis, une carrière de phonolite



Altération superficielle
des feldspathoïdes en
zéolite (analcime)



Lieu: Carrière de la Lauzière au col du Pertuis (43), près du hameau du Grand Gourd

La carrière de la Lauzière est exploitée en raison de l'aptitude qu'a la *phonolite* de se débiter en plaquettes. Celles-ci sont utilisées comme lauzes pour la couverture des maisons. La phonolite est une roche magmatique volcanique dont la teneur en silice est variable mais généralement comprise entre 51% et 61% en poids et la teneur en alcalins est très forte, généralement supérieure à 10% en poids; elle possède une structure microlithique fluidale, composée de feldspath alcalin (sanidine) et de feldspathoïdes (häuyne) dans une pâte de verre peu abondante. On peut y rencontrer du pyroxène et de l'amphibole mais jamais de quartz. En raison de sa forte viscosité, la phonolite s'épanche lentement en formant un dôme, de sorte que les cristaux de feldspath s'orientent préférentiellement dans le sens de l'écoulement, favorisant ainsi le débit en plaquettes.

Appareils et produits de différenciation des magmas basaltiques alcalins

3. Le Lac Bleu, une ancienne lauzière



Lieu: Lieu-dit Les Balayés par la D15
Commune de Champclause (43)



Le Lac Bleu du Meygal occupe l'emplacement d'une ancienne carrière d'où l'on extrayait la phonolite qui était débitée sur place en lauzes destinées à la couverture des maisons. La carrière est restée en exploitation pendant près de deux siècles et demi. Environ quatre vingt personnes y étaient employés chaque hiver à l'extraction des blocs de phonolite et au débit des lauzes. Cette opération était réalisé de préférence à l'ombre plutôt qu'au soleil pour faciliter la taille.

La couleur bleue du lac est liée, d'une part à l'absorption de la lumière avec la profondeur, en commençant par les plus grandes longueurs d'onde (rouge puis jaune etc), d'autre part à la diffusion puis à la réémission des ondes de courte longueur d'onde comme le bleu par des microparticules de silice en suspension provenant de l'altération du verre de la phonolite.

Appareils et produits de différenciation des magmas basaltiques alcalins

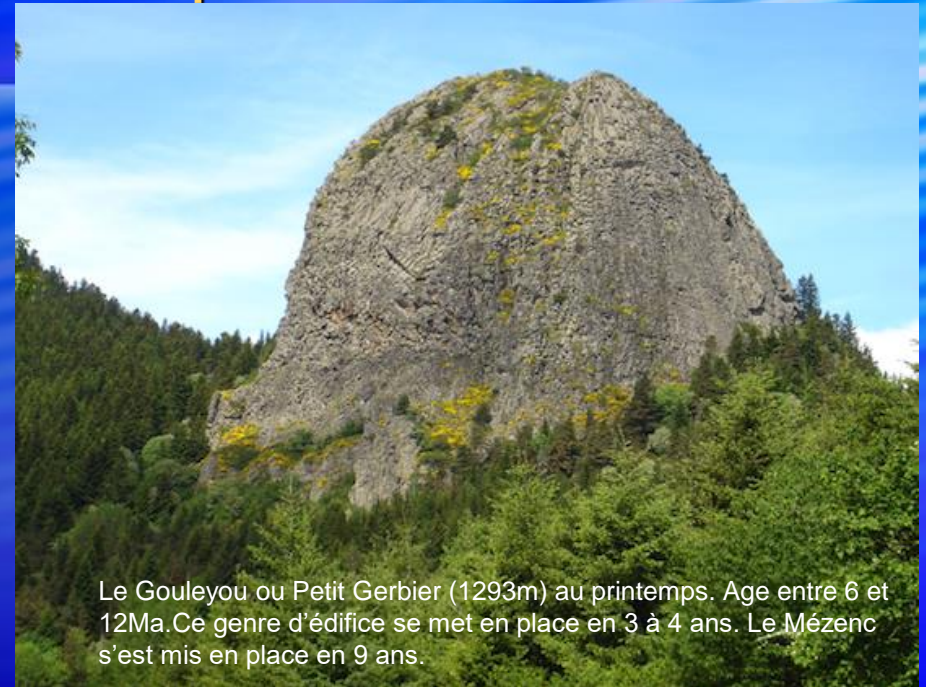
4.

Le Gouleyou, un suc de phonolite



Lieu: D410 du Col de la Croix des Boutières en direction de Borée (07)

Le Gouleyou ou Petit Gerbier est un volcan Péléen de type intrusif émettant des laves visqueuses et peu riches en gaz, construisant des dômes. Ici, la lave est très visqueuse; elle monte à la verticale et forme un pain de sucre. La roche de couleur grise est composée de feldspaths (sanidine), de feldspathoïdes (hüyne, leucite, néphéline) et d'une pâte de verre peu abondante. C'est une phonolite.



Appareils et produits de différenciation des magmas basaltiques alcalins

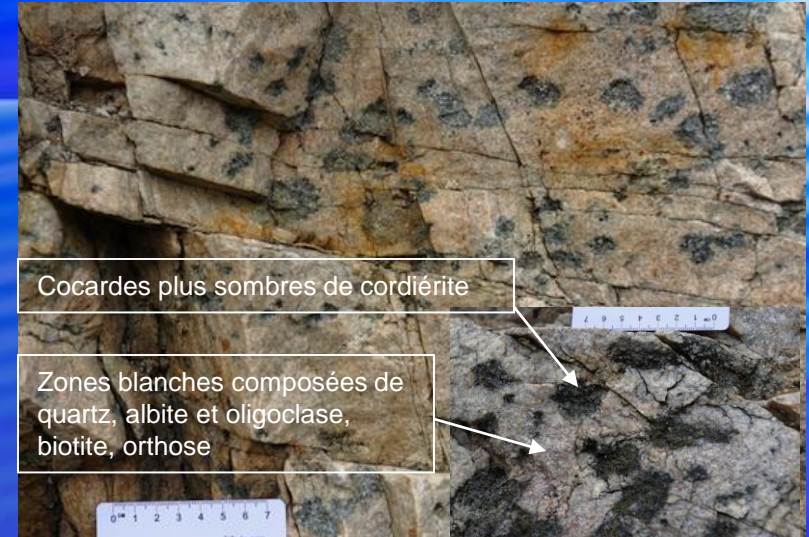
5. La phonolite du Mont Gerbier de Jonc



Le Mont Gerbier de Jonc (1551m) est une superbe protrusion phonolitique au sommet arrondi et aux flancs raides en forme de « pain de sucre » que l'érosion a dégagé et travaillé ultérieurement pour lui donner sa forme actuelle. La roche constitutive de cette protrusion du type péléen est une phonolite néphélinique, d'un gris verdâtre et d'éclat « gras », relativement riche en feldspaths alcalins ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > 13\%$) et en aluminium. Sa structure est porphyrique. Ici, la phonolite présente des prismes irréguliers et frustes, que l'érosion a mis au jour et par où s'infiltrent les eaux de pluie jusqu'au socle imperméable où se forme une importante nappe phréatique à l'origine de nombreuses sources qui sourdent au pied du Mont, faisant le bonheur des propriétaires de terrains environnants qui s'approprient la véritable « Source de la Loire »

Le socle du Velay

1. Vallée de l'Aubépin, migmatites et granites d'anatexie



Le Velay est entièrement situé sur un grand batholite de granite anatectique qui constituait une des assises de la chaîne hercynienne. Ce granite est issu de la fusion partielle des roches autochtones (gneiss et schistes briovériens) d'une croûte inférieure à environ 20km de profondeur. A la fin du Carbonifère (Stéphanien supérieur), ce massif granitique a été recoupé localement par des intrusions de leucogranite, de granite porphyrique et de granite à deux micas qui sont de plus en plus nombreuses en remontant vers le nord (Forez). L'hypothèse la plus couramment admise aujourd'hui est que le granite du Velay et les autres granites qui le recoupent n'ont pas été formés dans un contexte compressif mais dans les premières phases de l'extension post-hercynienne qui commença dès le Stéphanien, ceci par analogie avec les observations réalisées dans les grandes failles de détachement du type Basin and Ranges au Etats-Unis.

Le socle du Velay

2. Vallée de l'Aubépin, migmatites et granites d'anatexie

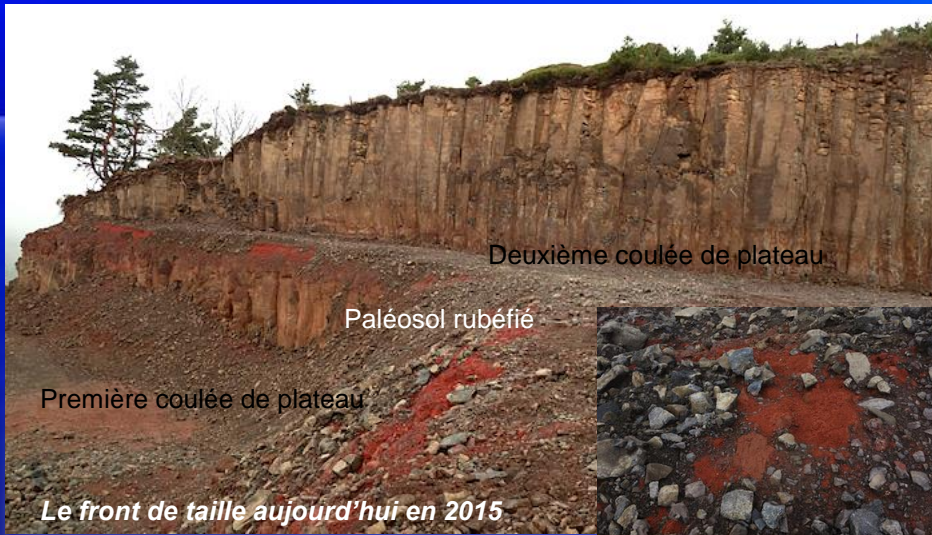


Lieu: D39 entre Lantriac et St Front, 2 km plus haut que l'affleurement précédent

Le granite à cordiérite n'apparaît plus ici en masse comme sur l'affleurement précédent mais sous forme de filons ou de petites poches dans les gneiss migmatitiques qui leur ont donné naissance. Les lits clairs quartzo-feldspathiques de composition granitique résultent de la fusion partielle de la roche d'origine tandis que les lits sombres riches en biotite correspondent à la partie réfractaire. Souvent, la cordiérite est auréolée d'un liseré plus clair appauvri en fer.

Le socle du Velay

3. La carrière de Bournac, un paléosol entre deux coulées



Lieu: Vallée de l'Aubépin D39 Carrière de Bournac Commune de St Front (43)

L'exploitant de la carrière de Bournac extrait des granulats à partir d'une succession de coulées de basalte d'âge Mio-Pliocène (10Ma) appartenant à la province volcanique dite du Velay oriental. Ces coulées reposent sur le socle granitique hercynien vu précédemment. Le front de taille supérieur montre deux coulées de basalte superposées, séparées par un sol rubéfié par thermo-métamorphisme. Sur la plus ancienne des coulées, une longue interruption de l'activité volcanique a permis une altération importante et le développement d'un sol argileux aux dépens de sa surface scoriacée. L'arrivée de la deuxième coulée a réchauffé, « cuit » et métamorphosé ce sol. L'argile s'est transformée en *porcelanite* (nom local) par oxydation du Fe II en Fe III. Ces coulées se sont épanchées dans des vallées de plateau puis l'érosion du substrat sédimentaire environnant les a isolées en attaquant jusqu'au granite du socle; elles sont donc aujourd'hui en inversion de relief. Le centre d'émission se trouve au-dessus, sur le plateau, près du village de Machabert.