

# Tour de France 2024

Aide au commentaire géologique  
par

**Patrick De Wever, Pr. émérite, MNHN, Paris**

avec la collaboration de

**Pierre Thomas, Pr. émérite, ENS, Lyon**



## Remerciements

Merci pour leur aide et/ou suggestions à :

Dr. Claude Bachiana, Karine Bozzacchi, Mireille Béal, Pr. Jean-Paul Cadet, Claude Colleté, Dr. Gilles De Broucker, Dr. Francis Duranthon, Dr. Gilles Fronteau, Brigitte Gonzalez, Dr. Myette Guiomar, Pr. Jean-Marc Lardeaux, Dominique & Philippe Leroux, Pierre Renau, Marc Thonon,

Texte téléchargeable sur les sites de



Société géologique de France



Planet Terre (ENS Lyon)



Société géologique du Nord



Bulletin de l'AGA sous forme papier

# 1 29 juin

## Florence - Rimini (206 km)

### Florence

#### et ses *pietra dure*: une marqueterie de pierres

Certaines roches tirent leurs lettres de noblesse de l'usage qui en est fait, telles les *Pietra dure* dont la manufacture a été créée en 1588, par le Grand-duc Ferdinand I<sup>er</sup> de Médicis, pour ses projets de marqueteries de pierre. Le jaspé a ainsi été utilisé dans les œuvres les plus rares, notamment dans la marqueterie florentine. Des galets de l'Arno, fleuve qui coule à Florence, ont été utilisés puis on a introduit des pierres fines telles que l'azurite (bleu), la malachite (verte) et différentes sortes de jaspes (rouge et vert) ou d'agates. Tous ces minéraux et ces roches peuvent être trouvées dans les Alpes italiennes. Des marbres et des matériaux organiques, comme le corail et la nacre ont aussi été employés.

Les artistes ont ainsi réalisé des tableaux magnifiques. Les nuances des couleurs et des veines des différentes pierres sont choisies avec beaucoup d'attention pour obtenir des effets particuliers et copier ainsi au plus juste l'original. Avec les ombres portées, données par les couleurs, on obtient une œuvre à trois dimensions. Cet art est le mieux exprimé dans la Chapelle de Laurent le Magnifique à Florence.



Marqueterie de marbres et pierres semi-précieuses. Chapelle des Princes Médicis (Florence)

Marqueterie florentine représentant la ville de Florence.

Le fond est un marbre blanc. La fleur rouge est constituée de jaspé. Ce jaspé est issu d'une couche de radiolarites, formée à partir de radiolaires qui vivaient là dans une mer, il y a 150 millions d'années. © P De Wever

Les jaspes, très durs, ont été utilisés dès la Préhistoire pour confectionner des outils que ce soit en jaspé sanguin, jaspé rouge et jaune. Au Néolithique des jaspes ont été utilisés pour faire du feu. Soit comme "pierre à briquet", par percussion (comme avec le silex) ou par friction. Dans l'Antiquité la dureté de la pierre l'a conduite à être utilisée comme sceau. Le jaspé a aussi la réputation d'avoir été l'une des pierres à bijou préférée du monde antique.

De nombreuses églises de Florence, dont le Duomo (la cathédrale), utilisent de très nombreux « marbres » différemment colorés, autant pour la décoration extérieure que pour les planchers, souvent d'incroyables mosaïques colorées.

Les parois présentent un placage de différents marbres ( le marbre polychrome de Campaglia, le marbre de Carrare (marbre blanc), du Prato (vert serpentine), de Sienne et Monsummano (rouge), Lavenza et quelques autres localités.

La pierre vert sombre est une **serpentine**, ainsi appelée car elle ressemblerait à une peau de serpent. Il s'agit en fait d'une pierre issue du manteau terrestre remontée en surface à l'occasion de grands mouvements tectoniques.

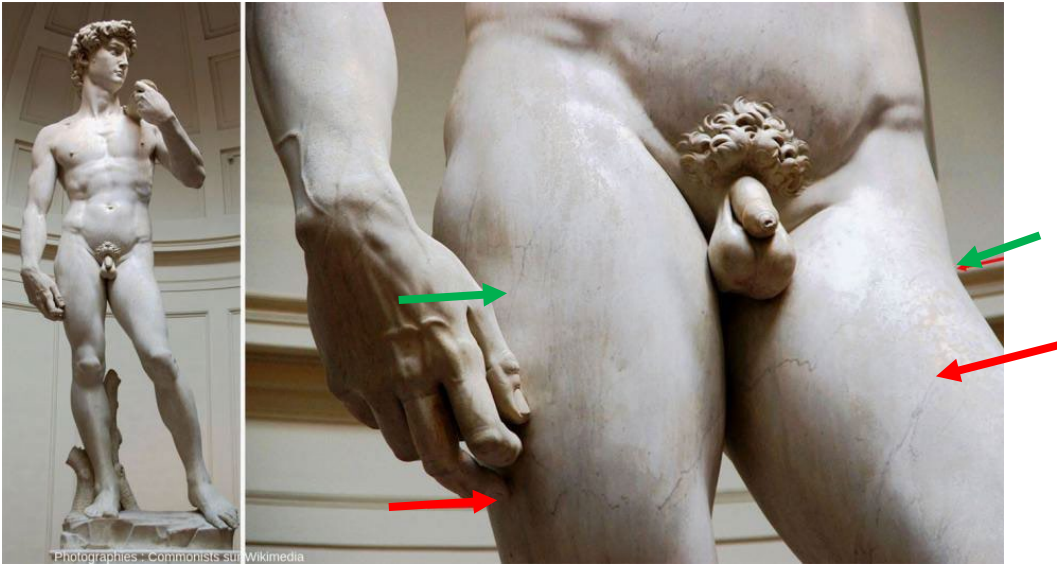
On en trouve ici, dans l'Apennin, mais aussi dans les Alpes et on la rencontrera aussi dans les Pyrénées (vers Lherz).



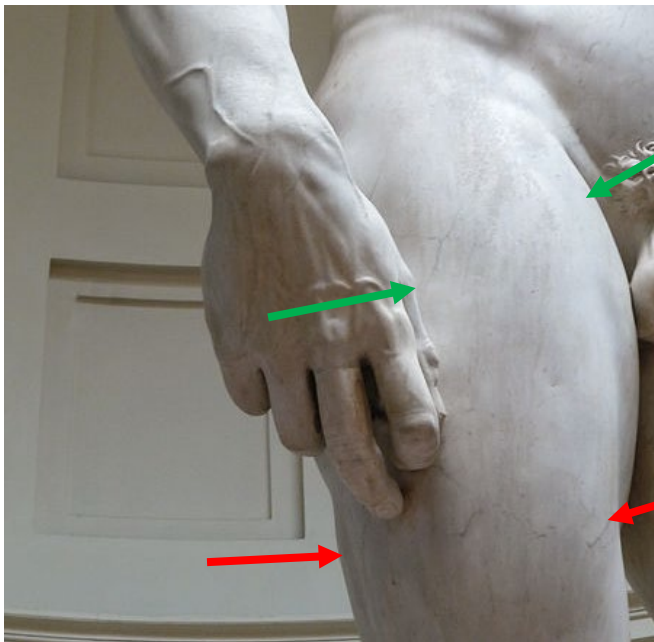
L'église Santa Maria del Fiore présente une très grande collection de « marbres »

## Le David de Michel Ange et ses témoins de fortes pressions

Le David de Michel Ange, réalisée dans le marbre blanc de Carrare, est célèbre. Sa taille imposante (de plus de 5m) et l'élégance générale expliquent ce succès, mais peu imaginent que ceux qui regardent le haut de ses jambes s'intéressent à des preuves de la pression subie par la pierre. En effet, une fine structure «en dents de scie» témoigne d'une structure de dissolution due à la pression (voir schéma).



Le célèbre David de Michel-Ange, sculpté de 1501 à 1504, actuellement exposé à la Galerie de l'Académie à Florence (Toscane, Italie) © Comm cc-by-sa4.0 (les flèches pointent les structures stylolithiques).

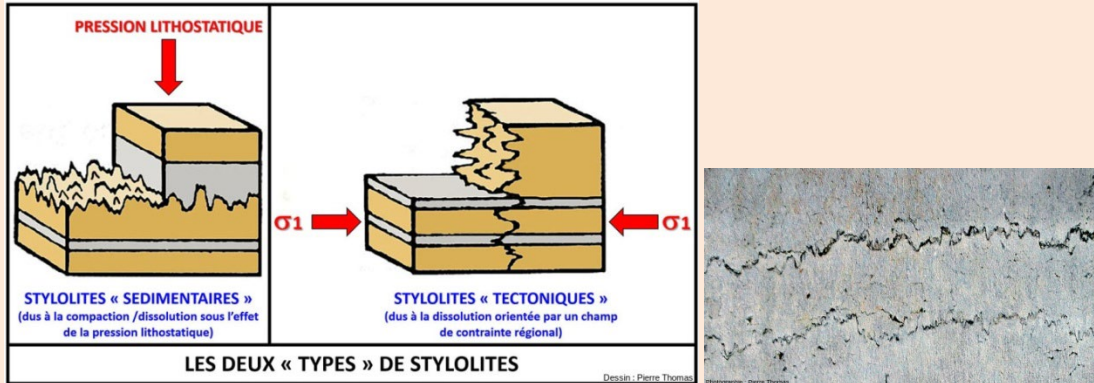


Un joint, peu visible, va du métacarpe associé au pouce jusqu'aux testicules (flèches vertes).

Un joint stylolithique (entre les deux flèches rouges), se suit à partir du bas de la main droite de David ; il traverse la cuisse droite, change de jambe et remonte en biais (mais est de moins en moins visible) jusque de l'autre côté de la cuisse gauche.

### Que sont les stylolithes ?

Les stylolithes sont dus à un raccourcissement obtenu par dissolution orientée des carbonates se faisant à basse température. Ils se sont produits après le refroidissement des marbres,



Formation des stylolithes © P. Thomas

Jointes stylolitiques sur un calcaire, la trace évoque un enregistrement par un stylet © P. Thomas

A Carrare, les plans stylolitiques sont plus ou moins horizontaux, et les pics verticaux, comme dans le David. Le mono- bloc de marbre dans lequel Michel Ange a sculpté sa statue n'était pas un bloc allongé à l'horizontal que l'artiste a redressé, mais bien un bloc initialement vertical. La géologie aide aussi à comprendre les méthodes de travail des sculpteurs.

## 2e étape (30 juin) : Cesenatico - Bologne (200 km)

### Les mosaïques impudiques de Ravenne

La mosaïque est un art décoratif utilisé depuis l'Antiquité. Elle serait née à Uruk, en (Mésopotamie), il y a environ 6 000 ans. On la connaît au moins jusqu'à la Renaissance et elle a retrouvé un retour en grâce au XIXe siècle dans notre pays (Opéra Garnier, Art Nouveau). Bien sûr elle se modifia au cours des siècles, selon les goûts et les mœurs. Ainsi par exemple, les mosaïques visibles dans le baptistère construit sous Théodoric, empereur ostrogoth, à Ravenne, de l'époque Justinienne (VI<sup>e</sup> siècle), figurent le baptême de Jésus représenté en totale nudité, ce qui sera beaucoup plus rare après le VIII<sup>e</sup> siècle (seule quelques Christ en croix le représenteront encore nu). Peut-être est-ce parce que Théodoric était de religion arienne, religion d'origine chrétienne, mais qui niait la divinité du Christ.



Deux mosaïques décorant les deux baptistères de Ravenne, affichant la complète nudité de Jésus dans la Jourdain.

#### De quoi sont faites les mosaïques ?

La plupart du temps elles sont faites de tesselles, petits cubes de verre coloré par des sels métalliques. On peut citer :

Bleu = oxyde de cobalt, de manganèse.

Jaune = chrome, argent.

Violet = oxyde de manganèse.

Jaune orangé à rouge = le sélénium.

Vert – oxyde de fer

Rouge = oxyde de cuivre.

Rose et rouge rubis = l'or.

Tous ces sels métalliques étaient extraits de mines locales ou faisaient l'objet d'un commerce

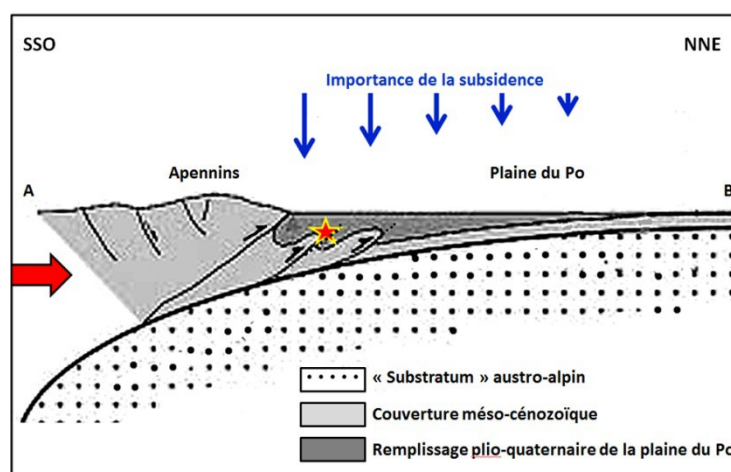
## 3e étape (1er juillet) : Plaisance - Turin (229 km, la plus longue de ce tour)

Toute la journée se passe dans la plaine du Pô, région particulièrement fertile par la présence du fleuve Pô et de ses multiples affluents, qui descendant des montagnes ont entraîné d'énormes quantités d'alluvions. Le Pô charrie plus de 1500 m<sup>3</sup> d'eau à la seconde en arrivant à Ferrare (début du delta du Pô). Le processus d'ensablement, lent mais inexorable, continue depuis des millions d'années.



La plaine du Pô occupe l'emplacement d'un ancien golfe de la mer Adriatique qui a été remblayé en quelques millions d'années par l'énorme quantité d'alluvions apportées par les cours d'eau qui dévalent en érodant les pentes des montagnes encadrantes. Elle est prolongée à l'est par les basses vallées de l'Adige et du Piave. Elle se termine à l'est par une côte amphibie formée de lagunes qui progressivement avancent dans la mer Adriatique (c'est sur une de ces lagunes qu'est installée Venise).

La plaine du Pô forme une gouttière aux bords relevés. Sur les bords on trouve des terrasses hautes formées des cailloux grossiers (moraines) arrachés aux Alpes par les glaciers. Plus vers le centre se situent des terrasses basses où réapparaissent en innombrables sources les eaux infiltrées dans l'étage supérieur.



Cette région résulte de la rencontre entre des plaques, elle est donc sujette à des séismes (sur cette figure, localisation du séisme de 2012) (d'après P. Thomas).



## 4e étape (2 juillet) : Pinerolo - Valloire (138 km)

### Dora-Maira : des grenats de taille décimétrique

On quitte la plaine du Pô, grande dépression très fertile occupée par le Pô et ses affluents qui transportent les produits de l'érosion des Alpes. Cette plaine d'effondrement est donc alimentée par l'élévation des massifs alpins.

La course s'élève de suite sur un massif de roches anciennes métamorphisées la Dora Maira. Ce massif fut profondément enfoui au début de la formation des Alpes (vers 100km de profondeur, la pression y est alors de 30 000 atmosphères !). Les hautes températures et très hautes pressions ont transformé ces roches, qui sont appelées métamorphiques. Ensuite ce massif, tel un ludion, a effectué une remontée très rapide (à l'échelle géologique) avec une rare vitesse de 5mm/an. Il est remonté avec ses minéraux de très grandes profondeurs, notamment avec de grenats qui atteignent 20 cm !!!



Grenat pyrope taillé en « goutte (taille centimétrique) Grenat bruts du type de ceux-cux trouvée en Dora-Maira (taille décimétrique)

Les roches ont été métamorphisées, transformées donc. Les modifications ont été moins fortes vers Briançon et on reconnaît encore des anciens sédiments détritiques avec de gros galets, mais ceux-ci sont très étirés.



Roche avec ses galets étirés  
© P. Thomas<sup>1</sup>.

Allure que devait avoir cette roche avant sa déformation

### Des roches banales ? Pourtant utilisées en décoration

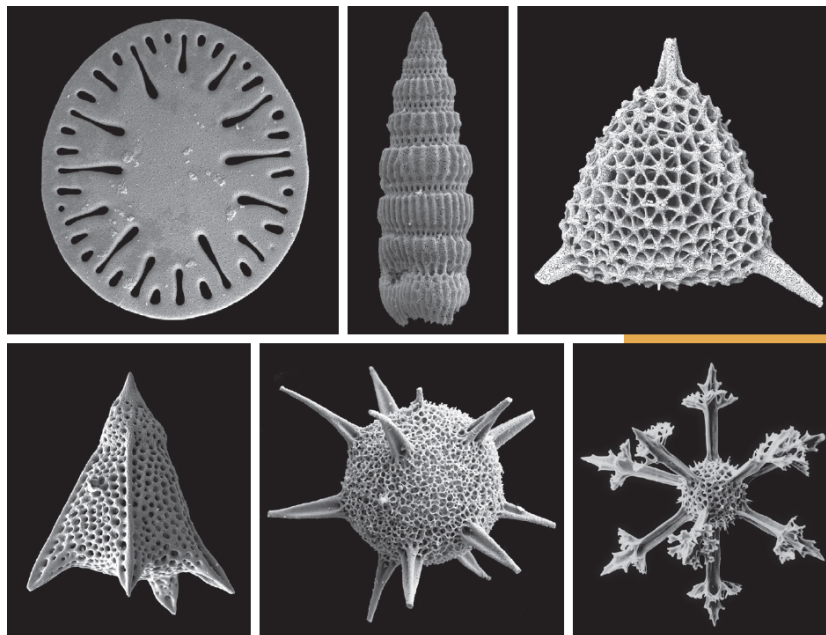
<sup>1</sup><https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/lmg569-2017-05-15.xml> et <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/lmg568-2017-05-08.xml>

Dans la descente de Sestrières vers Cesana Torinese la route traverse des roches rouges siliceuses, d'apparence banale, pourtant ce type de roches (des jaspes) a été utilisé à Florence dans la marqueterie de la chapelle de Laurent le Magnifique).



Roches rouges le long de route : des jaspes (radiolarites), dont certaines parties donnent les « jaspes sanguins (à droite © Google et Arpingstone, dom public. (fichier kmz. [kmz\radiolarite.kmz](https://www.kmz.com/radiolarite.kmz))

Cette roche rouge est formée de l'accumulation de micro-organismes siliceux du plancton : les radiolaires (de véritables œuvres d'art de la nature). Selon les espèces ces organisme font entre 0,4 et 0,1 mm.



Quelques exemples de radiolaires, microorganismes constitutifs des radiolarites © P. De Wever<sup>2</sup>

Le long de la même route et, surtout, dans la montée au Montgenèvre se voient aussi des roches verdâtres, celles utilisées en « pierres marbrières », les serpentinites qui marquent les bâtiments de Florence, mais aussi ailleurs, tels des devantures de magasin ou la tribune de l'ONU.

<sup>2</sup> In De Wever P. (2016) Merveilleux microfossiles, Biotope/MNHN, 253 pages



Serpentinites le long de la route © Google



Photographie : Pascal Segrette

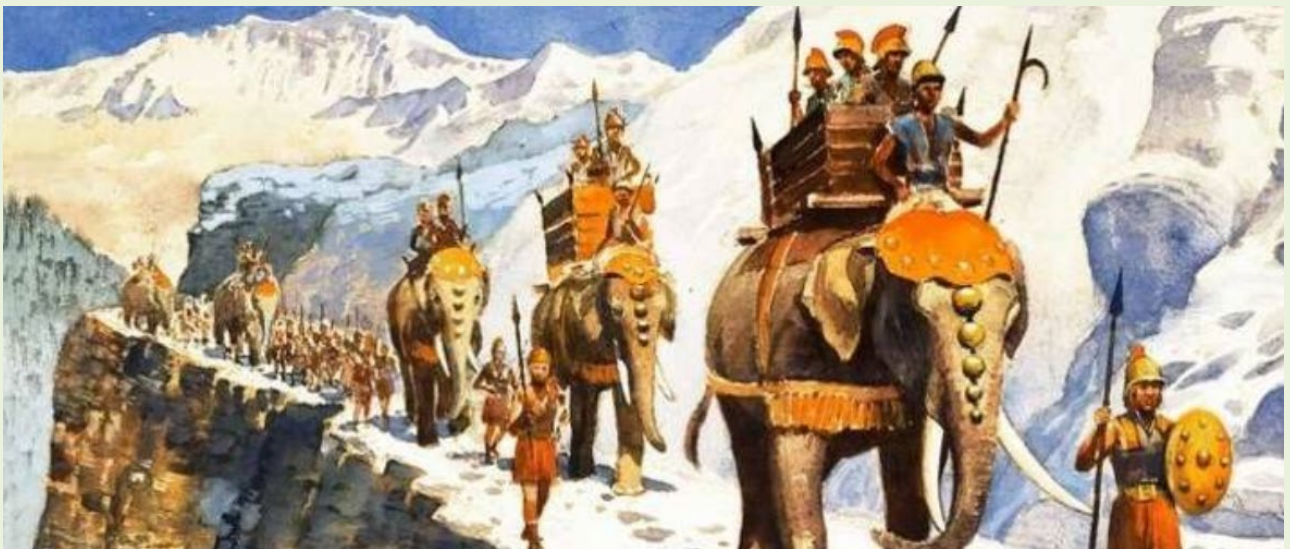
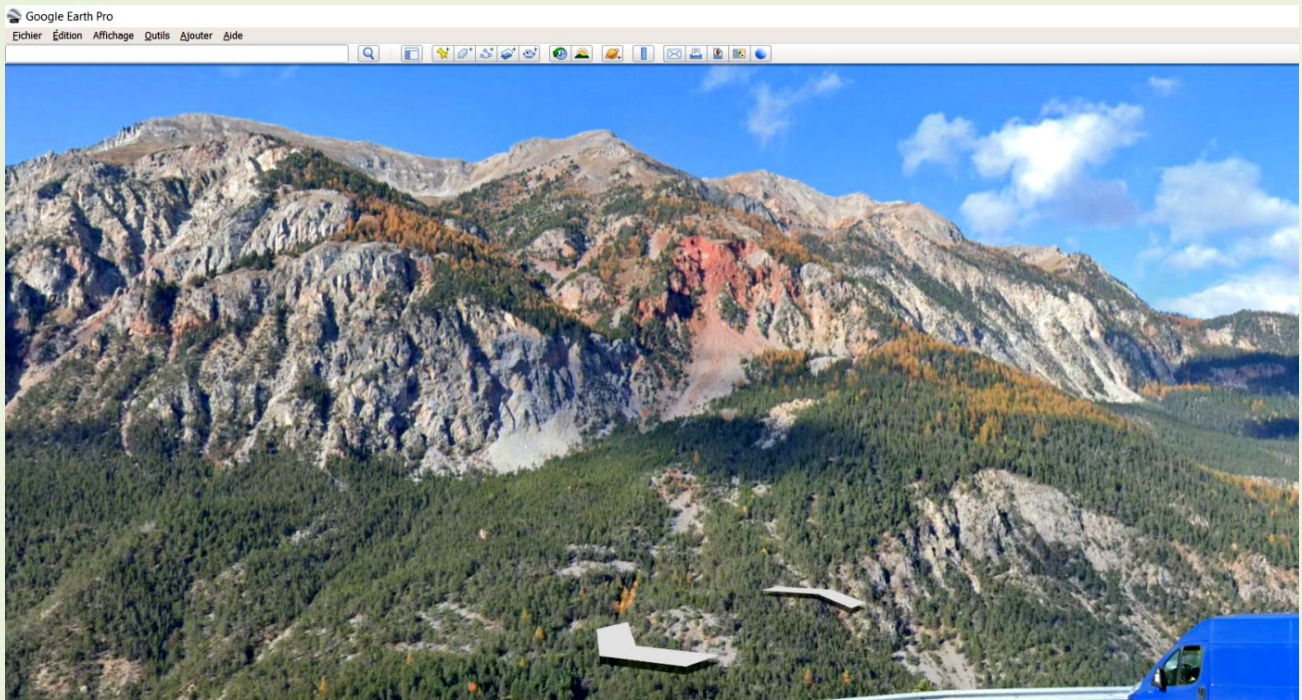
Serpentinite qui décore la tribune des nations unies © P. Segrette) <sup>3</sup>

<sup>3</sup><https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/lmg446-2014-01-13.xml>

## Des roches teintées par les éléphants d'Hannibal ?

En descendant du Montgenèvre vers Briançon sont visibles, de l'autre côté de la vallée de la Clarée, des affleurements de roches rouges ; la légende dit que ce sont des traces du sang des éléphants d'Hannibal. En fait, ce sont des sédiments rouges déposés, il y a 230 millions d'années, époque où le Briançonnais était un désert.

[kmz\sang des éléphants d'Hannibal.kmz](#)



Hannibal franchissant les Alpes

## Montgenèvre

### Le fond de l'océan en haut de la montagne

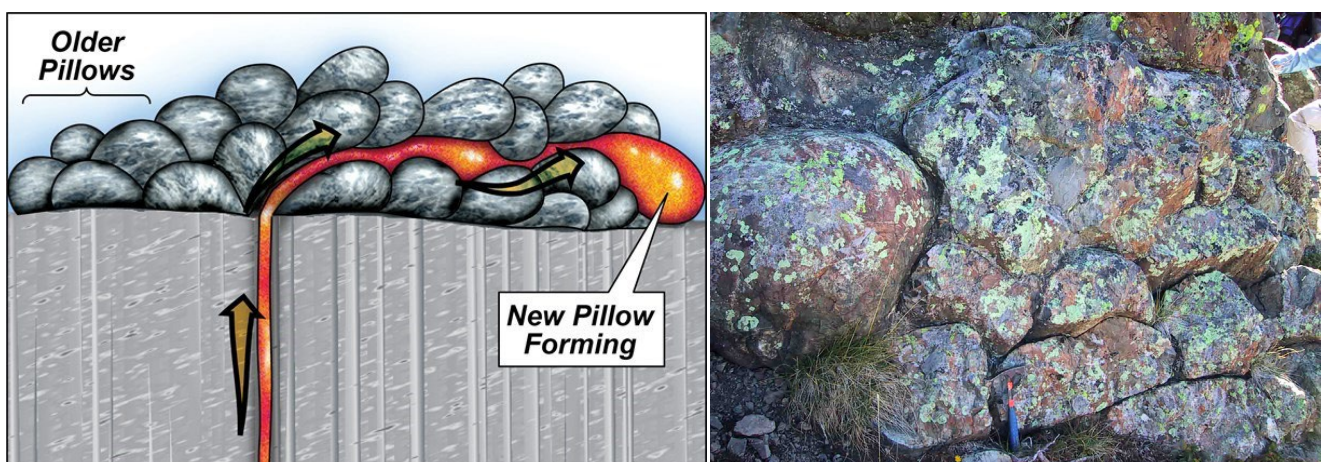
Dans les Hautes-Alpes certains lieux sont des sites privilégiés par les géologues, telle massif du Chenaillet au sud du col de Montgenèvre (est de Briançon), à cheval sur la frontière franco-italienne.

Toute une montagne est constituée d'un amoncellement de roches en boules, La tectonique des plaques nous dit que des plaques se fracturent, se séparent puis se rapprochent et se chevauchent. Cette succession est illustrée à cet endroit.



Arête sud-ouest du Chenaillet. Un sentier aménagé permet de suivre toutes les différentes couches qui constituent la croûte océanique (gabbros, serpentinites, basaltes en coussins). © P. De Wever

Il y a environ 160 millions d'années, un océan s'ouvrait au sud de la plaque européenne. Au niveau de la ride centrale, là où l'ouverture se produit, des roches magmatiques issues du manteau terrestre remontaient. Tout un cortège de roches variées, dont des laves basaltiques. Comme ces laves s'épanchaient dans l'eau, celle-ci transformait le flux continu en un ensemble de boules, sortes de grosses perles de laves de quelques décimètres généralement, comme on peut en voir quand on fait couler de la cire fondue dans de l'eau froide. Les successions de coulées font que ces boules, de la taille d'un coussin (d'où leur nom de "laves en coussins") s'empilent sur des centaines de mètres.



Formation des gouttes, grosses comme des coussins (ou oreillers pour les anglophones : pillows).

Vu en coupe d'une coulée de laves en coussins. On distingue plusieurs couches empilées de coussins de tailles différentes (le marteau donne l'échelle). Par les formes de chacun des coussins, on voit bien qu'ils se sont empilés alors qu'ils étaient encore un peu mous : ils épousent les formes du dessous, alors que leur sommet est généralement mieux arrondi. © P. De Wever.

Ce processus s'est poursuivi jusqu'à ce que la remontée vers le nord de la plaque africaine comprime et finisse par refermer cet océan, tant et si bien que la plaque africaine vient emboutir la plaque européenne. Les sédiments et les roches magmatiques qui s'étaient accumulés au fond de l'océan, comprimés par ces deux lames de bulldozers se sont amoncelés et ont formé un gigantesque bourrelet de la taille de nos montagnes. Certains lambeaux ont été charriés au-dessus de la plaque européenne jusqu'à former des sommets montagneux, tel le massif du Chenaillet, le mont Viso ...



Le mur de laves en coussins au lieu-dit du Collet vert (Chenaillet) à la frontière franco-italienne, constitué de 200 m de coussins montre la surface d'une coulée de lave, initialement subhorizontale maintenant redressée à la verticale. © A. Cornée

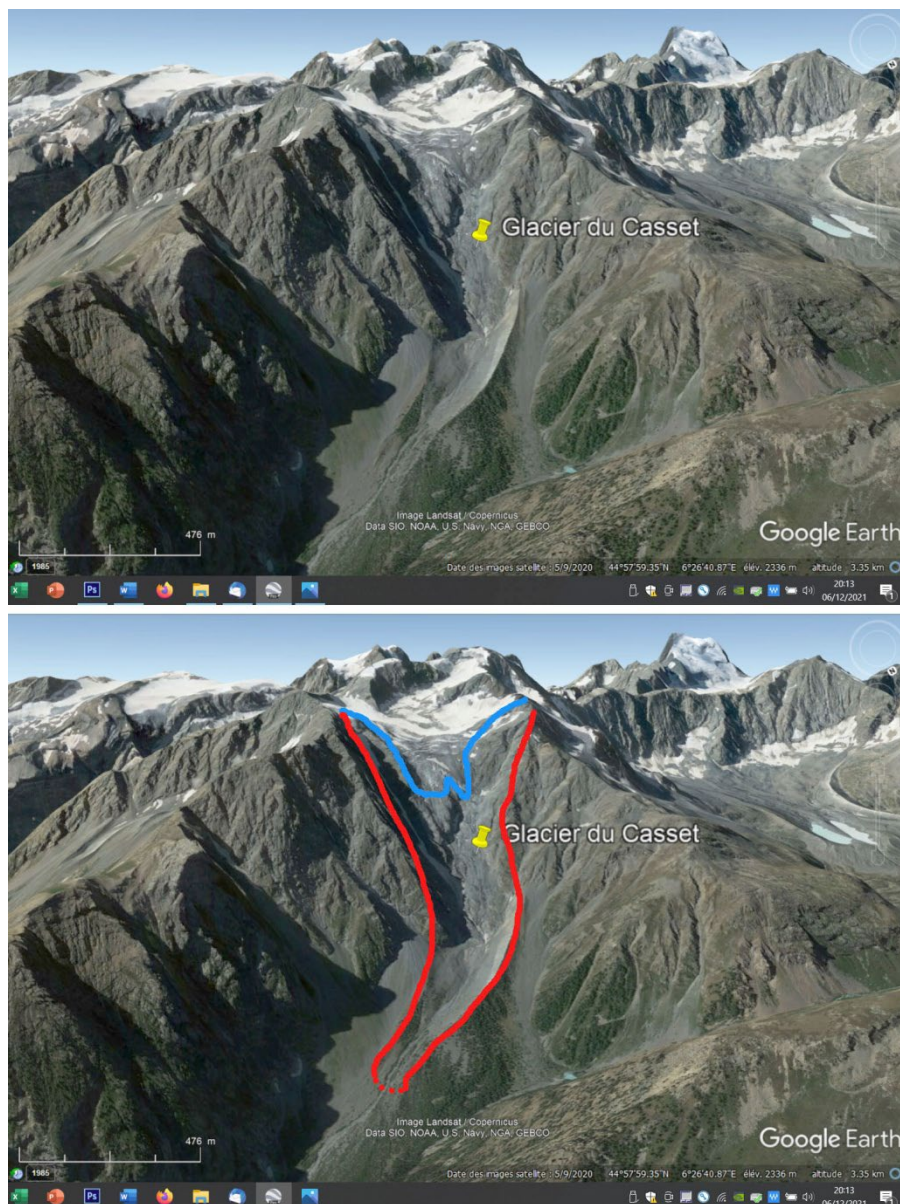
Voilà pourquoi on peut dire qu'au Chenaillet on observe le fond d'un ancien océan à plus de 2600 m d'altitude.

## Lautaret

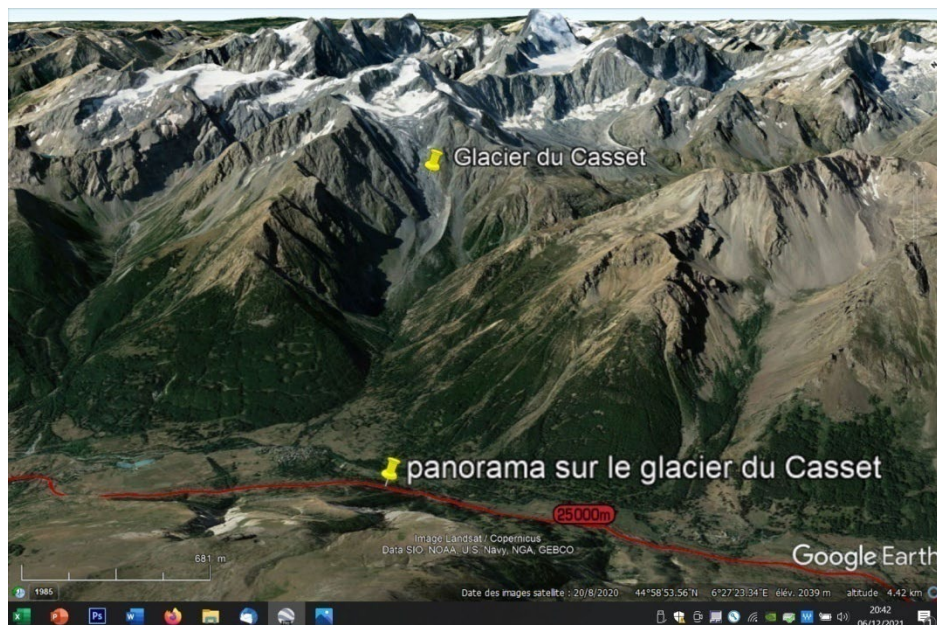
### Les glaciers fondent

En montant vers le Lautaret, depuis Briançon, se voit vers l'Ouest et le Sud-Ouest des glaciers du Parc des Écrins et leur recul. Notamment celui du Casset (photo).

Belle vue sur ce retrait depuis le point appelé « panorama sur le glacier du Casset ».



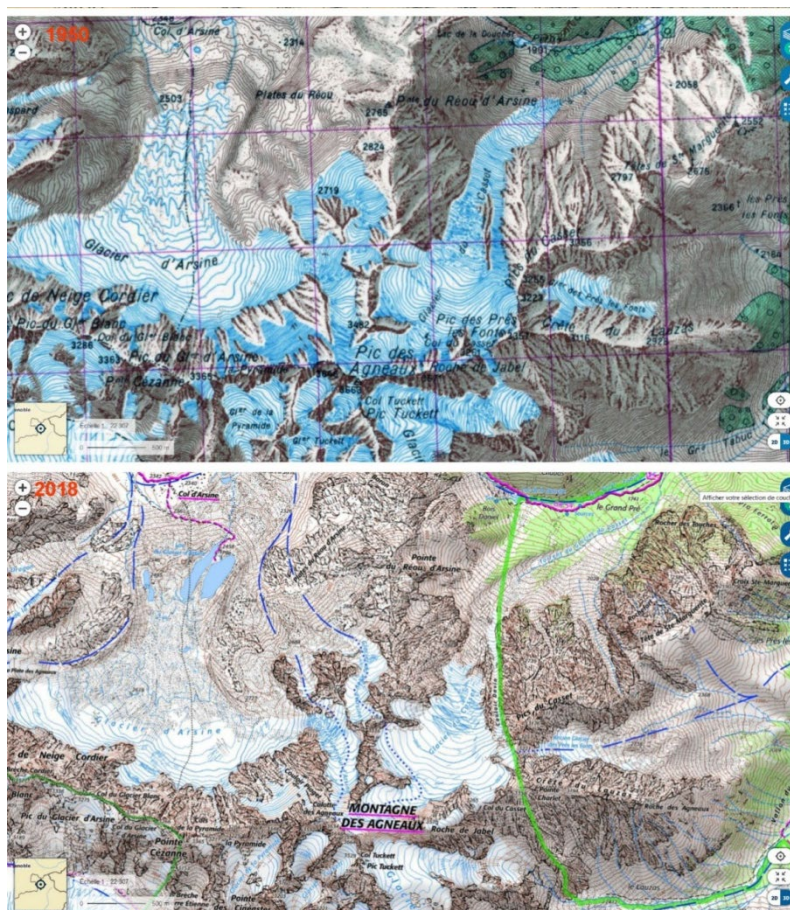
En bleu, la limite du glacier aujourd'hui. En rouge, les anciennes moraines latérales matérialisent la taille du glacier au début du XX<sup>e</sup> siècle



Vue d'ensemble sur le secteur du glacier du Casset

Coordonnées punaise «panorama» : lat.  $44^{\circ}59'40.04''N$  et long.  $6^{\circ}28'49.53''E$ , [kmz/Vue sur le glacier du Casset.kmz](#)

Coordonnées punaise « glacier du Casset » : lat.  $44^{\circ}57'55.31''N$  et long. :  $6^{\circ}26'32.08''E$





## Galibier

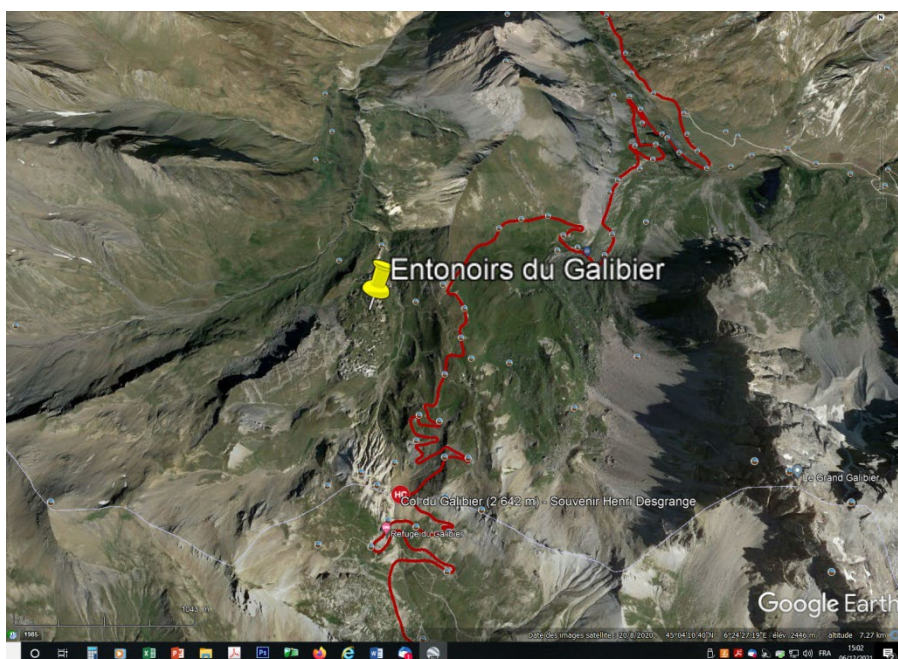
### Des cratères de dissolution du gypse

En haut du Galibier, dans le début de la descente sur la gauche :

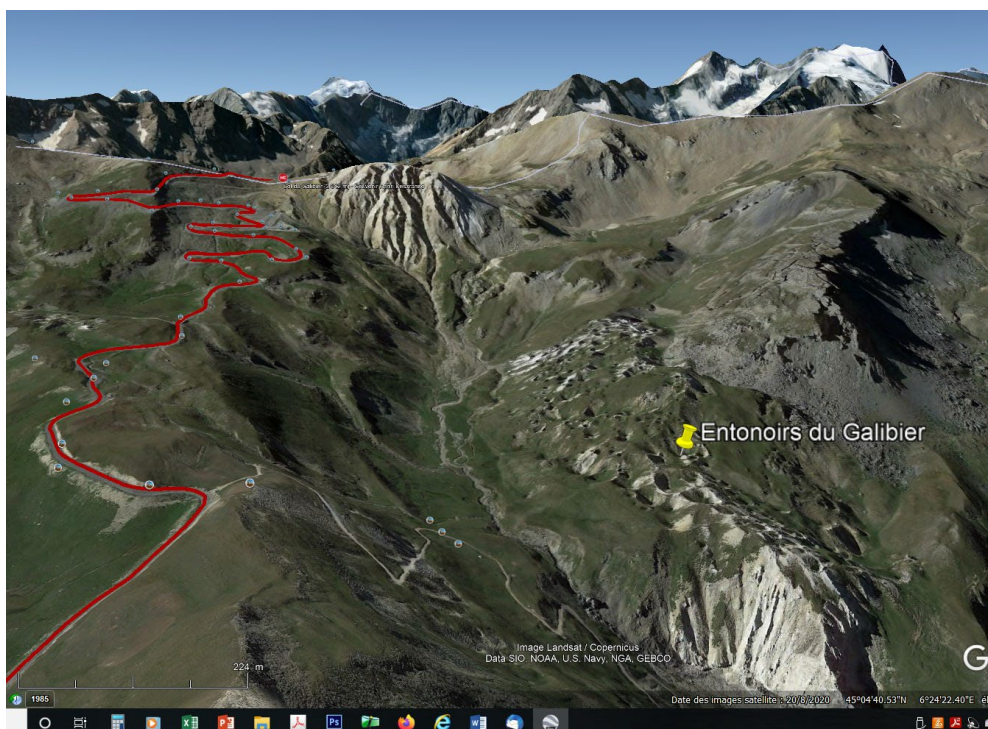
A 1 km en contrebas du col du Galibier, côté St Michel de Maurienne, un paysage ressemble à une zone bombardée, avec des dizaines de **cratères et d'entonnoirs**. Ces dépressions ont une origine naturelle : dues à la dissolution des roches du col (du gypse) par l'eau.

On retrouve de tels « cratères » sur d'autres célèbres cols alpins situés dans ce type de roche (du gypse), par exemple au **Col d'Izoard**.

Le gypse s'est déposé dans une mer peu profonde soumise à une intense évaporation il y a 200 millions d'années.



[Entonnoirs du Galibier](#) Coordonnées : lat. : 45° 4'31.01"N et long. : 6°24'18.94"E



Dans la descente du Galibier Entonnoirs de dissolution Versant St Michel, vu en direction du Sud



Les entonnoirs de dissolution du gypse, du flanc Nord du Galibier

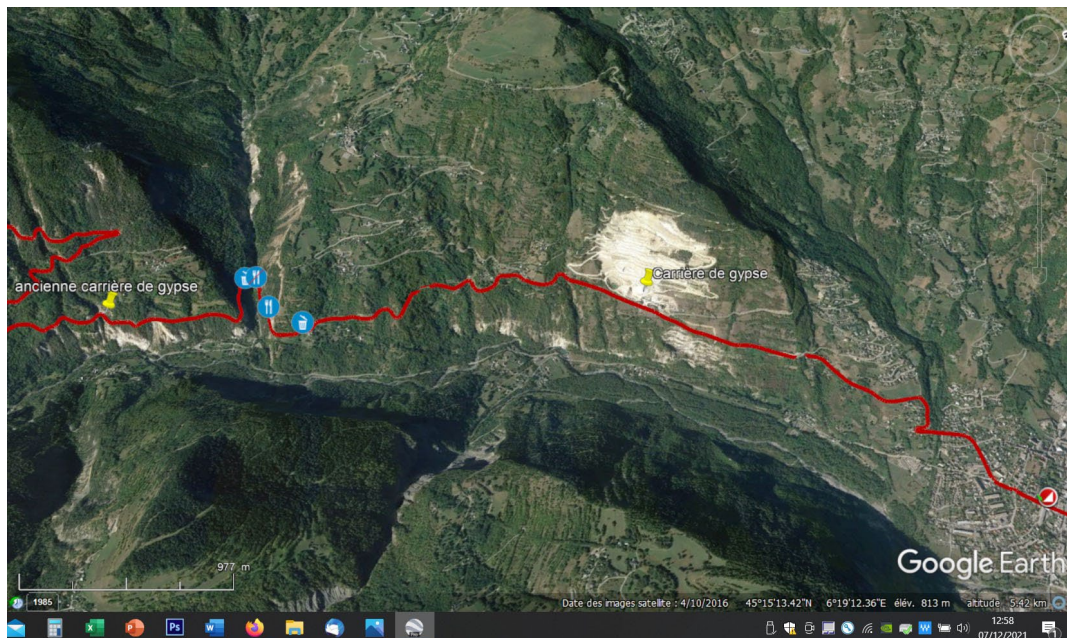
## 5e étape (3 juillet) : Saint-Jean-de-Maurienne - Saint-Vulbas (177 km)

### Le gypse de Savoie pour le plâtre (St Jean de Maurienne)

Le plâtre provient de la transformation par cuisson d'une roche : le gypse.

Le Tour passe à côté d'une carrière « moderne ».

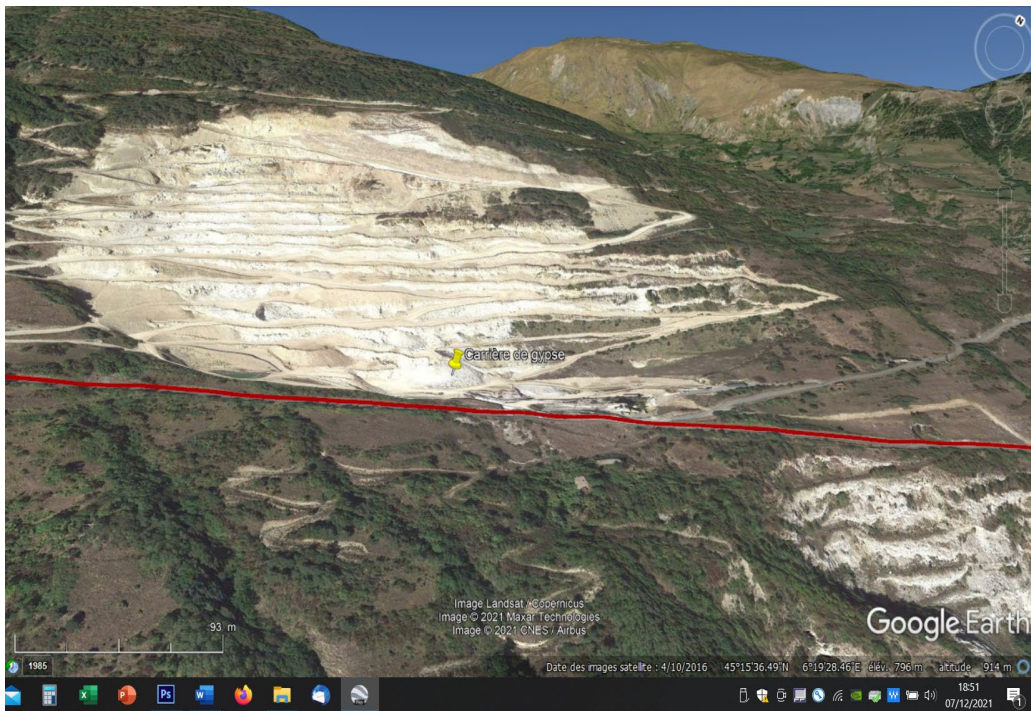
La carrière actuelle produit **265 000 tonnes/an de gypse**. Il part par le train à Chambéry pour être transformé en plâtre.



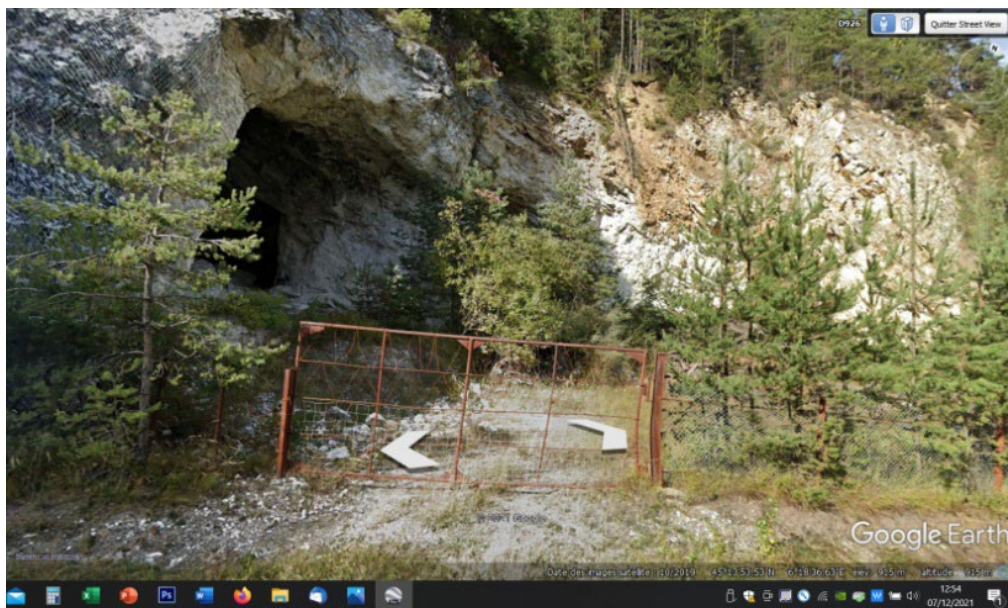
Localisation des carrières de gypse (tache blanche) à la sortie de Saint-Jean-de Maurienne

Carrière moderne : [Carrière de gypse](#)

Lat. 45°15'34.32"N, long. : 6°19'17.51"E



La carrière moderne



Une ancienne carrière de gypse visible en bord de la route du Col de la Croix de fer un autre célèbre col pour le Tour de France,

Ancienne carrière de gypse : [ancienne carrière de gypse](#)

Lat.: 45°13'53.60"N, long. : 6°18'36.83"E

## Sous le regard de La Savoyarde : Le Chignin-Bergeron : blanc de Savoie

À proximité de Montmélian, sur la droite de la route, le vignoble de Chignin Bergeron s'étend au pied du Massif des Bauges et de la montagne « La Savoyarde » ou Roc de Tormery.

Ce nom est attribué à une partie de la falaise de calcaire Jurassique, dur, qui ressort au-dessus des éboulis et sédiments glaciaires. Il se justifie par le profil de la falaise supérieure de la montagne, qui évoque (paréidolie) le profil d'une paysanne de Haute-Tarentaise, coiffée de la "frontière" (coiffe traditionnelle de tarentaise).

Le vignoble est situé sur les coteaux sud du massif des Bauges, sous « La Savoyarde », constitués de nappages d'éboulis calcaires, de sols alluvionnaires et de moraines glaciaires.



Coteaux de Chignin à Montmélian (au fond, vers la droite : Chambéry) © F. Pepelin cc-by-sa 4.0

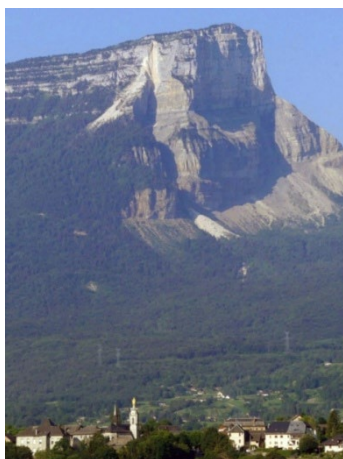


Vue de la Savoyarde, portion de falaise du roc de Tormery représentant par paréidolie une femme de profil coiffée de la Tarentaise. © F. Pepelin cc-by-sa 4.0

## Chambéry

### Une catastrophe déplace une capitale ... ... et permet l'installation d'un vignoble

À l'approche de la cité ducale, Chambéry, qui occupe un site de cluse (passage resserré) entre les massifs des Bauges et de la Chartreuse, la route passe alors entre les villages de Chignin (à droite) et Myans (à gauche).



L'église de Myans. Au fond le Granier<sup>4</sup> et sa falaise, source de l'éboulement de 1248

Le Mont **Granier** (1933m) massif calcaire qui marque l'extrémité septentrionale du Massif de la Chartreuse a connu un énorme éboulement en 1248. 500 millions de m<sup>3</sup> ont recouvert et écrasé de nombreux villages faisant plusieurs milliers de morts. La ville de Saint-André, alors capitale religieuse de la Savoie fut rayée de la carte, alors la capitale savoyarde devint Chambéry.

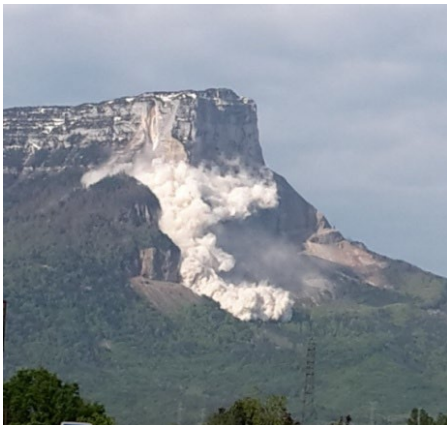
L'éboulement épargna une petite chapelle dédiée à la Vierge. Les gens de l'époque ont vu là un signe du ciel, et un pèlerinage est né spontanément. Ce pèlerinage pris de l'importance 2 siècle plus tard et une nouvelle église, plus grande (l'église actuelle, appelée « Sanctuaire Notre-Dame de Myans ») fut construite au-dessus de l'ancienne maintenant appelée l'Église Basse). Ce sanctuaire est visité aujourd'hui par 80 000 à 100 000 pèlerins et visiteurs par an

<sup>4</sup>[https://fr.wikipedia.org/wiki/Sanctuaire\\_Notre-Dame\\_de\\_Myans](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sanctuaire_Notre-Dame_de_Myans)



Région de Myans et de Chambéry. Le trait jaune délimite l'éboulement de 1248.  
 Trait rouge : le Tour vient d'en haut à gauche (vallée de l'Isère et vient vers le bord droit (Chambéry)).

Récemment encore (en mars 2016), le Granier a été le siège d'impressionnants écroulements qui font l'objet d'une surveillance continue.



L'éboulement de mars 2016



Le mont Granier vu de Chambéry et ses vignes d'Apremont

Sur les éboulis du XIII<sup>e</sup> siècle ont été installées des vignes. Ce vignoble **d'Apremont** est le « compagnon » des fondues savoyardes.



## Le Granier : une catastrophe, une opportunité

Les montagnes résultent d'une sorte de lutte constante entre élévation liée aux forces tectoniques et abrasion liée aux agents superficiels. La puissance des forces tectoniques crée des tensions qui fracturent parfois les roches, les rendant ainsi sensibles aux forces érosives.

La Chartreuse est un massif, encadré par les Bauges au nord et le Vercors au sud. Ces massifs sont séparés par de grandes vallées transversales, installées sur des zones de failles très anciennes. Ces entailles offrent une vision sur la structure transversale des massifs et montrent aussi certains plans de failles. A

l'extrémité nord de la Chartreuse, le Mont Granier expose de grandes corniches verticales de calcaire qui fut un massif récifal (il y a 125 millions d'années -Urgonien-). L'escarpement atteint près de 900m.

La verticalité et le système de failles rendent ces parois sujettes à des éboulements spectaculaires, comme il s'en est produit un dans la nuit du 24 au 25 novembre 1248. C'est probablement le plus grand écroulement connu de l'histoire de l'Europe. Le nombre de victimes est estimé à près de 3 000, et cette catastrophe a donné naissance à l'une des plus grandes falaises calcaires de France avec 700 mètres d'à-pic. 500 millions de m<sup>3</sup> de roches écroulées et glissées avaient alors détruit parmi d'autres bourgs, la ville de Saint-André, alors siège du décanat de Savoie, permettant ainsi à Chambéry de s'imposer comme capitale de la Savoie.

Le mont Granier s'appelait auparavant le mont Apremont, et a été rebaptisé à la suite de cette catastrophe avec le nom d'un des villages engloutis. Réciproquement, le village d'Apremont, construit sur les éboulis, a pris l'ancien nom de la montagne.

La zone d'épandage fait environ 23 km<sup>2</sup>, (7,5 km de long et 6,5 km de large). Cette zone est appelée les abymes de Myans à cause de la forme bosselée qu'a pris le terrain. Cet énorme chaos rocheux et boueux est devenu le terroir d'un vignoble réputé au nom évocateur : les Abymes. On y trouve l'Apremont (AOC) et les Abymes (AOC). Sur ce terroir calcaire, la Jacquère, cépage blanc typiquement savoyard, donne le blanc des Abymes, au goût distinct de son voisin l'Apremont, où la Jacquère s'exprime cette fois sur des terrains siliceux d'origine glaciaire non recouverts par l'écroulement de 1248.

Dans certaines dépressions se sont installés des lacs, tel le lac de Saint-André, proche de l'emplacement occupé par le village enseveli du même nom, ou le lac Noir.

Cet événement exceptionnel devait avoir une cause transcendante, diabolique ou divine, mais il fallait trouver une "explication". De fait plusieurs récits ont été proposés dans lesquels une punition divine est évoquée, soit contre un souverain, soit contre des savoyards en général ... chacun y infiltrant ses fantasmes ou frustrations. D'autres y ont vu la lutte entre le Bien et le Mal ou l'accomplissement d'une parole divine exposé dans le livre de Job : *"Il déplace les montagnes à leur insu, et les renverse dans sa colère »* (Job, 9, 5).



La « Pierre Hachée » est un des plus gros témoins de l'écroulement catastrophique de 1248. Ce bloc de calcaire de plus 1 000 m<sup>3</sup> provient de la face nord du Granier, visible à l'arrière-plan. Il a parcouru 5 km, emballé avec beaucoup d'autres blocs dans un flot de boue formant un paysage chaotique parsemé de buttes caractéristiques : les « mollards ». © Fabien Hobléa

D'autres écroulements se sont produits parmi lesquels les plus importants ont eu lieu en janvier et avril-mai 2016. Celui de la nuit du 8 au 9 janvier 2016, visible depuis Chambéry, fait 85 mètres de large sur 185 mètres de haut. L'effondrement représente 60 000 m<sup>3</sup> de roche. Les derniers éboulis sont arrêtés par des arbres à 300 m des maisons les plus proches. En avril-mai de cette année d'autres écroulements se sont produits à divers endroits, parfois accompagnés d'un torrent boueux. Le plus important concerne 50 000 m<sup>3</sup>. Les volumes instables sont estimés à 780 000 m<sup>3</sup> en trois masses différentes, mais proches.

La face nord du Granier présente une des plus hautes faces calcaires d'Europe (900 m de dénivellation, entre 1 000 et 1 900 m d'altitude). Il s'agit de la cicatrice du grand écroulement de 1248, qui a formé une véritable coupe géologique naturelle sur laquelle se distinguent aisément les couches de roches sédimentaires qui forment le Mont Granier. © Fabien Hobléa



## Les Grottes de Saint-Christophe

Les grottes de Saint-Christophe ou grottes des Échelles (limite du Dept de la Savoie, limite occidentale du massif de la Chartreuse, non loin des gorges du Guiers Vif,

Deux grottes différentes :

- La grotte supérieure avec ses marmites de géants.
- La grotte Inférieure (ou grand goulet), traversée par une passerelle située de 5 à 25 m au-dessus du sol et permettant de découvrir une vue panoramique sur la vallée des Échelles1.



Tunnel des Échelles (Route départementale 1006 de Chambéry en direction de Lyon, en Savoie. © Florian Pépelin, CC BY-SA 4.0

Cet ensemble de deux grottes bien distinctes a été creusé par l'érosion naturelle du calcaire, effectuées par les eaux des ères glaciaires.

Ces grottes, sont restées dans **l'Histoire**, en raison de leur proximité avec la **frontière** entre le royaume de France et le duché de Savoie, puis le royaume de Sardaigne, dont elles ont longtemps constitué un passage et un poste-frontière, situé sur la route de Paris à Turin.



## La cascade de Glandieu, à 40 km de l'arrivée, Brégnier-Cordon et Saint-Benoit (Ain)



La cascade dépose du travertin, calcaire déposé par l'activité de nombreux microorganismes (bactéries...) photosynthétiques dont la couleur verte trahit la présence. © P. Thomas

Localisation de la cascade de Glandieu, dans une petite échancrure topographique<sup>5</sup>

## Aux environs de Sault Brenaz(vers 20 km de l'arrivée)

Le Tour traverse le « bassin carrier de Montalieu-Vercieux / villebois. Ces pierres calcaires du Jurassique Moyen (Bathonien), facile à transporter avec la proximité du Rhône, ont servi à bâtir la majorité des monuments de Lyon et ce depuis l'époque romaine, et en particulier au 19eme et 1ere moitié du 20eme siècle.



Le Palais de Justice de Lyon en pierres de Villebois(©P. Thomas<sup>6</sup>) et le plus grand monolithe de France © 2021 Frédéric Celle

**Record de France** : Cette pierre de Villebois constitue le plus grand monolithe dressé taillé de France, sur la place du Bourg, érigé pour le centenaire de la Révolution française. Le monument fait 20m de haut, le seul monolithe atteint 9m.

<sup>5</sup><https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img616-2018-10-01.xml>

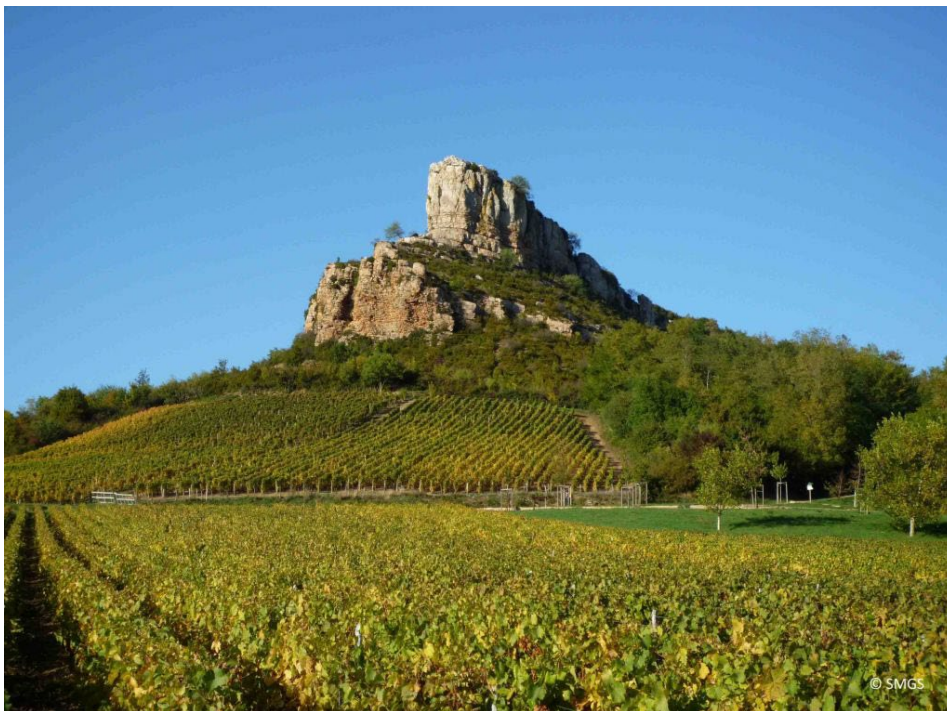
<sup>6</sup><https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img736-2022-01-31.xml>

## 6e étape (4 juillet) : Mâcon - Dijon (163 km)

### La roche de Solutré, telle l'étrave d'un bateau, traverse le temps<sup>7</sup>

La Roche de Solutré, a été popularisée lors des mandats de François Mitterrand qui s'y rendait rituellement chaque année, avec une cohorte d'accompagnants, mais elle était connue depuis longtemps, notamment par une légende qui y situait une chasse aux chevaux précipités dans l'abîme.

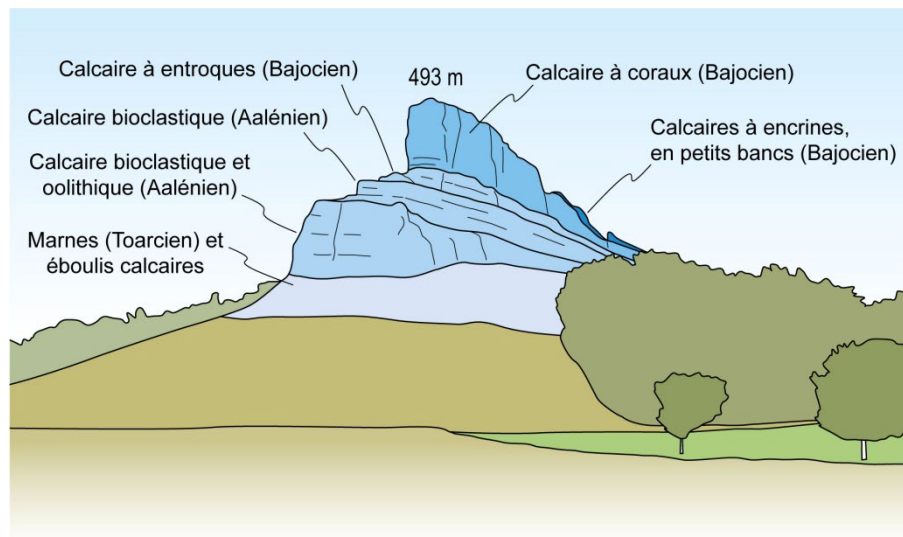
Vue de face elle évoque l'étrave d'un gigantesque bateau et fut d'ailleurs décrite comme "*navire pétrifié surplombant une mer de vignes*" par Alphonse de Lamartine. Le site en soi est emblématique de la Saône et Loire. Il est protégé comme site classé Grand Site de France (il en est d'ailleurs le siège). Il est aussi le site éponyme d'une culture paléolithique (le Solutréen) et son pied est occupé par le vignoble du célèbre Pouilly-Fuissé, vin blanc typique du mâconnais avec le cépage chardonnay.



La Roche de Solutré. La paroi qui regarde vers l'ouest (à gauche) est abrupte tandis que les pentes qui descendent vers l'est sont beaucoup plus douces. Les vignobles de Pouilly-Fuissé sont installés sur les éboulis et terrains marneux au pied de la Roche. © Dpt S&Loire

**Un récif corallien fossilisé** : le relief de la Roche de Solutré, est dû à une couche de calcaire très dur qui est celui d'un récif corallien fossilisé, qui se développait là il y a 170 millions d'années (Jurassique moyen). Cette masse compacte domine des calcaires et marnes plus anciens, beaucoup moins résistants qui forment les reliefs sous-jacents et les pentes cultivées.

<sup>7</sup> Inspiré de De Wever P. (2021).- Histoires secrètes de cailloux. Belin, 266 pages



Coupe de la Roche de Solutré. Les marnes de la base datent du Jurassique inférieur, tous les niveaux sus-jacents, plus récents, sont du Jurassique moyen.

## Un site archéologique majeur

Le site est occupé depuis au moins 55 000 ans comme en attestent les objets retrouvés. Il est célèbre pour avoir donné son nom à une culture du Paléolithique supérieur : le **Solutréen** (de 20 000 à 16 000 ans avant E.C.) caractérisée par ses « feuilles de laurier », chef d'œuvre de la taille du silex.



Silex taillé en « Feuille de laurier ». Cette pierre taillée, un outil d'une très grande finesse, est caractéristique du Solutréen. Photo © Dpt S&L.

En 1869, Gabriel de Mortillet, en examinant le matériel lithique recueilli au « Crot du Charnier », conclut à l'existence d'une civilisation spécifique qu'il baptise à partir du lieu. L'industrie solutréenne se caractérise par la technique de taille remarquable de pointes de silex qu'une analogie de forme a fait désigner sous le nom de feuilles de laurier. Ces pointes étaient travaillées sur leurs deux faces en retouches rasantes par enlèvements parallèles très minces et réguliers. A son apogée, la période solutréenne vit le façonnage d'outils plus fins que les précédents, dénommés feuilles de saules, retouchés sur leur seule face supérieure avec les mêmes procédés.

La chasse à Solutré : une réalité unique en Europe mais surtout une légende.

Pendant longtemps, le « Crot du Charnier » fut un lieu de chasse et d'abattage d'animaux sauvages (principalement des chevaux et des rennes). A cet endroit, les hommes de quatre grandes cultures du Paléolithique supérieur ont chassé, dépecé et boucané des milliers de chevaux. Leurs ossements constituent quatre couches principales, dans la masse de l'éboulis du pied de la Roche. Un de ces amas s'étend sur plus d'un hectare avec par endroits un mètre d'épaisseur. Le fait est unique en Europe. L'archéologie a mis en évidence l'existence d'importants troupeaux en migration saisonnière. Pour éviter les bas-fonds marécageux de la vallée de Solutré, ils longeaient la Roche pour gagner les pâturages de hauteur, selon un itinéraire immuable. Les chasseurs s'installaient sur ce passage à l'affût des équidés.



Un musée de la préhistoire, semi-enterré pour ne pas défigurer le site, est installé sur le flanc de la Roche de Solutré

Voilà pour l'hypothèse que permettent les faits.

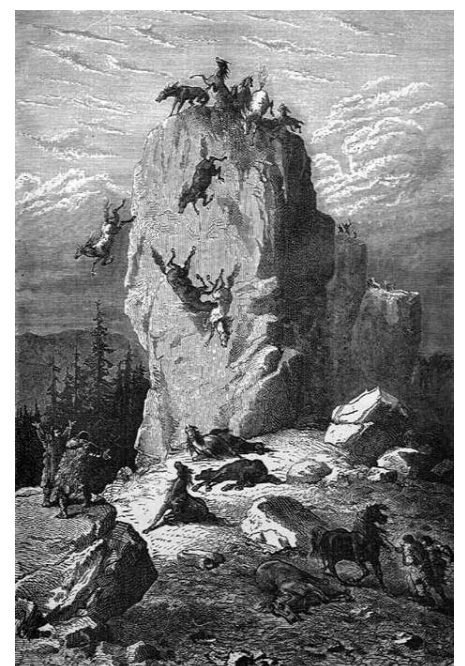
## Comment est née la légende, tenace ?

A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle Adrien Arcelin, archéologue amateur de la région publie un roman (sous le pseudonyme anagramme "Adrien Cranile"), intitulé "*Solutré ou les chasseurs de rennes de la France centrale*" qui est le premier « roman préhistorique », avant *La Guerre du feu* (J.-H. Rosny aîné, 1909). Ce récit lance la légende des chevaux précipités du haut de la Roche de Solutré sous la poursuite des chasseurs, intitulée la "chasse à l'abime". Les chasseurs auraient rabattu, en les affolant, les chevaux sur l'éperon rocheux, et les auraient ainsi fait culbuter dans le vide. Cette théorie est contredite par l'analyse de l'emplacement des gisements d'ossements par rapport au sommet de la Roche. En effet, l'amoncellement se situe beaucoup trop loin du bord de la falaise, et aucune trace de fracture n'a été relevée sur les ossements.

Plus simplement, les chasseurs devaient rabattre les chevaux le long du bas de la falaise, jusqu'à un endroit se prêtant bien à une embuscade, du fait de la présence de gros blocs effondrés, où d'autres chasseurs les attendaient.

Néanmoins, la forte attraction générée par cette fiction et ses illustrations continuent de fasciner et font perdurer la légende. L'aspect spectaculaire marque l'imaginaire.

*Illustration de la légende de la chasse à l'abime d'après Emile Bayard. La poursuite des chevaux sur le Roc de Solutré. In : Louis Figuier. L'homme primitif. Paris : Hachette et Cie. 1876. Source : Bibliothèque numérique. PIP*



## Cluny

Ce qui reste de l'abbaye de Cluny (détruite au 4/5 juste après la Révolution) suffit à témoigner de son importance, architecturale, religieuse et en termes d'utilisation des matériaux.

Les pierres utilisées sont très variées pour plusieurs raisons :

- La mosaïque géologique de la région
- L'énorme quantité nécessaire
- L'étalement dans la durée du XI au XIXe siècle

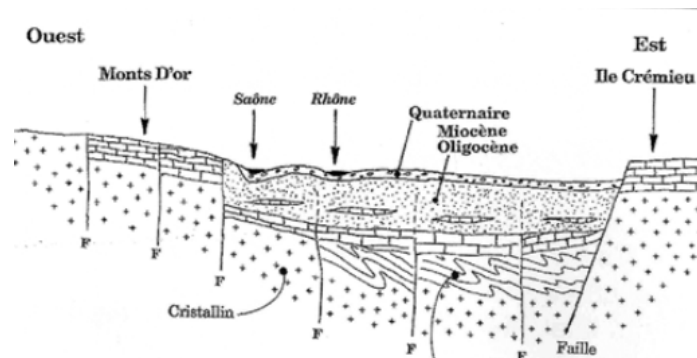
Les grès par exemple sont utilisés pour les bases des bâtiments, mais les calcaires jurassiques, qui font la célébrité des pierres de Bourgogne, sont évidemment largement utilisés, notamment les calcaires blancs du Jurassique moyen (Bathonien) à petites sphères (oolithes) qui constituent la carrière de la Cras, à proximité NW de Cluny (surtout utilisé lors de la partie dite « Cluny III).



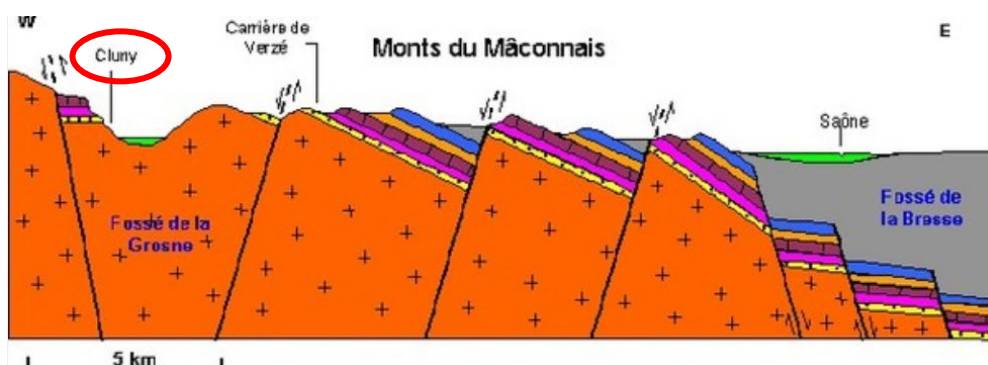
Les restes de l'abbaye de Cluny © P. Giraut, CC BY-SA 1.0

## La plaine de la Saône

La deuxième partie de l'étape se déroule dans la plaine de la Saône qui est le prolongement du célèbre « fossé de la Bresse ».



Nous sommes ici sur la partie occidentale du fossé de la Bresse.



## **Inondations ? Forcément ! C'est son origine !**

La plaine de la Saône correspond au remplissage sédimentaire d'un fossé qui s'enfoncé. Ce remplissage se fait par apport d'alluvions épanchées lors d'inondations. Les grandes plaines très plates, alluvionnaires sont appelées par les géologues des plaines d'inondations. Elles sont donc épisodiquement inondées. Même si ce n'est pas tous les ans ou toutes les décennies.

Signer des permis de construire dans de telles plaines d'inondations a été et est encore une erreur majeure. Les habitants du Nord- Pas de Calais ont payé cher cette erreur cet hiver 2023-2024

**Cela est vrai PARTOUT EN FRANCE pour les PLAINES ALLUVIALES**

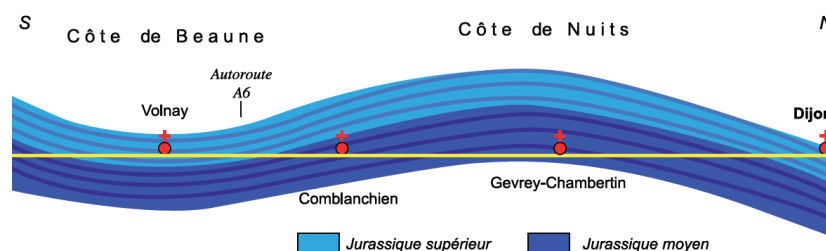
## 7<sup>e</sup> étape (5 juillet) : Nuits-Saint-Georges - Gevrey-Chambertin (25 km, **clm**)

### Les bourgognes de la Côte<sup>8</sup>

La Côte, du département de la Côte d'Or, inclut les vignobles de la Côte de Nuits, au nord et de la Côte de Beaune, au sud. La Côte est constituée de couches jurassiques surplombant la plaine bressane de 150 à 200m. Les zones les plus basses, celles de la plaine, sont à vocation céréalière ou réservées au pâturage quand elles sont humides. La vigne ne se cultive pas sur le plateau jurassique, trop élevé (500 à 600 m). Les parties hautes, (400 à 500 m) portent les vignobles des Hautes Côtes (H.C. de Nuits et H.C. de Beaune). Ces différences d'altitude ont une incidence climatique : le début d'éclosion de la vigne des Hautes Côtes et la maturité de son raisin présentent un retard d'une à deux semaines par rapport aux vignobles moins élevés de la Côte. Sur la Côte proprement dite se répartissent des niveaux de qualité qui sont par ordre décroissant : AOC Grand Cru, AOC Premier Cru, AOC Villages, AOC régionales de Bourgogne pour les cépages pinot noir (en rouge) et chardonnay (en blanc). L'AOC « Bourgogne Grand Ordinaire » rouge est attribué quand le cépage pinot noir est additionné de cépage gamay et l'appellation Bourgogne aligoté correspond au cépage du même nom, seul exemple en Bourgogne qui ne soit pas lié au terroir.

Pourquoi ces différences ? Pour obtenir un grand vin, le meilleur terroir est celui qui permet une maturation lente et progressive, aboutissant à un équilibre des constituants qui forment le « corps » du vin, tout en conservant les substances à l'origine du « bouquet ». On ne sait pas encore bien quels sont les éléments qui favorisent cette « alchimie ». On a invoqué le potassium, le manganèse, le magnésium, mais ce n'est pas démontré. On sait seulement que la productivité de la vigne dépend de ces éléments. Cela n'est probablement pas sans relation avec les critères directement sensibles tels que la pente, la « pierrosité », la teneur en argile, en calcaire ... Par exemple, les crus les plus prestigieux sont sur des pentes fortes, favorisant un lessivage des sols. En conséquence ce sont les terrains de pierrosité la plus élevée – là où l'on est le plus près du substrat rocheux. Par ailleurs, les meilleurs vins sont sur substrat calcaire, et les vins plus ordinaires sur substrat marneux ou argileux.

Les terroirs de substrat calcaire et de substrat marneux se répartissent suivant les plis formés dans les terrains jurassiques (Fig.). Les assises stratigraphiquement les plus basses (Jurassique inférieur également appelé Lias) affleurent au nord de Gevrey-Chambertin. Les grands crus de la Côte de Nuits sont situés sur le Jurassique moyen, constitué de calcaire à entroques et de marnes à huîtres (*Ostreaacuminata*) du Bajocien. Dans la Côte de Beaune, en revanche, les grands crus sont situés sur le Jurassique supérieur qui comporte trois assises de calcaires différents (Fig.).



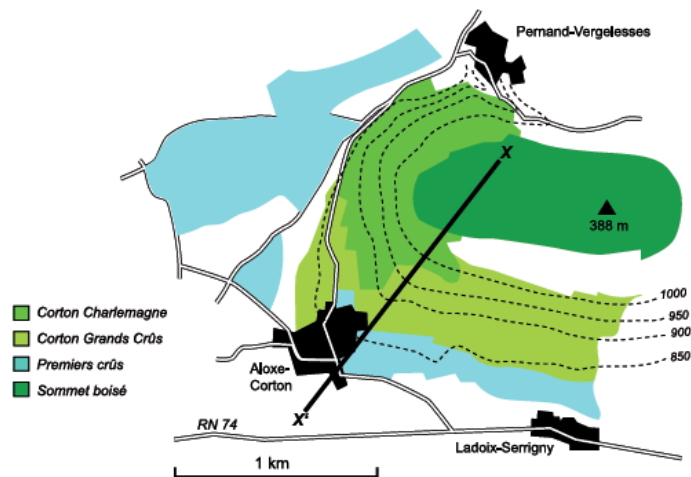
Terrains et structure des vignobles des Côtes de Nuits et Côtes de Beaune.

La coupe montre du sud au nord :

- le synclinal de Volnay (dépression de l'agencement des couches dont le point bas se situe au niveau de Volnay), où se situent les terrains les plus récents (le Callovien et l'Oxfordien moyen et supérieur),
- l'anticlinal de Gevrey (bombement de la structure dont le cœur se trouve au niveau de Gevrey), montrant à l'affleurement les terrains les plus anciens.

La ligne jaune positionne grossièrement le niveau de la plaine de la Saône.

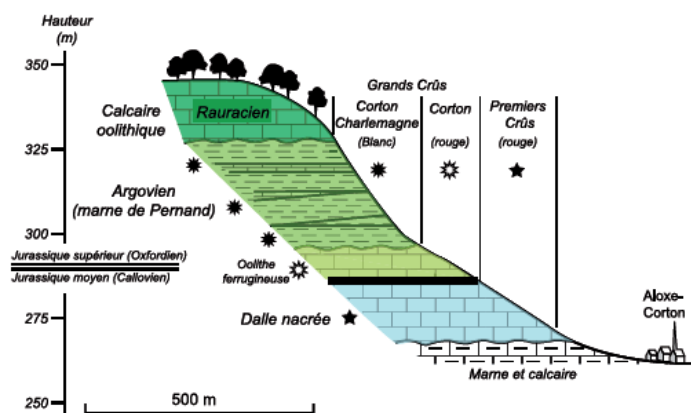
<sup>8</sup> Inspiré de De Wever P., Reynaud JY & Rotaru M. (2010) .- Géologie et Vin, Bulletin de la Société Géologique d'Ardèche, n°4 pp.37-46.



### Carte et coupe géologiques simplifiées du vignoble d'Aloxe-Corton

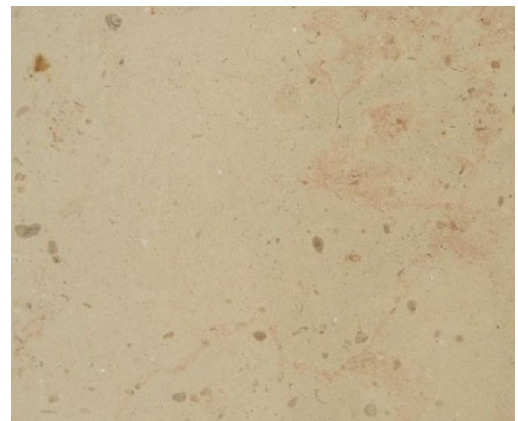
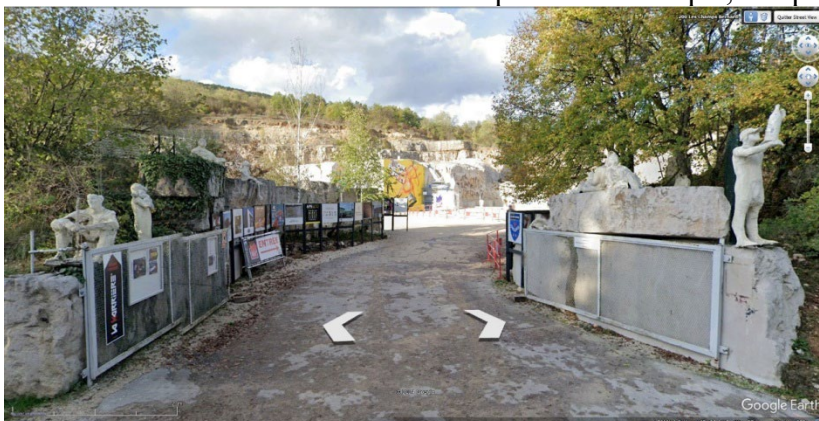
A- La carte localise les crûs de Corton (ceux de Pernand-Vergelesses, au nord, ne sont pas mentionnés) qui ceinturent la colline suivant les terrains du Bajocien (calcaire à entroques du Jurassique moyen). La coupe révèle que l'étagement des crûs, rouges en bas, blancs vers le haut, est lié à la succession des couches.

B- Vue vers l'Est de la colline de Corton. En bas, à gauche, se loge le village de Pernand-Vergelesses, et en bas, à droite, Aloxe-Corton. La coupe montrée en A longe le profil à droite de la colline. © P. De Wever



## Les pierres de la Côte

Le secteur de la Côte est également connu pour son calcaire, dit « pierre de comblanchien », très utilisé en décoration architecturale pour ses variétés les plus nobles qui ressemblent à du marbre. On retrouve ce calcaire dans l'Opéra de Paris, sur l'escalier de la Pyramide du Louvre ... Il est daté de 168 Ma (Bathonien, Jurassique moyen). La principale carrière se trouve à Comblanchien, village situé 5 km au sud du départ. 4,5 km après le départ, le trajet de l'étape passe devant « la Karrière », carrière de pierre de Comblanchien abandonnée et reconvertie en lieu d'exposition artistique, de spectacle ...



[kmz/La Karrière.kmz](http://kmz/La_Karriere.kmz)

Pierre de Comblanchien (les « flammes » rougeâtres en sont une des caractéristiques)



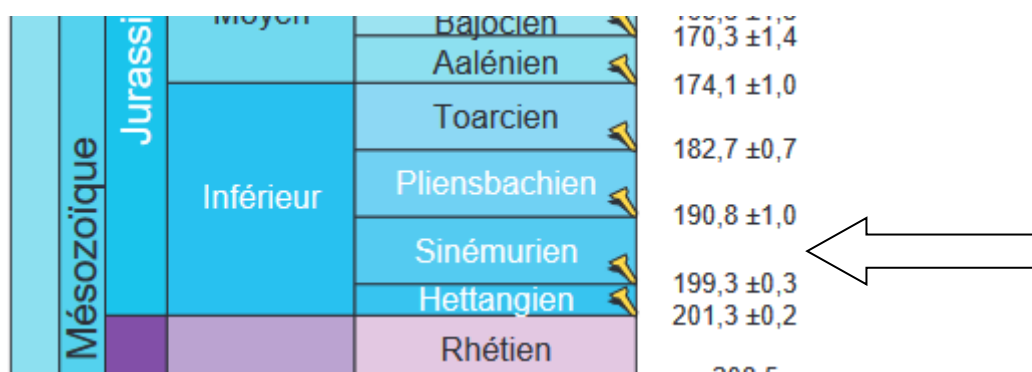
## 8e étape (6 juillet) : Semur-en-Auxois - Colombey-les-deux-Églises (176 km)

Une étape spéciale : rare : toute la journée dans des roches qui datent du Jurassique et elle va même du Jurassique inférieur au départ (- 195 millions d'années, Sinémurien) jusqu'au Jurassique supérieur (à l'arrivée, -155 millions d'années, Kimméridgien).

L'ensemble du parcours est de ce fait assez homogène : des collines où alternent champs, prairies et bois.

### Semur : Un étalon de temps

Semur est une localité qui a donné son nom à une subdivision de l'échelle des temps géologiques : Le Sinémurien, (de -200 à -190 million d'années).



Extrait de l'échelle internationale des temps géologiques

### Le calcaire à Gryphées

Au début du Jurassique (200 millions d'années), une mer assez peu profonde occupait le nord de la Lorraine-Moselle jusque dans la région de Vienne (Isère). Dans cette eau, se développaient des huîtres en forme de griffes arquées que l'on retrouve en abondance dans un calcaire sombre, la boue initiale étant bien indurée aujourd'hui.

Ce calcaire à gryphées arquées se retrouve dans beaucoup d'édifices de la région, mais aussi plus largement du Luxembourg jusqu'en Isère, même si cette roche ne constitue pas toujours l'élément principal de la construction. Cette pierre était déjà utilisée par les Romains, notamment pour faire de la chaux, comme en attestent les pierres de l'enceinte d'*Augustodunum* (ancien nom d'Autun). Elle est également utilisée pour des encadrements de porte, ou fenêtre, bornes, évier, marches (telles celles de la cathédrale d'Autun), etc. En pavage, elle alterne parfois avec le calcaire blanc-rosâtre de Comblanchien comme dans la cathédrale Saint-Bénigne de Dijon, ou la cathédrale Saint-Maurice de Vienne (Isère), bien plus au sud.



Une maison du vieux Lyon utilisant le solide Calcaire à Gryphées. À gauche : vue générale, à droite : vue rapprochée. © Pierre Thomas.

Parce qu'il se taillait plus facilement que le granite, le calcaire sombre à gryphées fut utilisé dans les constructions monumentales ou vernaculaires, ainsi qu'en moellons et, surtout, dans les modénatures sur les contreforts des régions du socle ancien (Vosges, Morvan, Ardennes). Par ailleurs, sa couleur sombre était utilisée pour offrir une palette chromatique en association avec le calcaire blond du Jurassique moyen.



Calcaire à gryphées utilisé dans le pavage de la cathédrale Saint-Maurice (Vienne, Isère). © P. De Wever.

## La croix de Lorraine : un mémorial en granite breton dans un pays calcaire



Le mémorial en forme de croix de Lorraine de Colombey-les-deux Églises, de 44 m de haut, est en béton précontraint, recouvert d'un placage de granite rose provenant des Côtes du Nord (de la Côte de granit rose, environ de Perros-Guirec).

## 9e étape (7 juillet) : Troyes - Troyes (199 km)

Aujourd'hui sols de craie, calcaire, marne et argile. Des roches différentes, des paysages différents (Champagne sèche – Champagne humide – Barrois).



Paysage de Champagne sèche © M. Thonon

### Une champagne pouilleuse bien saine<sup>9</sup>

Il est parfois des noms difficiles à porter par l'image qu'ils impliquent. La champagne pouilleuse quand à elle préfère parfois se faire appeler Champagne crayeuse, à cause d'une **idée fausse**.

La Champagne crayeuse a longtemps été pauvre. En effet, sur ses terrains seules quelques plantes s'adaptent à cette pauvreté du sol et à la sécheresse. Parmi ces plantes se trouve le thym pouliot ou, plus précisément le thym faux pouliot (*Thymus pulegioides*), encore appelé thym de bergère ou pouilleux qui est un arbrisseau aromatique qui ne dépasse guère 5 à 30 cm de hauteur .



Le thym faux pouliot (*Thymus pulegioides*) © Andreas Trepte / CC BY-SA 2,5

La Champagne où cette plante aromatique pousse est, de ce fait, appelée Champagne pouilleuse. Il ne s'agit donc pas d'une champagne dite pouilleuse parce que miséreuse due à son infertilité où les quelques humains étaient rongés par cette vermine, mais au contraire d'une **Champagne qui fleurait bon**... le thym et le serpolet !

<sup>9</sup> Inspiré de De Wever P. (2021à.- Histoires secrètes de cailloux. Edit. Belin, 266 pages

Cette région est aujourd'hui devenue une des grandes régions agricoles de la France grâce à l'utilisation des engrais chimiques depuis la seconde guerre mondiale, produisant des céréales et de la betterave et possédant des industries agro-alimentaire.



Champagne crayeuse (Origny-le-Sec, Aube). les terres crayeuses sont naturellement blanches et peu fertiles. L'apport d'intrants chimiques depuis la seconde guerre permet aujourd'hui la culture de céréales © Claude Colleté

Dès la sortie de Troyes (Thennelières, Laubressel et Dosches) : craie de la **Champagne sèche** et ses grandes cultures **céréalières** et des constructions en pans de bois, en terre crue ou en craie.



Maisons à pans de bois de Laubressel © Cl. Colleté

Attention : Champagne Sèche...seulement en surface, car avec une épaisseur de 500 mètres la craie est un gigantesque **réservoir d'eau**, grâce à sa porosité qui dépasse 40%.

Une côte, *cuesta*, est bien visible dans le paysage tout le long de la limite entre les Champagnes sèche et humide du S-W au N-E du département d'Ervy-le-Châtel à Chavanges.

Cette route est dite du « Balcon du Lac » car elle surplombe la plaine argileuse de **Champagne humide** avec les grands lacs.



Église de Dosches en craie du parcours © Cl. Colleté

### Des grands lacs pour protéger Paris des inondations

Les grands lacs-réservoirs (Seine, Marne et Aube) ont été créés pour réguler le débit de la Seine et ainsi limiter les risques d'inondation à Paris en hiver et maintenir un étiage satisfaisant en été.

Le lac-réservoir Seine ou Lac d'Orient a été mis en service en 1966, celui de la Marne ou lac du Der en 1974 et celui de l'Aube ou les lacs d'Amance et du Temple en 1990. Tous sont implantés sur les **argiles** de la Champagne humide déposées au Crétacé inférieur (Barrémien, Aptien et Albien, -120 à -100 millions d'années).

Route du tour de France



Barrage réservoir Seine

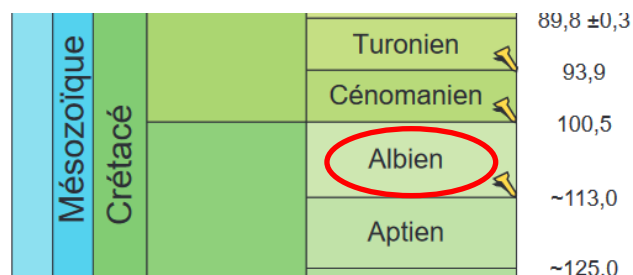
Barrage réservoir Aube

### L'Aube : un étalon de temps, l'albien

#### L'Albien blanc de l'Aube (*alba*)

Passage entre les 2 lacs-réservoirs Seine et Aube implantés sur les argiles et marnes datant d'une période géologique (un étage) dénommé Albien (du Crétacé inférieur, -100 millions d'années). Cet Étage a été défini en 1842 dans le département de l'Aube (le nom Aube vient d'*alba* qui a donné Albien). Un **étalon international** de l'échelle des temps géologiques une référence mondiale (un **stratotype**) !

La présence d'argiles explique la brique utilisée pour les maisons. L'Aube comptait plus de 140 tuileries-briqueteries).



L'albien sur l'échelle internationale de temps géologiques (Commission stratigraphique internationale (extrait))



A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle avec l'essor de l'**Art nouveau**, la brique est utilisée comme motif décoratif. Maison en briques à Géraudot  
© R. Touch

De Vendevre (km 37) et jusqu'à Magnant (km 148), l'étape parcourt une autre région naturelle, le **Barrois** avec des terrains calcaires et marneux surtout du Jurassique supérieur (environ 150 millions d'années avant nous). Très vite les vignes apparaissent sur les versants des nombreux cours d'eau, **des vignes à l'appellation Champagne**. Elles poussent sur des couches datant de l'étage géologique Kimméridgien (dont le stratotype est à Kimmeridge en Angleterre), tout comme le Chablis et beaucoup de crus de Bourgogne.



**Vignes et géologie sont liées** : Cartes géologique et satellite : Les vignes « suivent » la couche kimméridgienne (en bleu) – Sources BRGM & Google

### Champagne de l'aube : Une concentration de récoltants-manipulants

L'aire de production de l'appellation Champagne couvre 34 300 hectares sur 319 communes, répartis pour 66% dans la Marne, 23% dans l'Aube, 10% dans l'Aisne et un peu en Haute-Marne et Seine-et-Marne. Dans l'Aube, il y a beaucoup de propriétaires récoltants-manipulants et de coopératives contrairement à la Marne qui est le fief des Grandes Maisons. **Celles-sur-Source** où passe l'étape dutour est un village de 500 habitants avec 47 maisons de Champagne dont essentiellement des récoltants-manipulants, soit la plus grande concentration !



Les villages sont caractérisés par des constructions qui utilisent la pierre locale (le calcaire).



Bâtiment en calcaire jurassique à Pargues (150 millions d'années) © Cl. Colleté



Grange en calcaire coquillier (lumachelle) du Barrémien (120 millions d'années) à Briel-sur-Barse © Cl. Colleté

Les vallées sont séparées par des plateaux constitués de puissantes barres calcaires (100m d'épaisseur) du Jurassique supérieur (Tithonien, 150 millions d'années).



Carrière à Puits-et-Nuisement exploitant les calcaires du Jurassique sommital (Tithonien, 150 Ma) © Cl Colleté.

Ces calcaires sont exploités pour les granulats (ex. Puits-et-Nuisement, carrières le long du parcours). Les « **chemins blancs** », du Barrois, sont dans les calcaires massifs blanc-beige du Jurassique supérieur (Tithonien et Kimméridgien, -155 à -145 millions d'années).

### La « Côte des Bar »

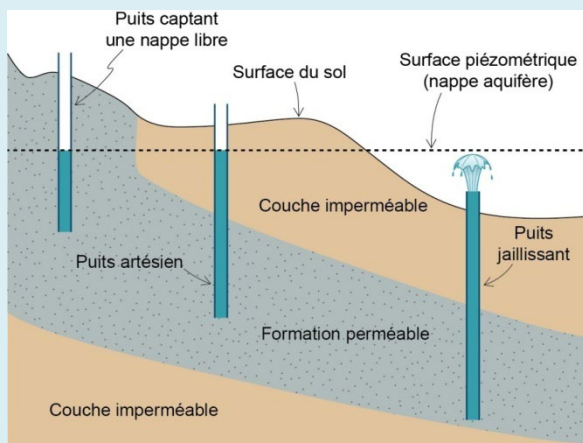
Depuis quelques décennies, le Barrois est souvent appelé « Côte des Bar » (sans « s » ce qui est une erreur orthographique) pour attirer l'attention des touristes, des œnologues amateurs de bon vin, mais cette étape permet de vérifier qu'il s'agit d'un relief de plateaux avec des vallées bien marquées. Une vraie côte au sens géomorphologique a été vue (descendue) en début d'étape à Dosches en quittant la craie et la route du balcon du lac.

Le retour vers Troyes fait traverser à nouveau la Champagne humide (argiles couvertes de prairies (production de lait pour le fromage AOP « Chaource » et du Champ-sur-Barse), vers Briel-sur-Barse, Montiéramey, Montreuil-sur-Barse, Fresnoy-le-Château, Clérey).



## L'Aube fournisseur d'eau pour Paris

L'Aube est célèbre pour son eau (celle des réservoirs qui protègent la capitale et celle de son sol qui alimente la région parisienne en eau : En effet la couche de **Sables Verts de l'Albien** est un gigantesque réservoir d'eau (nappe aquifère). A Montiéramey, ils ont été exploités jusqu'en 1975, le village a une rue qui leur est dédiée.



Principe du puits artésien (avec niveau dans un puits et un puits artésien aussi appelé puits jaillissant).

Le phénomène du puits artésien est dû au fait que l'eau a tendance à se trouver, à l'air libre, au même niveau quelle que soit sa situation souterraine.

En 1861 un forage jusqu'à 586 mètres de profondeur a été effectué à Passy (pour atteindre les Sables verts) et l'eau s'est mise à jaillir à raison de 5000 m<sup>3</sup>/ jour. D'autres puits artésiens ont été alors forés, l'eau ayant une valeur stratégique.

*Un puits artésien à Paris en 1909*



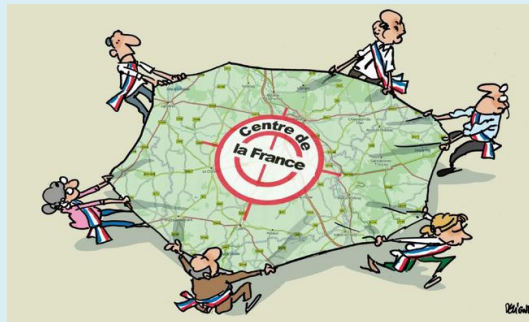
La craie est retrouvée en arrivant sur l'agglomération de Troyes.



## 8 juillet : Repos

### 10e étape (9 juillet) : Orléans - Saint-Amand-Montrond (187 km)

#### Bruère-Allichamps à 10km de l'arrivée : Quel centre de quelle France ?



Le centre de gravité de la France se situe officiellement **dans l'Allier... ou dans le Cher, selon que l'on inclut ou non la Corse**. Disputé par une dizaine de communes dont Saulzais-le-Potier, Bruère-Allichamps et Saint-Amand Montrond.

Tout dépend de la méthode choisie. «Autrefois, on calculait à partir d'une carte plane, donc une version déformée de la surface terrestre alors qu'aujourd'hui on tient compte de la géométrie dans l'espace». En appliquant cette méthode, l'institut a tranché en 1993 : «Le centre de gravité de la France métropolitaine se situe ainsi sur la commune de Nassigny (Allier), tandis que celui de la France continentale (sans la Corse) se trouve sur la commune de Vesdun (Cher)» indique l'IGN sur son site (une trentaine de km plus au sud). Un motif de fierté pour les maires et habitants de ces communes.

À Nassigny, village d'à peine 200 âmes près de Montluçon, le centre métropolitain est matérialisé par une borne située le long d'un chemin de randonnée.

Idem à Vesdun, distant de 20 km et peuplé de quelque 550 habitants, où un monument en mosaïques multicolore identifie le centre de la France continentale.

Bruère-Allichamps a historiquement été le premier centre géographique de l'Hexagone, les calculs d'alors (1860-1870) ont été effectués quand l'Alsace et la Lorraine étaient annexées par l'Empire allemand.

### Le Loiret, si court, mais si étendu ou la valeur n'attend pas le nombre de kilomètres...

La rivière du Loiret est très courte, elle mesure moins de 12 km de long, et pourtant elle a donné son nom à un département très étendu de près de 7000 km<sup>2</sup> (dans le premier quart des départements en surface).

Sa source en fait la particularité car il s'agit d'une résurgence d'une partie de la Loire (d'où son nom de petite Loire : Loiret), dont le cours est partiellement souterrain dans l'Orléanais et qui ressort à ... Orléans-la-Source dans le parc Floral de La Source (il y a une certaine logique !).



Source du Loiret, dites « source du Bouillon ». Noter les bouillonnements au centre du bassin, preuve que l'eau sort de la nappe avec une certaine pression<sup>10</sup>.

### **Effet d' « inversac » ; tantôt résurgence, tantôt perte.**

Occasionnellement, le sens de l'écoulement des sources peut s'inverser : le Bouillon absorbe l'eau du Loiret qui disparaît alors dans le réseau karstique.

Ce phénomène apparaît lorsque les eaux de la Loire et de sa nappe sont basses (période d'étiage) et les pluies locales fortes. Ces eaux se retrouvent alors plus élevées que la nappe et le réseau karstique. Les résurgences deviennent alors des pertes.

Le Loiret, rivière aux sources mystérieuses et fascinantes et située dans le Val de Loire, région historiquement et artistiquement importante, a inspiré de nombreux artistes.



« La Loire et le Loiret » dans le Parc du château de Versailles.

© [https://fr.wikipedia.org/wiki/Loiret\\_\(rivière\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Loiret_(rivière))

<sup>10</sup><https://www.orleans-metropole.fr/tourisme/parcs-et-jardins/parc-floral-de-la-source-orleans-loiretll>

## 11e étape (10 juillet) : Évaux-les-Bains - Le Lioran (211 km)

### Des mines

Le départ à Evaux les bains est situé 3 km au sud d'une ancienne **mine d'or**. La mine, ouverte en 1905 a fermé en 1955. Plus de 15 tonnes d'or en ont été extraite, à partir d'un minerai ayant une teneur de 10 à 20 g d'or par tonne de minerai. Avec une valeur actuelle de 60 000 €/kg, cela représenterait une valeur de 900 millions d'euros



A Lastic, près du Beix, se trouve une des plus importantes **mines de fluorine** de France. La fluorine correspond au minerai de fluor, qui est utilisé à de nombreux usages, du **dentifrice** à la métallurgie et aux revêtements anti adhérents (**téflon**). La mine du Beix et d'autres mines voisines ont fourni des cristaux d'une exceptionnelle beauté.



Photographie : Pierre Thomas

Cristaux de fluorine © P. Thomas

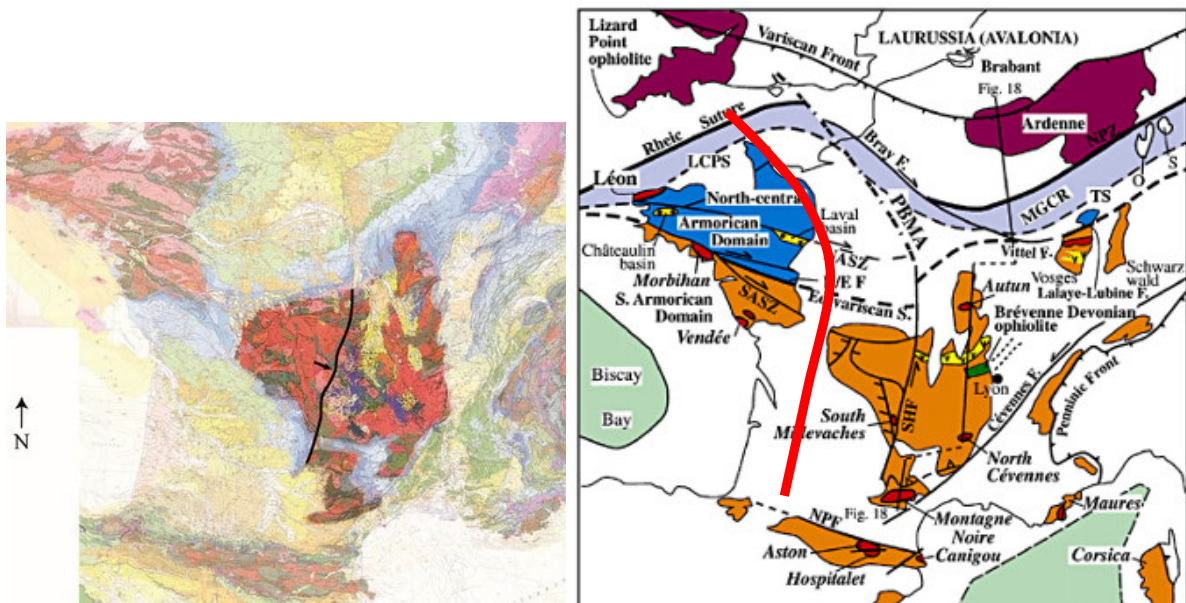
Puis on passe à Meisseix et sa mine de charbon qui appartient au Sillon Houiller

## De Bourg Lastic à Mauriac: le sillon houiller : une cassure à l'échelle européenne

A partir de Bourg Lastic, le Tour suit une grande vallée rectiligne qui traverse tout le Massif Central. Elle va de Toulouse (au sud) à Moulins, au nord et longe le Morvan. Il s'agit d'une grande cassure du massif Central (appelée sillon houiller).

Cette cassure est très ancienne et de fait concerne toute l'Europe.

Le long de cette cassure se sont installés de nombreux lacs il y a 300 millions d'années (Carbonifère), dans lesquels se sont accumulés de nombreux végétaux issus des forêts luxuriantes voisines (la France était située à l'équateur à cette époque), débris végétaux qui sont devenu **charbon**(d'où le nom de sillon houiller).



La cassure du « sillon houiller » (en noir) traverse tout le Massif Central et se prolonge vers le Nord (en rouge) (d'après M. Faure, 2015)

Le Tour traverse des bourgs miniers dont Messeix. Les mines de charbon ont fermé en 1988, et un **musée de la mine** est installé sur le site du Puits Saint-Louis. Y sont présentées les conditions de travail des mineurs de fond et de nombreux équipements.



Le Puits Saint-Louis devenu musée de la mine à Messeix © A.BourgeoisP, CC BY-SA 4.0

## BORT-LES ORGUES

### Auvergne typique

A Bort le regard embrasse un vaste panorama :

- l'imposant massif du Sancy,
- la masse gigantesque du Cantal,
- les vallées glaciaires au fond large et plat, aux versants abrupts.
- le lac et son barrage

Dans ce paysage typique de l'Auvergne, la ville se place sur le Sillon Houiller (datant de l'ère primaire). Sur 2 km de longueur et 80 m de hauteur, les orgues sont issues d'une coulée de phonolite venant des Monts du Cantal. Ses orgues sont volumineuses mais pas très bien formées.



Les Orgues de Bort © rensi, dom public

Le barrage situé sur la Dordogne et est le réservoir de quatre barrages situés en aval : Marèges, l'Aigle, le Chastang et Argentat. Sa retenue de 1 070 ha sur 21 km de longueur est partiellement aménagée pour les loisirs.



Le Barrage de Bort-les-Orgues © koakoo, Public domain,



© Glaurent, CC BY 3.0

## MAURIAC

### Sur une coulée de lave

Le bourg est installé sur une coulée de basalte, qui explique la dénivellation entre le bas du bourg et son sommet.

En altitude (entre 800 et 2500m) pousse la gentiane dont la racine est utilisée pour faire des apéritifs (Suze et Salers ou Avezé).



La gentiane et ses « produits dérivés »

6 km après Mauriac, on descend dans une vallée à fond plat (glaciaire) creusée à travers un empilement de coulées de lave. Les hameaux et villages traversés s'appellent « ... de Salers » (ex : Saint-Vincent de Salers), rappelant que nous sommes en pays de Salers qui a donné son nom à une **race de vache**, à un **fromage**.

Puis, ascension du pas de Peyrol-Puy Mary (belles coulées visibles dans la montée).

Après le col de Redondet, descente vers Mandaille avec très belle vue sur le Puy Griou, beau dôme/aiguille de phonolite



Le Puy Griou vu du col du Redondet

De là : plein Est vers (Salers) Puy-Mary-Pas de Peyrol Col Perthus col de la Fond de Cere Lioran

## L'étape du jour se termine sur le plus grand volcan d'Europe : le Cantal (ce qu'il en reste). Volcanisme du Cantal, grandeur et décadence

Le volcanisme du Massif central dans son ensemble : actif depuis 50 millions d'années. Les dernières manifestations datent d'environ 6500 ans.

Le volcanisme du Cantal a commencé il y a env. 12 millions d'années et s'est poursuivi jusqu'à récemment. Le volcan s'est constitué par additions de couches successives, formant un empilement de strates, d'où son nom de strato-volcan.

Un tel édifice ne se marque pas par des éruptions quotidiennes pendant la dizaine de millions d'années d'activité. En effet, à l'image de l'Etna, volcan en activité, il reste parfois sans éruption pendant des années, au cours desquelles l'érosion fait son œuvre et emmène des sédiments tendres, telles les cendres. Il s'agit donc d'une **alternance de périodes de croissance et d'érosion**.

Au cours du temps la composition chimique des laves change. Elles étaient d'abord très fluides, et s'écoulaient alors facilement assez loin. Puis elles deviennent plus visqueuses, les coulées sont plus courtes et plus épaisses. Le massif du Cantal devait alors atteindre ses plus hauts sommets, au moins 3000 mètres (peut-être **4000 m**) !

Coupe du Cantal :

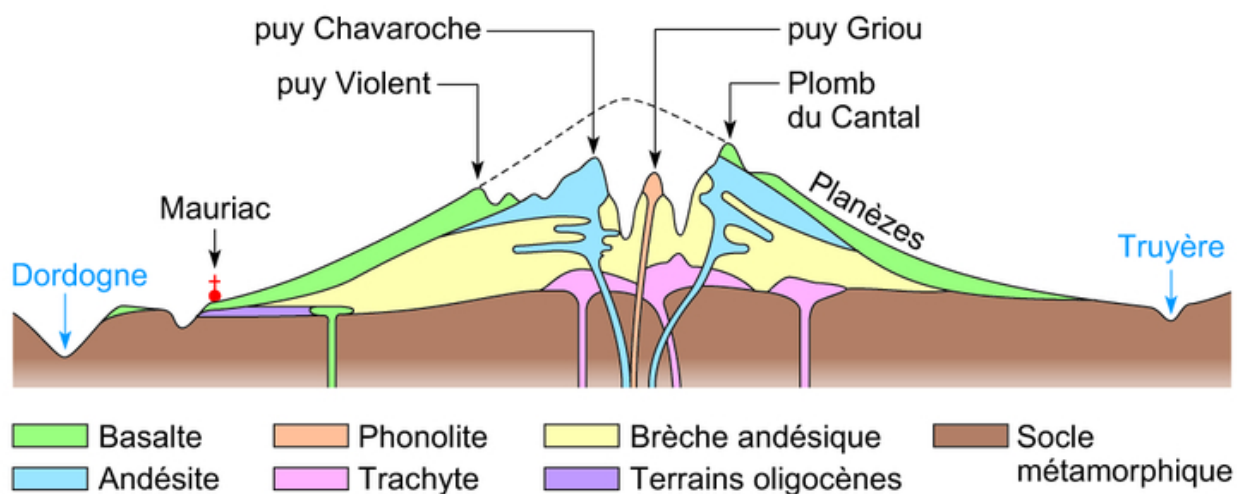
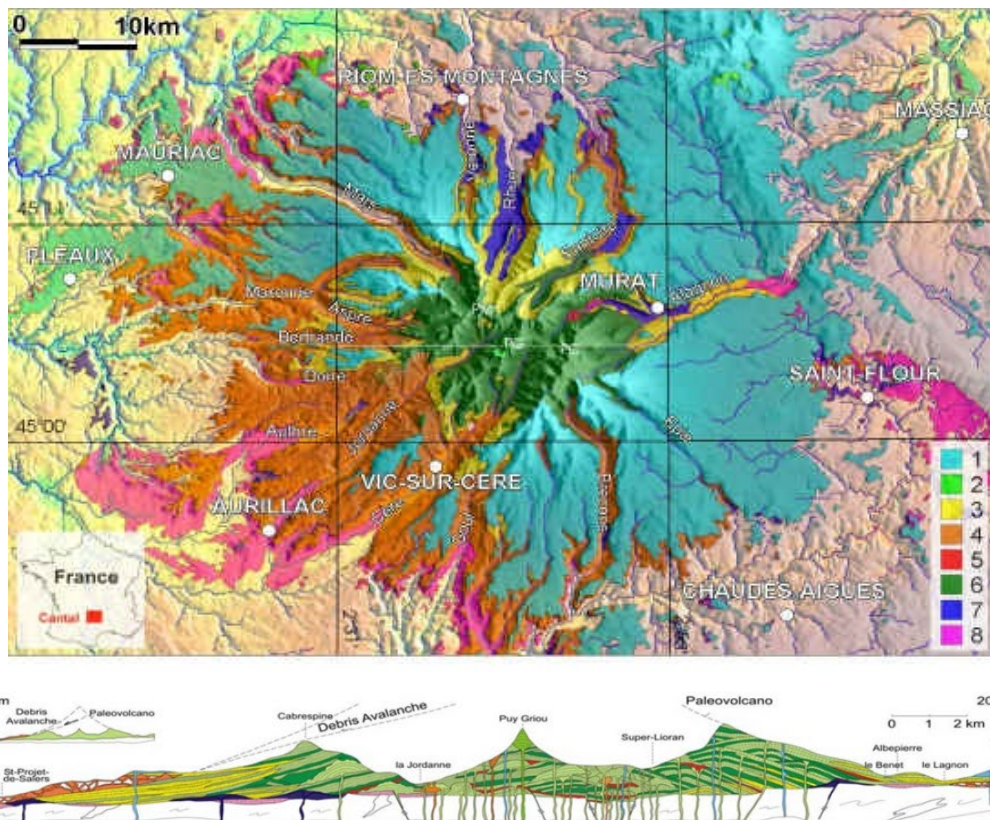


Schéma montrant l'intrication des manifestations et les différents types de laves



La coupe montre le grand nombre de cheminée qui ont fonctionné (sur cette seule transversale !) et qu'il ne reste presque rien du volcan cantalien !

La forme du massif du Cantal n'est pas due à l'érosion mais à une **gigantesque explosion** (du type du Mont Saint-Helens, USA, 1980) qui a expulsé des débris (jusqu'à proximité d'Aurillac, à plus de 30 km de là). Le sommet a été ramené à des altitudes proches de l'actuel : 1850. Plus de 1000 m d'altitude ont ainsi été perdus (le Mt St Helens est lui aussi passé de près de **3000m** à **près de 1800m**, en une seule explosion<sup>11</sup>).

## Vont-ils se réveiller ?

Les grandes éruptions ont cessé il y a environ 6 millions d'années, mais le volcanisme s'est néanmoins poursuivi jusque très récemment : les éruptions les plus récentes sont datées d'il y a 6000 ans dans le Puy de Dôme (Lac Pavin, Puy de Montcineyre), l'existence de sources d'eau chaude (ex. Chaudes-Aigues), témoignent de la présence de chambres magmatiques à faible profondeur.

**Il est donc possible de retrouver une activité, mais soyons rassurés, elle sera annoncée ... par des séismes !!**

<sup>11</sup>Il est possible que cette « faible altitude actuelle du Cantal soit aussi due à des effondrements par vidange d'un réservoir de magma (formation d'une caldéra). La part relative explosion/effondrement se discute actuellement.



## 12e étape (11 juillet) Aurillac - Villeneuve-sur-Lot (204 km)

Du départ à Aurillac jusqu'à Saint-Céré, on roule sur les vieux terrains du Massif central, paysage assez verdoyant et bocagé, terre d'élevage de bovins.



Paysage bocages du Massif central

A partir de Saint-Céré, par la côte d'Autoire, on monte sur le **Causse** fait majoritairement de calcaire (d'où le nom de CAUSSE), déposé dans une mer chaude au Jurassique (autour de 170 millions d'années). Dans la côte, après le village d'Autoire, on voit bien les couches de calcaires horizontales qui forment le plateau des Causses.



Le Causse d'Autoire ©CDLot

C'est dans une vallée de ce type, plus encaissée et aux falaises plus hautes, que se situe le site de Rocamadour qui sera traversé 20km plus loin.

Juste avant d'arriver sur le plateau, on arrive dans un « cirque », appelé « reculée » dans le Jura, et « bout du monde » en Bourgogne ...

Une cascade se précipite du haut des falaises.



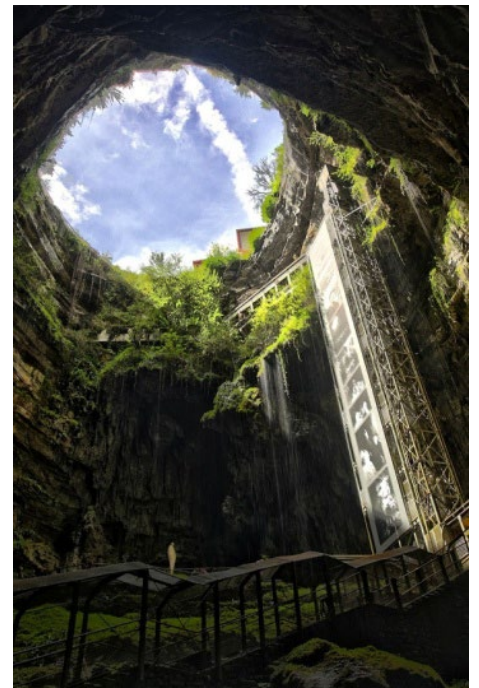
Cascade dans une reculée d'Autoire © D.R.

## Quercy : Causse Martel ou Causse de Gramat, le gouffre de PADIRAC

Le causse Martel est un paysage calcaire marqué par des dissolutions, donnant un relief karstique. Ce relief se caractérise, entre autres par des gouffres et des grottes, et par des gorges, parfois de véritables canyons comme celui où est installé Rocamadour.

Parmi les cavités certaines sont très grandes, la plus connue est celle du **gouffre de Padirac du nom d'un village que traverse le Tour**. Un diamètre de 35mest l'entrée monumentale d'une cavité naturelle, qui descend jusqu'à plus de 100 m. Il s'agit de l'effondrement du toit d'une cavité au fond de laquelle coule l'eau qui a creusé ce calcaire. Elle parcourt une partie d'un grand réseau de plus de 55 km. La dissolution s'est faite il y a 1 ou 2 millions d'années mais le calcaire s'est déposé il y a environ 170 millions d'années, dans un lagon tropical.

Les cavités du bas ont été explorées par, le spéléologue **Édouard-Alfred Martel** en 1889. Celui-ci grand explorateur des curiosités géologiques a aussi laissé son nom au « sentier Martel » des gorges du Verdon.



Gouffre de Padirac © Gerald FauvelleCC BY-SA 4.0

Quelques kilomètres après Padirac, le Tour traverse Alvernac-les-eaux, ville thermale où sort une source très minéralisée, qui donne lieu à des cures et qui est mise en bouteille

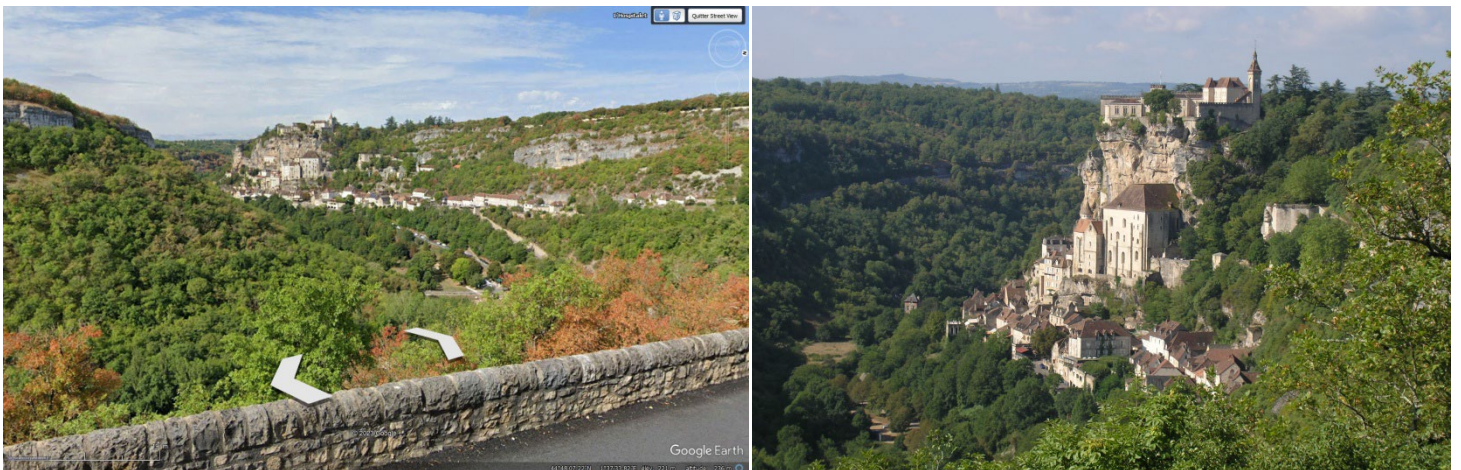
## Le site de Rocamadour

6 km après Alvernac, le Tour descend dans les gorges de l'Alzou, qui abrite le site de Rocamadour. On découvre le site juste après un tunnel au début de la descente.

Ce site résulte de la conjonction de 3 phénomènes :

- 1- le dépôt de calcaires dans des mers chaudes du Jurassique (il y a 170 millions d'années),
- 2- si des événements, au Tertiaire (env. 20 millions d'années) ont relevé la région d'environ 300 m,
- 3- l'Alzou a creusé une gorge d'environ 150 m de profondeur,

Le site de Rocamadour est le fruit du travail de micro-organismes (pour le calcaire), de la Terre (tectonique et érosion pour l'élévation), des eaux (dissolution) et de celui des hommes aussi, bien sûr.



Le site de Rocamadour © Dom public

## Gourdon : une place forte installée sur un bloc traduit une inversion de relief

Le village, très ancien, est bâti sur un pic aux pentes raides, rocheuses, nues, dominant la vallée du Loup. Véritable village féodal, il est bâti sur des roches qui lui servaient de remparts, le rendant inexpugnable à l'époque féodale. Ce point haut résulte d'une inversion de relief :



Château de Gourdon © A. Fernandez, CC BY 2.5

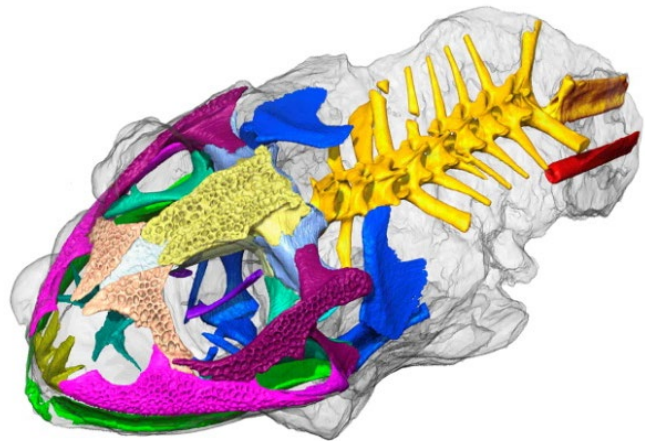
## Des momies de...

### 35 millions d'années !

Dans la Réserve naturelle géologique du Lot a été labellisé un Géoparc UNESCO, de 800 ha comprenant 85 sites répartis sur 21 communes du Lot. Une des particularités sont les phosphatières qui ont officié comme de véritables **pièges à fossiles** !

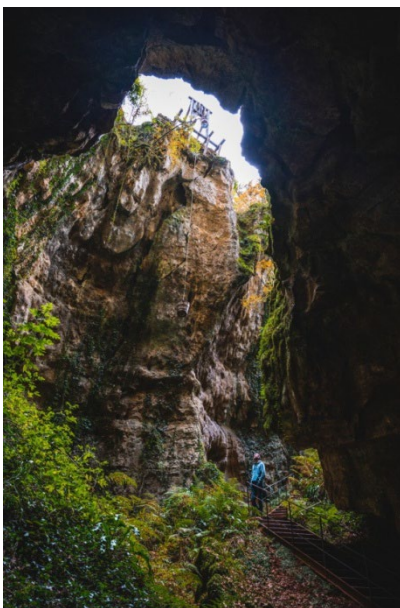
La région **calcaire** est sujette à dissolution, formant parfois de **gouffres**. Ceux-ci ont constitué des pièges pour les organismes d'alors qui y sont tombés et y ont été ensevelis. Les sédiments qui ont comblé les cavités riches en **phosphate** sont été exploités comme engrais vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Il apparut alors qu'elles renfermaient d'innombrables fossiles : près de 700 espèces d'oiseaux, batraciens, reptiles, mammifères, insectes, mais aussi graines et fleurs... Ces fossiles nous donnent des informations continues sur les environnements, la faune et la flore entre – 52 et – 20 millions d'années. Sans doute une continuité unique au monde.<sup>12</sup>

Parmi ces fossiles certains ont été littéralement momifiés telle une grenouille



Momie de grenouille (taille une dizaine de cm) de 35 millions d'années <sup>13</sup>© P. De Wever

Squelette interne de cette momie obtenu par tomographie <sup>14</sup>



Gouffre karstique rempli de phosphates exploités au XIX<sup>e</sup> siècle ayant livré un riche contenu paléontologique (Cloup d'Aural, Parc Naturel régional des causses du Quercy, Lot) © Th. Pelissier.

<sup>12</sup> Voir <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img689-2020-10-12.xml>

<sup>13</sup> Voir De Wever P. (2021).- Histoires secrètes de cailloux. Belin, 266 pages

<sup>14</sup> Voir Charbonnier & De Wever (2022). Paléontologie d'aujourd'hui, EDP-MNHN, 270 pages

## 13e étape (12 juillet) Agen - Pau (171 km)

### AGEN : de l'argile pour les briques

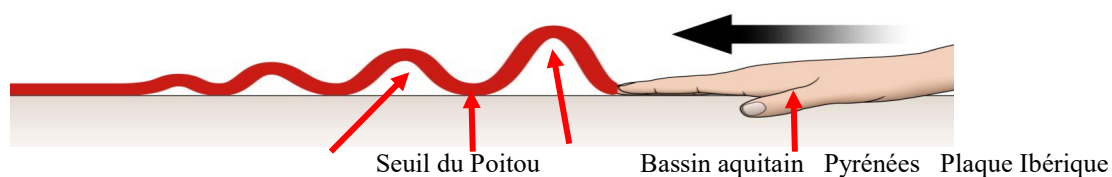
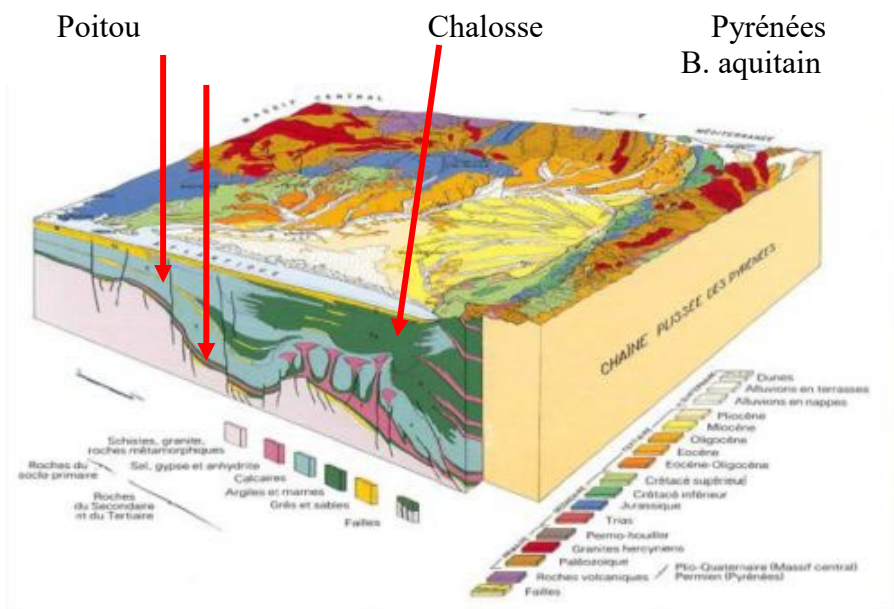
Agen est situé sur des alluvions riches en argiles qui expliquent l'abondance de la brique dans les constructions et certains désordres liés au retraits/gonflement des sols argileux selon les sécheresses/périodes de pluies.

### Traversée du bassin aquitain, des sédiments issus de l'érosion des Pyrénées.

Le Bassin aquitain est une cuvette qui s'est formée au-devant des plissements pyrénéens. Cette cuvette s'est remplie de sédiments détritiques (plusieurs milliers de mètres d'épaisseur au sud, bien moins au nord) résultat de l'érosion des montagnes pyrénéennes.

L'étape se déroule dans sa totalité sur les produits de l'érosion de la chaîne des Pyrénées.

On y retrouve des **molasses** (des grès, des calcaires-gréseux, des argiles, des galets...) utilisés dans la construction.



## Un cimetière de mammifères à Montréal-du-Gers

De nombreux lacs existaient dans ce piedmont pyrénéen. Et vers 17 millions d'années, dans un de ces lacs, des troupes des ancêtres des **éléphants** et des **rhinocéros** actuels se sont noyés, ce qui a formé un gisement exceptionnel de fossiles près de Montréal du Gers, à 10 km du parcours du Tour<sup>15</sup>,



Ossements et défenses d'éléphants fossiles (Deinotherium) datant de 20 millions d'années © P. Thomas

Une partie de ce site se trouve dans les vignes qui ont aussi livré des restes de mammifères dont une antilope qui fut de ce fait appelée *Ampelomeryx* (= le mammifère des vignes) et un viticulteur, en bonne relation avec le paléontologue, a utilisé ce nom pour un de ses vins :

<sup>15</sup><https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img789-2023-09-11.xml>

## Architecture des Landes<sup>16</sup>

Les produits de l'érosion des Pyrénées : molasses, graviers, galets, se retrouvent dans l'architecture.

La maison landaise traditionnelle est une maison à **colombages** munie d'un toit à trois pans en « queue de palombe ». Elle était entièrement construite par le charpentier. Les murs n'étaient que du **remplissage de torchis**, mélange de paille et d'argile, tenu par baguettes de bois rigides (les esparrons) et ne contribuaient pas à la solidité de la construction.

À partir du XIX<sup>e</sup> siècle, le torchis fut remplacé dans certains secteurs par des briques plates ou une roche ferreuse (la **garluche**). Ce mode de construction à charpente totalement autoportante est généralement rapproché de la charpenterie de marine.



Ferme de Pouy à Solférino (Landes) © Jibi44, cc-by-sa 3.0

Maison landaise à auvent. Maison landaise à l'écomusée de Marquèze- Sabres- Landes © PA — Travail personnel, CC BY-SA 4.0.

La **maison landaise** classique constitue un modèle original. Elle est dite à pignon central. Couverte d'un toit à 2 pans principaux dont l'axe est perpendiculaire à la façade, elle mobilise de grands pans de bois entre lesquels est déposé un **torchis**, mélange de paille et d'argile. L'ensemble est ensuite recouvert d'un **crépi à la chaux**, reflet de la pauvreté de la région en matériaux de construction.

Cette maison de maître est un modèle très répandu dans la région. La façade Est présente un mur pignon et un large auvent, (l'estantade), qui témoigne de la prospérité de ses habitants. Les demeures plus humbles sont dépourvues de cet auvent. Le choix du côté Est pour la façade principale de la maison n'est pas anodin. Il permet d'avoir le soleil du matin et de se protéger des fortes chaleurs estivales. La toiture à trois pans, en queue de palombe, descend très bas du côté Ouest, par lequel arrive la pluie. Ce côté est généralement dépourvu d'ouverture. On y effectuait de menus travaux, recevait les visiteurs ou on s'y reposait les soirs d'été... Signe de prospérité, il était l'apanage des maisons de maître.

<sup>16</sup> Inspiré de P. De Wever et al. (2025).- De la roche au bâti, construire avec la nature. Belin (sous presse)

## Paradoxal : du sable (très perméable) et pourtant une zone humide !

### Le Sable des Landes : un sol pauvre et humide

Les sédiments de surface sont à dominance sableuse : c'est le « Sable des Landes », d'origine fluviale ou marine et remobilisé en dunes par des vents puissants lors des glaciations quaternaires.

Ce sol est donc peu propice à la culture. Les métaux (fer surtout, mais aussi aluminium et manganèse), qui résultent de l'altération de roches précipitent à quelques décimètres de profondeur et cimentent le sable créant une couche **très dure et imperméable** appelé l'**alios** (ou sa variété dite **garluche**, uniquement ferreuse) qui retient l'eau en surface. Celle-ci est difficilement évacuée avec une topographie quasi plane résultant en nombreuse « lagunes » et marécages insalubres qu'il a fallu drainer par des fossés appelés « crastes » et planter de pins (le **pin des Landes**) sous **Napoléon III**. L'alios malgré sa faible teneur en fer a été exploité dans des temps reculés.



Gauche : La **garluche** : concrétion de fer qui a servi à la construction et comme minerai de fer

Droite Église construite en garluche (grès ferrugineux) (Saint Jean-Baptiste de Mezos)

Parfois, cette **garluche** intervient dans les soubassements des maisons à colombage (son imperméabilité est utilisée pour empêcher l'humidité de remonter; le toit en simple pan est couvert de tuiles. Le clocher, dont le toit est plus complexe, a nécessité l'usage d'ardoises

Les eaux circulant sur, dans et sous cette garluche peuvent, dans certaines conditions chimiques, se charger de fer dissout. Ces **eaux ferrugineuses** ressortent dans les points bas, ce qui engendre des sources rougeâtres et/ou irisées, en particulier au pied des dunes sur la côte. Bien des touristes, baigneurs et surfeurs découvrant ces sources ferrugineuses croient qu'il s'agit de pollution, alors qu'il s'agit d'un phénomène parfaitement naturel<sup>17</sup>.



Coulées d'eau ferrugineuse © J-L. Colas / v.h.a.

<sup>17</sup><https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img582-2017-10-16.xml>



## Les argiles et galets marquent l'architecture



Les habitats gersois avec la **terre crue**

Les maçonneries de cette maison rurale et de son mur d'enclos relèvent de diverses techniques à la terre crue, et d'une sélection d'autres matériaux. Le rez-de-chaussée maçonné en **Pierre**, puis enduit, est surmonté d'un étage à colombages comblés de **torchis**. Le mur d'enceinte mêle quant à lui **galets**, mottes, moellons et pierres de taille... Une association composite typique du Gers. Le pignon de cette grange agricole présente un soubassement en galets et pierres de taille aux angles, sur lequel se dresse un mur en **pisé**.

### Pisé, adobe, bauge ou torchis:

#### techniques de la construction en terre crue

Pisé, bauge, adobe et torchis sont les principales techniques traditionnelles de construction en terre crue

#### - Pisé -

Le mode de construction traditionnel à Lyon et dans toute sa région. La terre **sèche** est disposée dans un coffrage (les banches), comme on coulerait du béton. Puis elle est tassée pour en chasser l'air. Après compactage, on peut monter un nouvel étage, ce qui permet des constructions de grande hauteur.

Technique qui demande beaucoup de main d'œuvre. Si elle oblige à une solidarité villageoise, elle est aussi peu coûteuse à mettre en œuvre. Avec la révolution industrielle, la terre a pu être remplacée par du mâchefer (le résidu de la combustion du charbon).

#### - Bauge -

On se contente d'empiler de la terre crue, **gorgée d'eau** pour la rendre plastique, afin de monter le mur. Le matériau utilisé étant assez liquide, le mur a tendance à s'affaisser. On le rectifie ensuite avec un outil tranchant, alors qu'il n'est pas encore trop sec, pour le rendre plus droit.

Cette technique est très utilisée dans le bassin de Rennes et le Cotentin. La terre est généralement extraite sur place, ce qui explique la présence de mares autour des maisons en bauge.

#### - Adobe -

Ce mot d'origine arabe désigne des **briques** de terre crue, renforcées d'un peu de paille hachée et séchées au soleil.

Technique, utilisée dans le grand bassin méditerranéen, en Afrique sub-saharienne et en Amérique latine, se rencontre en France dans les régions de Toulouse et de Reims.

#### - Torchis -

C'est d'abord une structure de **bois** dont les interstices sont comblés par un mélange de terre et de paille. La **terre ne joue pas là de rôle porteur**.

Technique connue des Celtes qui a permis la construction des maisons à colombages typiques des villes médiévales.

## Des pins quotidiens

Les Landes sont constituées de sédiments récents (moins de 5 millions d'années). Cette zone plate est semée de petites retenues d'eau, les terrains sont **marécageux**. À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle la zone est plantée massivement de pins et voit ainsi l'évolution d'une économie agro-pastorale vers une économie de **sylviculture** (dont le gemmage : récolte de la **résine**). Ce sol pauvre et humide reste favorable à la culture du maïs aujourd'hui.



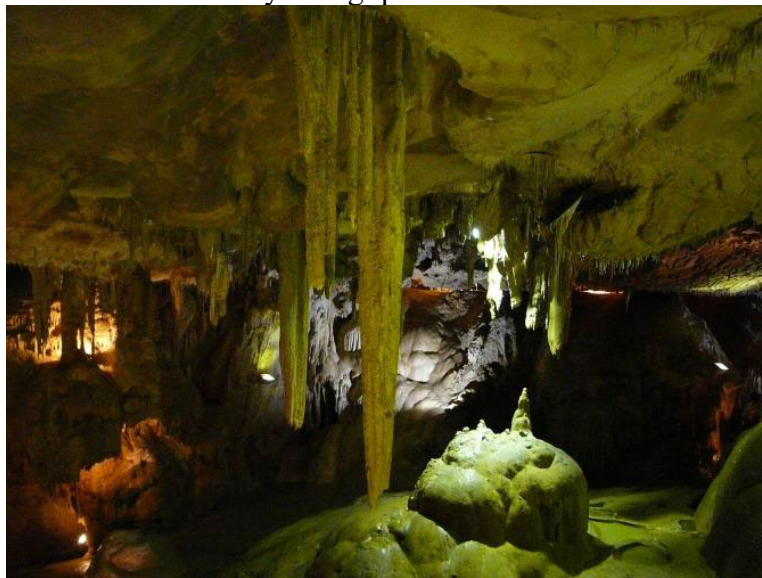
Gemma : récolte de la résine sur les pins des Landes

## 14e étape (13 juillet) : Pau - Saint-Lary-Soulan (152 km)

À 30 km du départ (11 km W de Lourdes) : Grottes de Bétharram

### Grottes de Bétharram

Dans le nord du massif de Saint-Pé-de-Bigorre, le calcaire du Crétacé présente des poches de dissolution de grande ampleur : les Grottes de Bétharram. Il s'agit d'un ensemble de grottes situées en limite des départements des Pyrénées-Atlantiques (région Nouvelle-Aquitaine) et des Hautes-Pyrénées (région Occitanie). Leur visite à pied, en barque, puis en petit train, permet de découvrir les caractéristiques de la formation des grottes associées à un réseau hydrologique souterrain.



Grottes de Betharram © Père IgorCC BY-SA 3.0

On remonte ensuite la vallée vers Argeles-Gazost. À Luz-Saint-Sauveur on attaque la montée vers le Col du Tourmalet (HC)  
Descente vers Sainte Marie de Campan

Au Tourmalet, on est au pied du Pic du Midi de Bigorre, site où le ciel est un des plus purs de France et où est installé un important observatoire.



L'observatoire du Pic du Midi © Pascalou petit, CC BY-SA 3.0

## Les marbres de Campan et de Payolle

Depuis l'Antiquité les carrières du site de Campan, produisent plusieurs variétés de marbre: le Campan rubané, le Campan Vert, le Campan Rose et Vert et le Campan grand mélange, auxquels il faut ajouter une variété de Griotte rouge. Tous les Campans sont caractérisés par la présence de veines vertes, très sombres et marquées. Ils ont été énormément utilisés dans les grands appartements de Versailles sous le règne de Louis XIV, pour des cheminées, mais également pour beaucoup de décors de panneaux muraux, en raison des très grandes qualités picturales de ses motifs. Ainsi, l'Escalier de la Reine est principalement décoré de placages de Campan vert et de Campan grand mélange.



Marbre Campan rubané du Trianon (Versailles) Campan rose et vert



Escalier de la Reine, Versailles. Placage des Campan vert et Campan grand mélange

Dans la remontée le circuit passe devant Payolle, connu aussi pour ses marbres (de même type que Campan).



Les carrières royales de Payolle –L'Espiadet



Le marbre de Payolle

La marbrière de l'Espiadet à Payolle est réputée depuis l'époque romaine. Le marbre y était extrait pour réaliser des dallages, des baignoires pour les thermes, des décors pour les riches demeures, ou même des sarcophages. Devenu « marbre royal » du temps de Louis XIV, le marbre de Campan se retrouve aujourd'hui un peu partout en France...et dans le monde !

Depuis 2004, une association « **les Marbrés de l'Espiadet** » veille à la préservation et à la reconnaissance de ce patrimoine.

## 15e étape (14 juillet) : Loudenvielle - Plateau de Beille (198 km)

### Le manteau terrestre en surface

Entre Col d'Agnès et Col de Lers : l'étang de Lherz

Dans le cœur des Pyrénées ariégeoises : autour de l'étang de Lherz (ou Lerz, ou Lers). **Roche connue dans le monde entier** car il s'agit d'un étalon pétrographique: **la lherzolite** (roche du manteau terrestre arrivée en surface à cause de la tectonique).

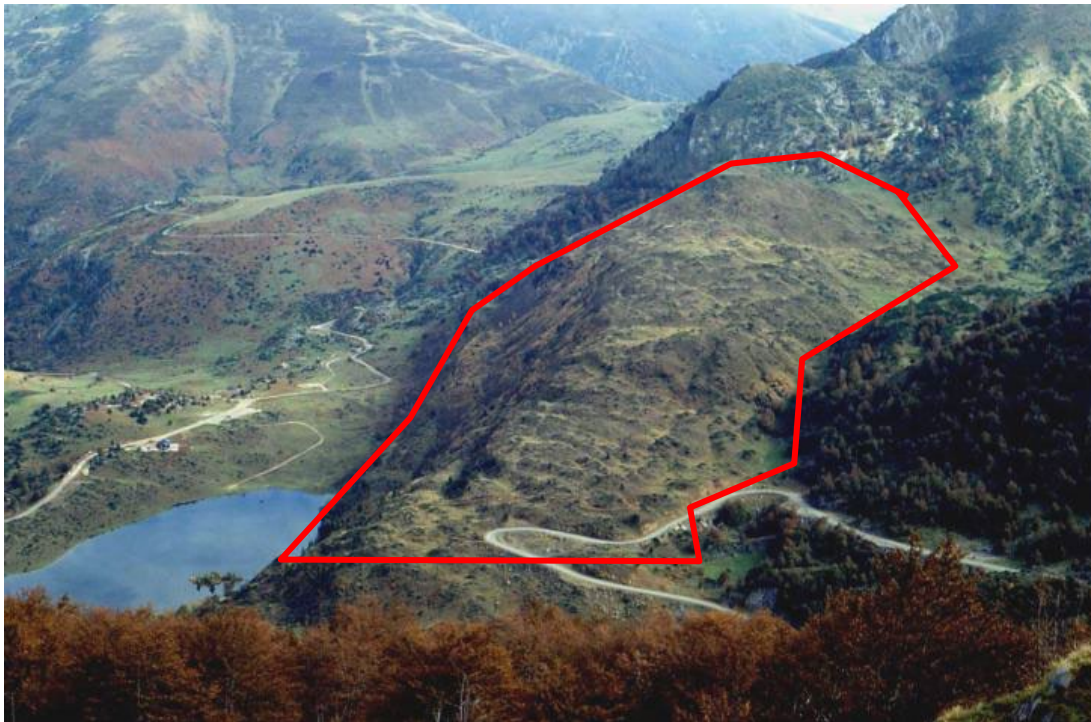
Cette roche est triplement particulière :

- 1- étalon international d'une roche du manteau terrestre
- 2- quand cette roche s'altère elle donne de la **serpentinite** (car ressemble à une peau de serpent) et cette roche a une particularité : sur elle **ne pousse aucun arbre** !c'est vrai partout dans le monde
- 4- et cette transformation quand elle se fait en profondeur dégage de l'hydrogène : **très étudié car pourrait représenter une nouvelle source d'énergie PROPRE !**. Un permis de recherche vient d'être délivré en décembre 2023 par le gouvernement<sup>18</sup>
- 5-

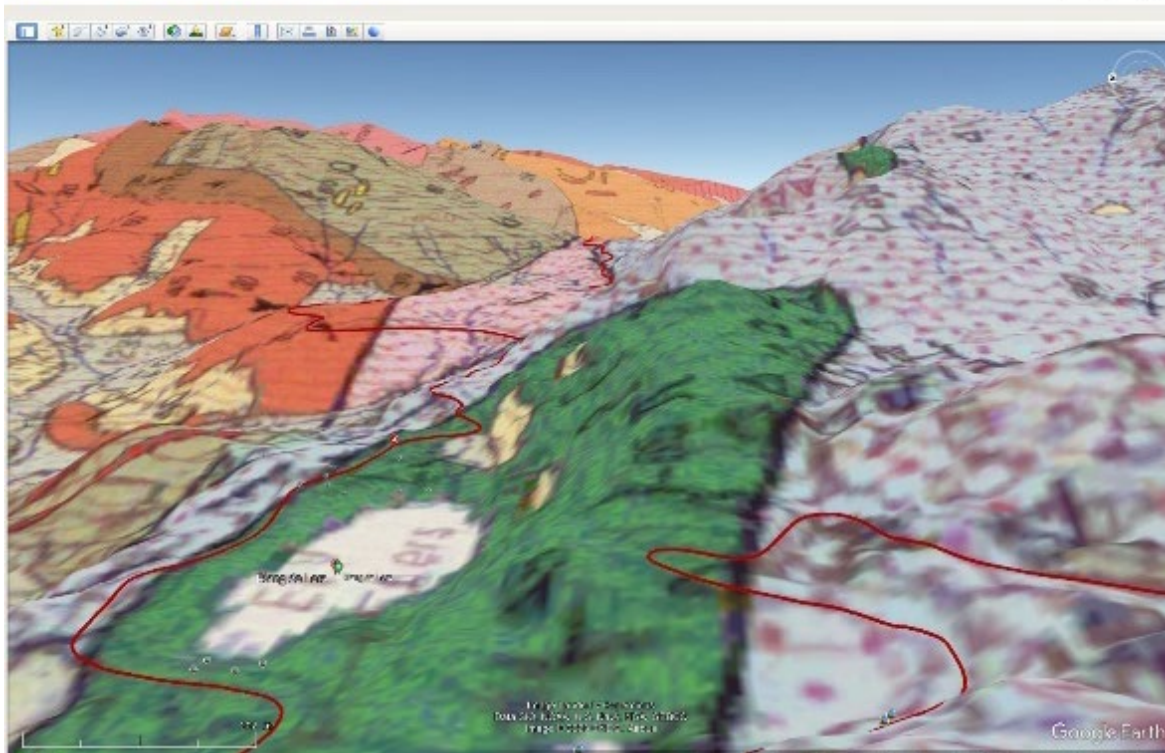
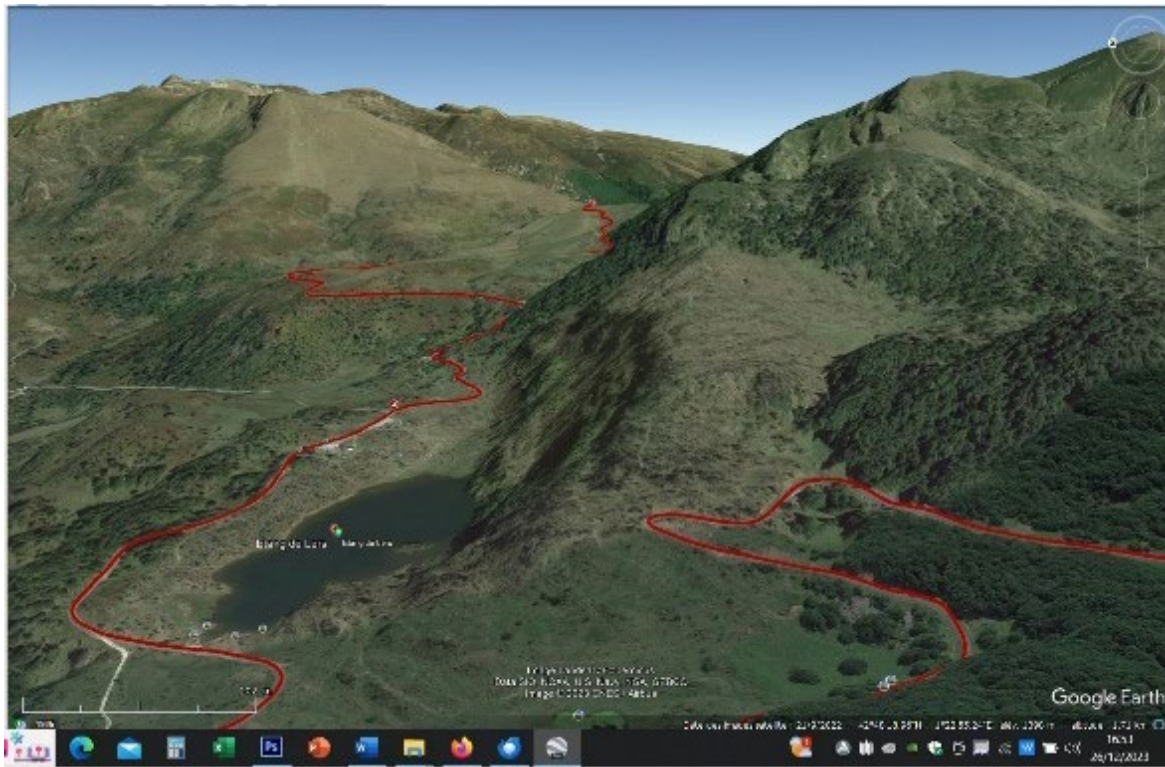


Serpentinite utilisée comme pierre de parement (ici d'un hôtel à Pau ; © P. De Wever).

<sup>18</sup>On peut voir des détails sur cette roche et son origine sur <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img786-2023-06-19.xml>



L'étang, le port de Lherz et la surface brune en relief de la lherzolite vus depuis le Mont Béas. Les zones entourées, serpentinites sont **dépourvues d'arbres**.



Itinéraire de la course, en rouge (figure du haut : vue générale, figure du bas : les serpentinites sont en vert sur le paysage habillé avec ses différents types de roches.





Contraste entre les marbres blancs et la lherzolite brun-rougeâtre (sans arbre) au sud de l'étang de Lherz.



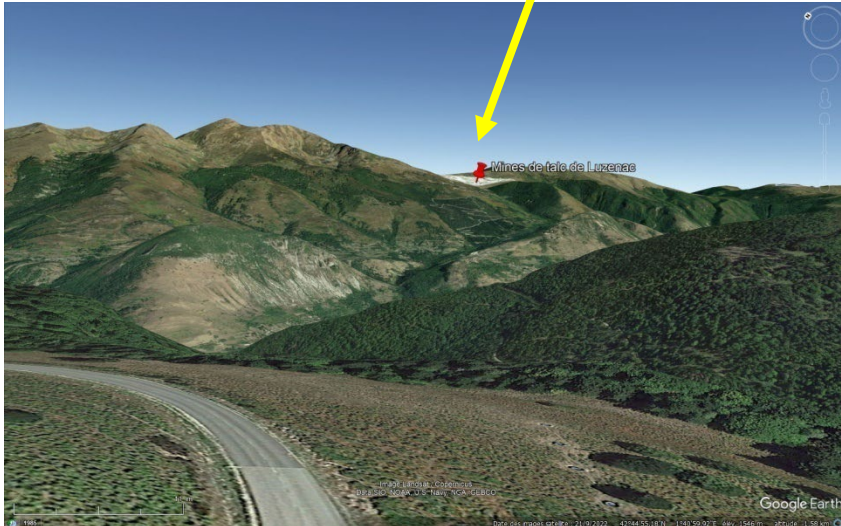
Le « Mont chauve » de Moncaup-Arguenos, le plus grand des massifs de lherzolite des Pyrénées (environ 2 x 3 km) au pied des pentes boisées du Pic du Gar (Haute-Garonne).

-----zone entourée : serpentinites : sans arbre.

4 km avant l'arrivée au sommet, en regardant de l'autre côté de la vallée de l'Ariège en direction du NE, en direction de la petite ville de Luzenac, se voit une grande « cicatrice » blanche balafrant le sommet de la montagne : il s'agit d'une des plus grandes carrières de talc du monde (400 000 t/an) qui assure 10% de la production mondiale.

Le talc, le 1<sup>er</sup> contact de l'Homme avec la minéralogie (les fesses des bébés).

### La carrière de talc



Carrière de Luzenac



### La tête éplorée de la carrière de talc de Luzenac (Ariège)

Ce drôle de visage semble effrayé par la tâche qu'il fait dans le paysage (la partie en haut à droite évoque vraiment des yeux éplorés). vers le bas : routes d'accès.

Vue satellite. © Google Earth

## 16e étape (16 juillet) : Gruissan - Nîmes (187 km)

Gruissan, en Narbonnais, est connue pour ses vins et ses marais-salants situés au sud de la ville. Selon la saison, on voit de simples étendues d'eau ou des étendues d'eaux rouges (couleurs due aux algues et bactéries qui croissent dans ces milieux sursalés).



Les marais salants et et les vignobles © ryanovineyards, CC BY-SA 2.0

## Saint-Pierre-la-Mer : le « gouffre de l'Œil Doux » : un cénote, inhabituel en France

Le **gouffre de l'Œil Doux** est un cénote (proche de St-Pierre mais commune de Fleury) est constitué de hautes parois (40 m) calcaires et verdoyantes qui dominent une étendue d'eau salée, saumâtre vert émeraude. Les cénotes (signifiant « puits sacré » en maya) sont surtout connus en Amérique Centrale.



Le cénote de L'œil Doux (en rouge, haut à droite le passage des coureurs [kmz/Gouffre de l'OeilDoux.kmz](https://www.kmz.com/Gouffre-de-l'OeilDoux.kmz))

## Grotte de Clamouse

Après **Aniane** on rentre en pays calcaire avec ses grottes, telle celle de Clamouse à Saint-Guilhem-le-Désert, connue pour la beauté de ses concrétions<sup>19</sup>.

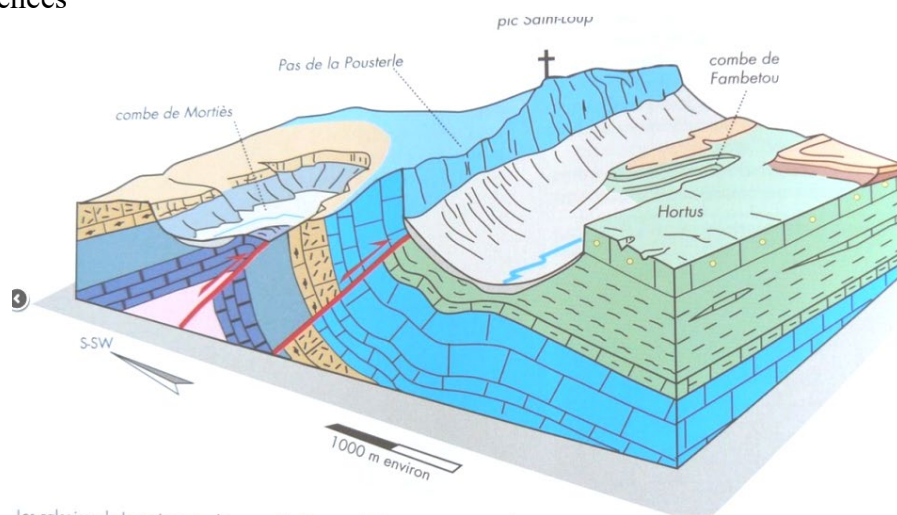


Concrétions de la grotte touristique de Clamouse

Cote de Fambetou entre l'Hortus et le Pic saint Loup

## Pic Saint-Loup : une crête de calcaire jurassique

Constitué de calcaire du Jurassique, le pic est le sommet d'une crête calcaire. Il est un exemple rare dans le Massif central de relief plissé. Des strates ont basculé à la verticale sur le versant nord. Ce sommet fait partie d'un grand ensemble de reliefs calcaires plissés qui s'étendent des Pyrénées à la Provence et liés à la formation des Pyrénées



<sup>19</sup> Voir : <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img510-2015-11-02.xml>



Regard vers l'Ouest : le Pic Saint Loup et son produit, aussi célèbre que le relief : le Pic Saint loup (avec son relief)

Le vin AOP Pic Saint Loup, essentiellement en rouge, est fait de la **syrah**, qui lui donne ses arômes intenses de fruits noirs (myrtille, cassis), de réglisse, de violette et d'épices de la garrigue.

## La Terre de Sommières

À l'entrée de Sommières : le tour passe devant de grandes carrières blanches de la "**Terre de Sommières**". Il s'agit d'une terre naturelle **détachante**. Cette argile gonfle facilement et absorbe ainsi différents produits, dont les graisses.

Pour être plus précis cette argile est une montmorillonite (qui a été décrite la première fois à Montmorillon, dans la Vienne)



**Oh le chiot, qu'a-t-il fait ??** pas de problème avec la terre de Sommières : on recouvre généreusement de cette argile en poudre, on laisse agir un certain temps, puis un coup d'aspirateur et c'est propre !

Utilisée aussi comme pansement gastrique, contre la diarrhée etc.

## Perrier : une bonne eau minérale... et pourtant non « potable » aux yeux de la réglementation

L'eau gazeuse résulte de la remontée de gaz carbonique dans des fissures de la roche calcaire. Elle jaillit en surface avec parfois une allure bouillonnante due au dégagement de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), d'où le nom du lieu-dit : « Les Bouillens ». Cette ressource était déjà exploitée par les Romains.

### Que d'eaux que d'eaux <sup>20</sup>

**Eau de table** : de même nature que l'eau du robinet, mais elle est commercialisée en bouteilles. Elle a éventuellement subi un traitement spécifique.

**Eau de source** : eau d'origine souterraine, ayant bénéficié d'une protection contre la pollution, et n'ayant subi ni traitement chimique, ni adjonction. Elle doit donc être naturellement conforme. Elle doit satisfaire aux critères de potabilité (ce qui n'est pas forcément le cas d'une eau minérale naturelle). Elle renferme moins de 500 milligrammes de sels minéraux par litre (500 ppm).

**Eau minérale naturelle** est une eau d'origine souterraine, protégée de toute pollution. Ses caractéristiques chimiques doivent être stables. Elle doit être de nature à apporter, dans certains cas, des propriétés favorables à la santé. Elle renferme généralement plus de 500 milligrammes de sels minéraux par litre (plus de 500 ppm, parfois plus de 14 000).

**Eau de source & eau minérale** : Les dénominations "eau de source" ou "eau minérale" sont strictement réglementées en Europe. Les seuls traitements permis sont l'aération, la décantation et la filtration pour éliminer les gaz, le fer et le manganèse. Les eaux naturellement gazeuses, qui contiennent du gaz carbonique dissous, peuvent également être regazéifiées avant d'être embouteillées. Il existe une centaine de telles sources en France.

Les **eaux minérales** sont des eaux ayant des **propriétés particulières** : elles ont des teneurs en minéraux et en oligo-éléments susceptibles de leur conférer des vertus thérapeutiques et leur composition est stable dans le temps. **En France, une eau ne peut être vendue comme eau minérale que si elle a été reconnue comme étant bénéfique pour la santé par l'Académie Nationale de Médecine.** Toutes les eaux minérales ne sont pas de qualité identique, puisque la qualité d'une eau brute dépend de la nature des sols dans lesquels elle a voyagé. Il existe donc autant d'eaux minérales qu'il y a de sources, soit plus d'un millier en France qui possède 70 marques d'eaux minérales. Si certaines ne sont guère plus minéralisées que les eaux de source, d'autres sont très riches en sels minéraux.

<sup>20</sup> Extrait de De Wever P. (2015).- L'eau de la vie. Edit. EDP Sciences, 73 pages

## 17e étape (17 juillet) : Saint-Paul-Trois-Châteaux - Superdévoluy (178 km)

Le Tour part de St-Paul-Trois-Châteaux au pied de la colline de Saint-Restitut, qui a été abondamment exploitée, en carrière, aérienne et souterraine, jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup> siècle pour ses calcaires qui étaient de très bonnes pierres de construction avec lesquelles monuments et édifices régionaux furent construits.



Anciennes carrières dites de Saint Restitut (<http://sp3c.over-blog.com/2018/11/les-carrieres-un-chantier.html>)

On suit la vallée de la Drome jusque Nyons où l'on s'enfonce entre les crêtes calcaires du Crétacé, puis Remuzat et les Baronnies jusqu'à Serres (Barcelonette)

Entre Nyons et Rémuzat le Tour traverse le pays des septarias, des concrétions calcaires garnies de cristaux de quartz, connus sous le nom de « diamants de la Drôme »,<sup>21</sup>



Photographie : Pierre Thomas



Photographie : Pierre Thomas

Des septarias (avec calcaire, pour les 2 photos, et des quartz bipyramidés(à gauche) © P. Thomas

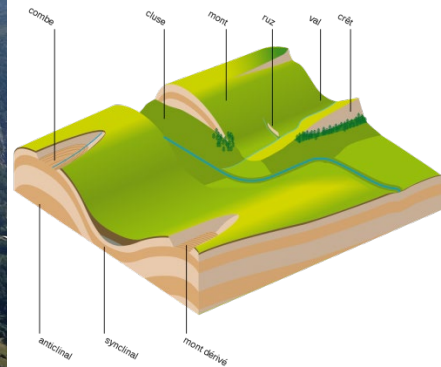
<sup>21</sup><https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img795-2023-11-06.xml>.

## La Cluse de Serres

Serres est située dans une cluse où passe le Buëch. La ville doit son nom à sa position à l'extrémité du crête rocheuse - une « serre » en occitan (serra en italien, sierra en espagnol).

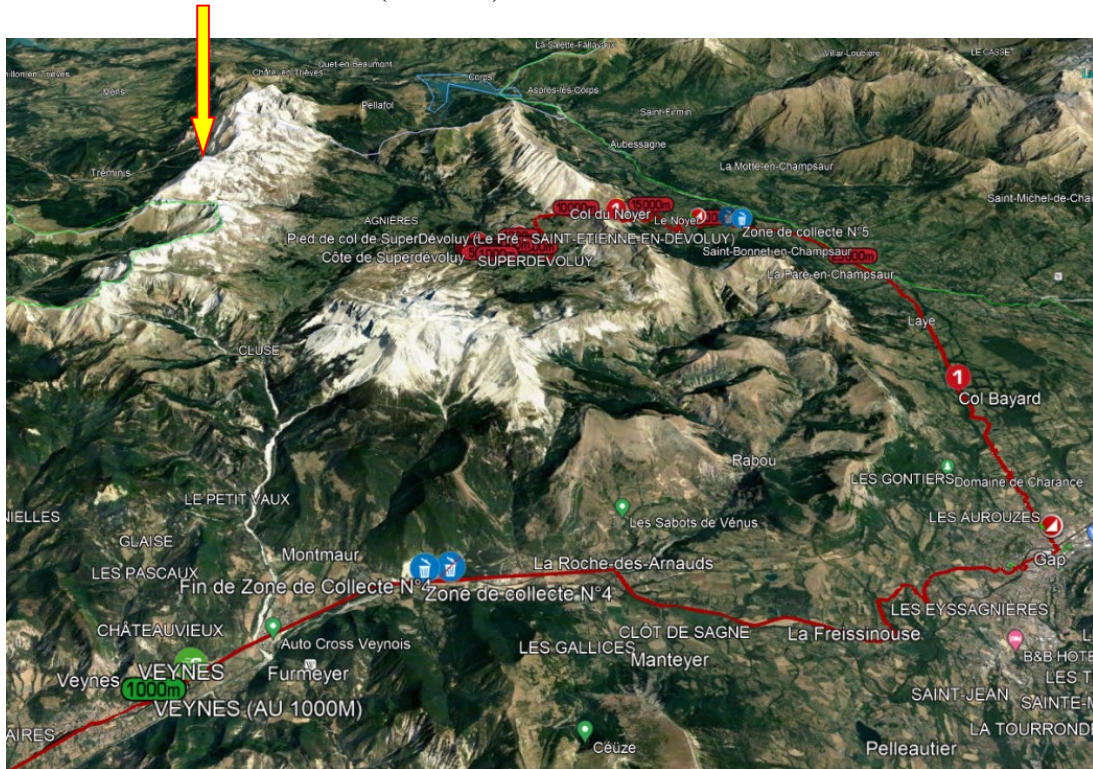


Vue de la Cluse de Serres et trajet des coureurs © G. Beaudoin



Une cluse

Route vers Veynes avec vue sur le Dévoluy et ses sommets, dont le plus haut : le **Grand FERRAND**(2758 m)



Bien entendu ce sommet se verra vers l'arrivée, bien après GAP les coureurs les auront tous deux en face d'eux : le Grand Ferrand et le grand Franck Ferrand (© private joke).

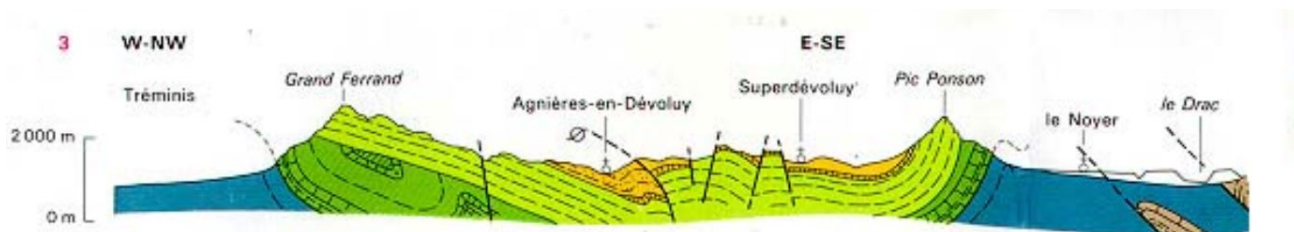


## Grand Ferrand ☺ oui ici



Vie du massif du Dévoluy (le N est vers la droite)

Le Cœur du Dévoluy est une vaste **cuvette topographique et tectonique** (synclinal) dont la partie basse est occupée par des sédiments du tertiaire (d'env. 40 millions d'années) et des restes de moraines (juste à l'Est de Superdévoluy).



Le Dévoluy est un massif calcaire, typique des chaînons subalpins, appelés Préalpes par les géographes, très modelé par l'érosion glaciaire. Il est constitué de roches calcaires du Crétacé supérieur avec de **reliefs karstiques** typiques (lapiaz, dolines ...).

## Radiotélescopes pour observer le « ciel froid »

Au sommet du Dévoluy (sur le plateau de Bure) est installé un ensemble de radiotélescopes qui permet d'observer « l'univers froid », en particulier les planètes en formation dans d'autres systèmes solaires

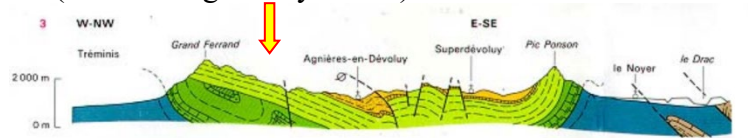


L'interféromètre du Plateau de Bure<sup>22</sup>, ©Douchet Quentin, CC BY-SA 3.0

<sup>22</sup>[https://fr.wikipedia.org/wiki/Interférométrique du plateau de Bure](https://fr.wikipedia.org/wiki/Interférom%C3%A9trique_du_plateau_de_Bure)

## 18e étape (18 juillet) : Gap - Barcelonnette (179 km)

On traverse le Dévoluy du Sud au Nord (pour revoir le Grand Ferrand) en passant le Col du Festre pour traverser toute la dépression (cœur d'un grand synclinal)



Puis on redescend vers le Barrage du Sautet au Nord (cf figure la veille)

### Une des plus grandes exurgences de France

Une grande partie de l'eau infiltrée au cœur de ce synclinal majoritairement calcaire ressort dans la vallée de la Souloise (empruntée par le Tour) par une **exurgence**, la source des Gillardes. Il s'agit de la 2<sup>e</sup> exurgence de France, par le débit, après la Fontaine de Vaucluse.

La route passe à 150 m de cette source, et si on est silencieux sur la route, on entend le bruissement de l'eau.



La « Source des Gillardes », une exurgence ([kmz/exurgence des Gillardes.kmz](#))

### Gigantesque glissements de terrain

Dans les environs du petit lac du Sautet (après Les Chaneaux, Les Payas) existent des **glissements de terrains** dus aux dépôts glaciaires, peu stables, qui reposent sur des calcaires. Lors de périodes de pluies abondantes, il peut y avoir des grands éboulements. On en connaît un à 2 km au nord du lac à La Salle-en-Beaumont en janvier 1994. Ce glissement a détruit 9 maisons et fait 4 victimes.



Glissement de terrain de La Salle en Beaumont (1994). Deux maisons ont été emportées (une est encore identifiable) © P. Thomas

## Vallée glaciaire en auge

Du Lac du Sautet on redescend vers le sud dans la vallée du Drac dans le Champsaur.

La **vallée du Champsaur** où coule le Drac, est **d'origine glaciaire**. Le glacier était dans le sillon du contact entre les Préalpes calcaires (le Dévoluy, à l'ouest) et le massif cristallin (le Pelvoux), où il a formé une vallée en U.



La vallée du Drac (vallée glaciaire en U) et ses verrous glaciaires

Le **glacier** disparu, le Drac a recreusé ce fond glaciaire, et y a formé une vallée étroite au profil accusé (« en U »), laissant sur les flancs les restes du lit glaciaire, qui sont aujourd'hui des hautes plaines perchées au-dessus de la rivière, par exemple à Poligny.

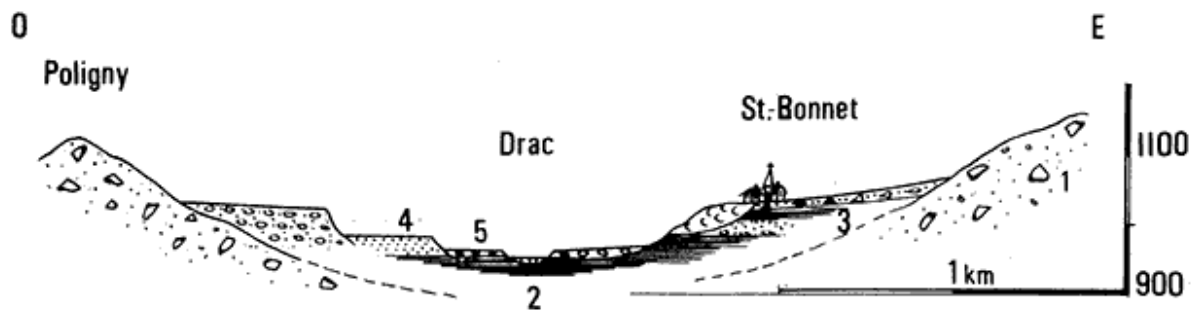


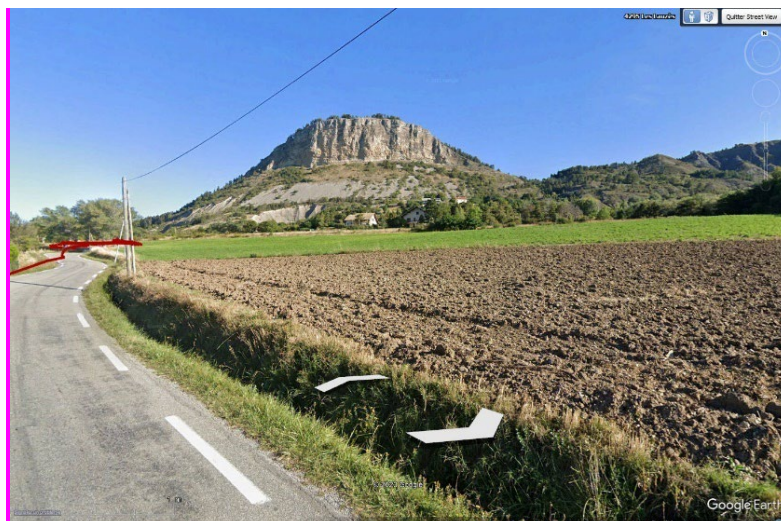
Fig.171. COUPE DES TERRASSES DU DRAC A ST-BONNET.

1. moraine de l'Aulagnier-Poligny ( W II, stade 2 ),
  2. argiles glacio-lacustres cataglaciales W II,
  3. terrasse glacio-lacustre de St-Bonnet et cône superposé (cataglaciale WII),
  4. terrasse inférieure, cataglaciale W III,
  5. basse terrasse du Drac ( W IV ? ).
- (G.Monjuvent 1978)

La roche est constituée de grès du Tertiaire, les "grès du Champsaur" qui reposent sur le socle du Massif du Pelvoux, lequel correspond aux sommets sur la gauche de la route. A partir de Saint Bonnet en Champsaur le circuit emprunte la Vallée du Drac-Noir constituée de **sédiments détritiques peu résistants (argiles, grès sableux...)**, premiers témoins de l'érosion des Alpes en cours de surrection donnant une vallée aux formes molles (mais avec quelques cols répertoriés : Aulagnier, St-Léger-les-Mélèzes puis le clou : Orcières-Merlette) -place à la course-.

## Le Chapeau de Napoléon

En descendant du Col de Manse, on passe au pied d'une montagne dont la silhouette évoque le chapeau de Napoléon, nom que porte d'ailleurs cette montagne. Cela nous rappelle que Napoléon est passé dans le secteur lors de son retour de l'Île d'Elbe. Il est passé par le col voisin, le col Bayard.



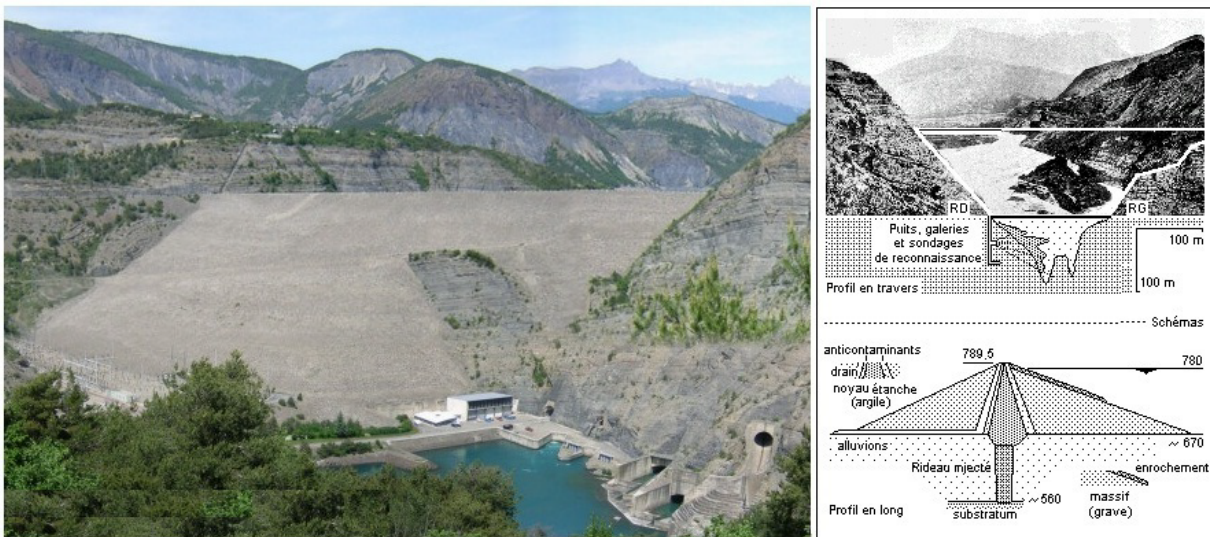
Le chapeau de Napoléon [kmz/Vue sur le chapeau de Napoléon.kmz](#)

## Barrage de Serre-Ponçon(sur la Durance)

Le lac de *Serre-Ponçon* est le **plus grand lac artificiel** de France métropolitaine, l'un des plus grands *barrages* en terre d'Europe avec plus de 2800 hectares.



Le barrage terre (ou barrage poids) de Serre-Ponçon.



Danger ? En raison de sa situation dans une zone de montagne assez sismique, le barrage a été très largement surdimensionné. Il pourrait supporter un séisme de magnitude 7 jamais observé dans la région.

## Les demoiselles coiffées

Quelques centaines de mètres après la côte de 3eme catégorie, dite « **côte des demoiselles coiffées** », on voit quelque unes de ces demoiselles sur la gauche de la route.



Les « Demoiselles coiffées » regardant le lac de Serre-Ponçon.

### Formation des "Demoiselles Coiffées", ou "Cheminées de fées"

On connaît 2 types de formations : par "effet parapluie" ou résultant d'une cristallisation.

1- Protection par effet parapluie (érosion pluviale). Elles sont dues à l'érosion pluviale et torrentielle, formant de hautes colonnes surmontées d'une coiffe rocheuse. Dans un dépôt relativement meuble qui contient de gros blocs, le ruissellement pluvial enlève les particules fines sauf sous certains blocs qui offrent une couverture protectrice et qui lourds, durcissent un peu les sédiments sous-jacents. Ce ne sont donc pas les cheminées qui s'élèvent mais l'ensemble de la formation qui baisse. Une jolie leçon : **les « durs » protègent les « tendres »**

2- Résistance accrue par cristallisation : selon une autre interprétation la présence du gros rocher favorise le dépôt de la charge minérale des eaux interstitielles cimentant ainsi les sédiments sous le bloc, qui, de ce fait résistent mieux à l'érosion.

### Origine du nom des « Demoiselles coiffées »

De belles demoiselles gaies et frivoles avec de grands chapeaux plats s'étaient amusées à danser tard dans la nuit après le bal. Elles en oublièrent l'heure et quand le douzième coup de minuit eut sonné, elles furent figées à jamais.

## 19e étape (19 juillet) : Embrun - Isola 2000 (145 km)

12 km après départ

### Saint Alban : Cône de déjection (un des plus beaux de France)<sup>23</sup>

Juste après le hameau de Saint-Alban, la route traverse un cône de déjection d'un système torrentiel qui est d'ailleurs sujet à des crues dévastatrices qui barrent parfois la route.

### Le gigapli de Saint-Clément

Une vingtaine de km après le départ : Saint-Clément et son grand pli, l'un des plus beaux plis des Alpes.



Les sources incrustantes du Reotier

Le pli de St Clément

Le cône de déjection de St Alban

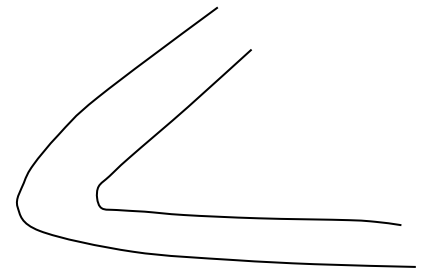


Le pli ne se voit pas d'avion car il est sur une falaise, la flèche indique le lieu

<sup>23</sup> <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/img556-2017-01-16.xml>

NE

SO



Le pli de Saint Clément dont l'axe constitue le haut d'un joli cône d'éboulis.

### Peu après Saint Clément : **Source pétrifiante de Réotier**

Une faille majeure permet la remontée d'eau profonde et donne la **source pétrifiante de Réotier** (elle est 100 m en contrebas de la route) et, de l'autre côté de la Durance des eaux chaudes : les **sources hydrothermales du plan de Phazy**.



Vue latérale montrant le « Bec » de la source pétrifiante © P. Thomas

La précipitation de ces calcaires est due à l'action de la vie : en l'occurrence celle de bactéries (il ne s'agit pas d'un simple processus chimique, comme on le voit souvent écrit).



Sources chaudes du plan de Phazy

Une vue de ces sources chaudes en hiver, révèle leur chaleur avec la vapeur



## Le « marbre de Guillestre » pour la Citadelle du Mont-Dauphin

La route domine la vallée ce qui permet d'admirer la vue sur la citadelle de Mont-Dauphin (de style Vauban)



La citadelle est bâtie sur un niveau très épais d'alluvions (terrasses fluvio-glaciaires). Pour les parties importantes (arsenal, postes ...) une pierre locale, caractéristique, a été utilisée : un beau « marbre » rose-rouge : le « marbre griotte » ou *Ammoniticorosso* car il est rouge et bourré d'ammonites (fossiles de l'ère Jurassique).



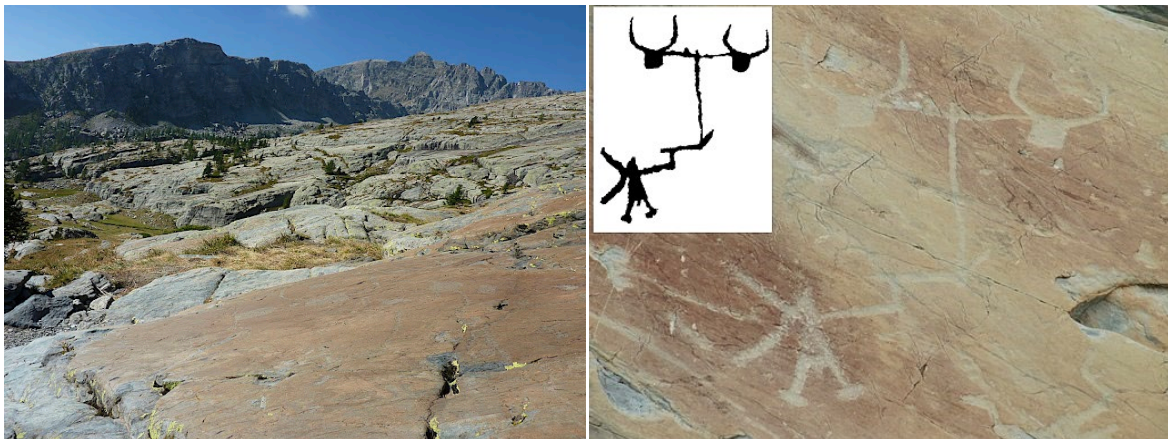
«Marbre de Guillestre» Il s'agit en fait d'un calcaire rouge à ammonites, « *ammoniticorosso* », visibles dans la ville de Guillestre)  
© P. Thomas.

## Les polis glaciaires et les pétroglyphes du Mercantour

L'étape se termine dans le Mercantour, très marqué par les **glaciers**.

Les glaciers du Quaternaire ont poli des roches sur lesquelles des gravures préhistoriques sont visibles : les pétroglyphes de la vallée des Merveilles

On y trouve la **Vallée des Merveilles**, célèbre pour ses **pétroglyphes**. On en connaît 100 000 dont 37 000 figuratives, datant de l'âge du cuivre et de l'âge du bronze (- 6000 à - 1000 av. E.C.). Ces gravures sont souvent trouvées sur des surfaces polies par les glaciers.



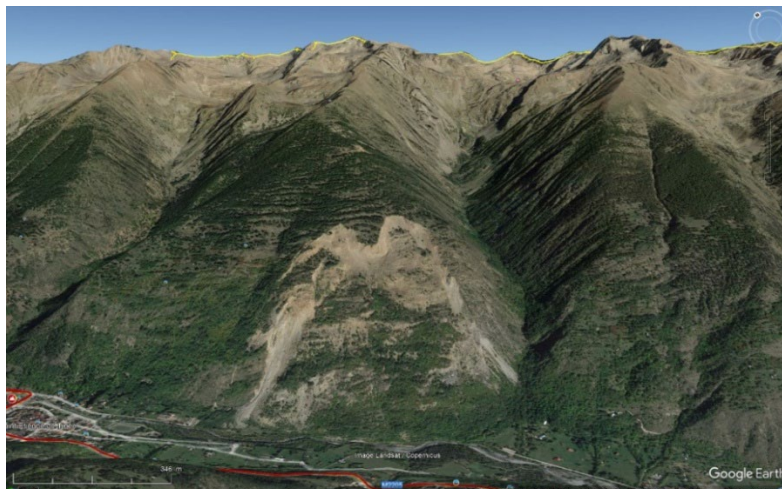
Dalles polies par les glaciers avec gravures (de Fontanalbe).  
En Arrière-plan : le Mont Bego © Gregor Seither / CC by-sa3.0)

Un homme avec un araire attelé à deux animaux. Voie sacrée de la vallée de la Fontanalbe © Tousleso / cc-by-sa-3.0)

## Le plus grand glissement de terrain de France

Juste après Saint-Etienne-sur-Tinée (env. 12 km avant le début de la montée sur Isola 2000), le Tour passe au pied du plus grand glissement de terrain de France. Environ **50 millions de m<sup>3</sup>** glissent doucement vers le bas de la vallée, avec une vitesse de 1 à 10 m/an.

Ce glissement est très surveillé pour noter une éventuelle accélération du mouvement. En cas d'effondrement soudain et important, la vallée serait barrée. Pour éviter qu'un lac transitoire se forme, inonde les villages en amont et noie les villages aval en cas de rupture, un tunnel a été creusé dans l'autre rive pour détourner la rivière et empêcher la formation de ce lac



[kmz\Glissement de St Etienne de Tinée.kmz](#)

## 20e étape (20 juillet) : Nice - Col de la Couillole (133 km)

### Sospel : frappé par les inondations de 2020

Octobre 2020, de nombreux villages des diverses vallées des Alpes-Maritimes sont fortement touchés par un "épisode méditerranéen". Certains hameaux sont restés inaccessibles plus d'une semaine après la catastrophe. L'électricité n'a été rétablie que 3 semaines plus tard. L'Arrêté du 7 octobre 2020 portant reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle des communes dont Sospel, au titre des "Inondations et coulées de boue du 2 au 3 octobre 2020 ».



Vallée de la Roya

En 2018 déjà un pan de montagne (200.000 m<sup>3</sup>) s'était effondré suite aux pluies à Sospel dans le lit de la Bévéra.



Moulinet : on est toujours sur du Crétacé

Col de Turini : sur du Tertiaire (?)

Descente vers La Bollène-Vésubie delà on remonte la vallée de la Vésubie

À Roqubillièra on rentre dans le socle via Str Martin Vésubie, Valdeblore Col de la Colmiane

Descente vers La Bollinette puis Saint Sauveur sur Tinée et de là on remonte vers col de La Couillole, Via Roure, Giut

## 21e étape (21 juillet) : Monaco - Nice (34 km, clm)

La région de Nice est située à la jonction de deux importantes unités géologiques : les Alpes et le bassin méditerranéen tout de suite très profond.

Quand on part de Monaco pour aller en direction de la Turbie, puis rejoindre Eze (village perché) et le col d'Eze on "grimpe" sérieusement (on quitte la mer pour grimper dans les Alpes) pour atteindre les grandes structures géologiques de l'Arc de Nice, à savoir des calcaires (et marno-calcaires du Jurassique et Crétacé plissés avec une orientation W-E.

Ce sont ces plis d'axes W-E qui déterminent les alignements topographiques (des falaises) bien visibles dans le paysage.

En passant à la Turbie, on peut apercevoir à gauche, entre les maisons, le Trophée des Alpes (ou trophée d'Auguste), monument romain qui a été érigé en 6 à 7 avant notre ère pour fêter l'ultime victoire des Romains sur les dernières tribus gauloises des Alpes qui résistait encore et toujours à la puissance de Rome (ce n'était pas en Armorique, contrairement à ce que disent Goscinnny et Uderzo)



Le Trophée des Alpes © Alainfou, CC BY-SA 4.0

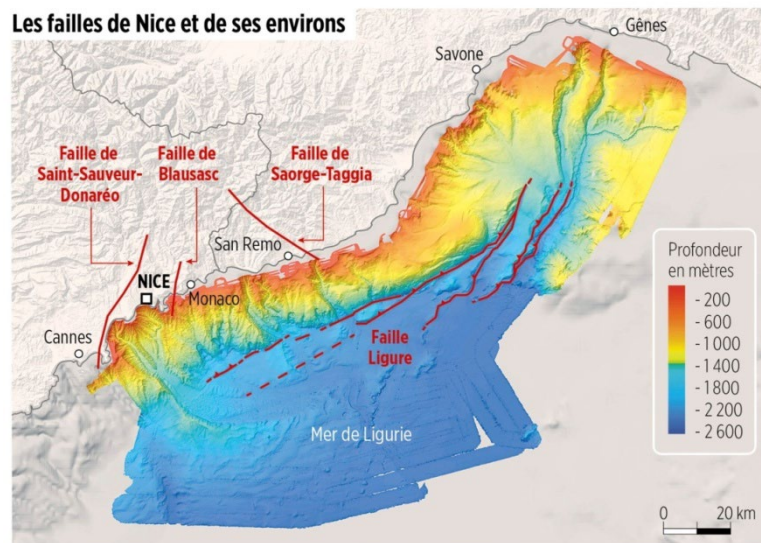
Quand on descend du Col d'Eze en direction du Mont Boron et du port de Nice, on longe la rade de Villefranche/Mer où est installé le **plus ancien des Observatoires océanographiques** construits en Europe, et qui s'intéresse à la géologie et à la biologie marine.

### Une montagne sectionnée

Dans la ville de Nice, on se trouve au niveau de la mer et la longue Promenade des Anglais (toute la plage en fait) est **parallèle à une grande faille récente** (-28 millions d'années) qui correspond à l'ouverture de la Méditerranée occidentale. Cette faille fait qu'il n'y a pas de plateau continental entre continent et domaine marin, on chute brutalement vers les grands fonds marins (-2000 m). **Tout se passe comme si les Alpes étaient coupées : on passe de montagnes (grand relief positif de +2000m) à des profondeurs (grand relief négatif de -2000m). Cette situation est unique.**

## Une région sismique

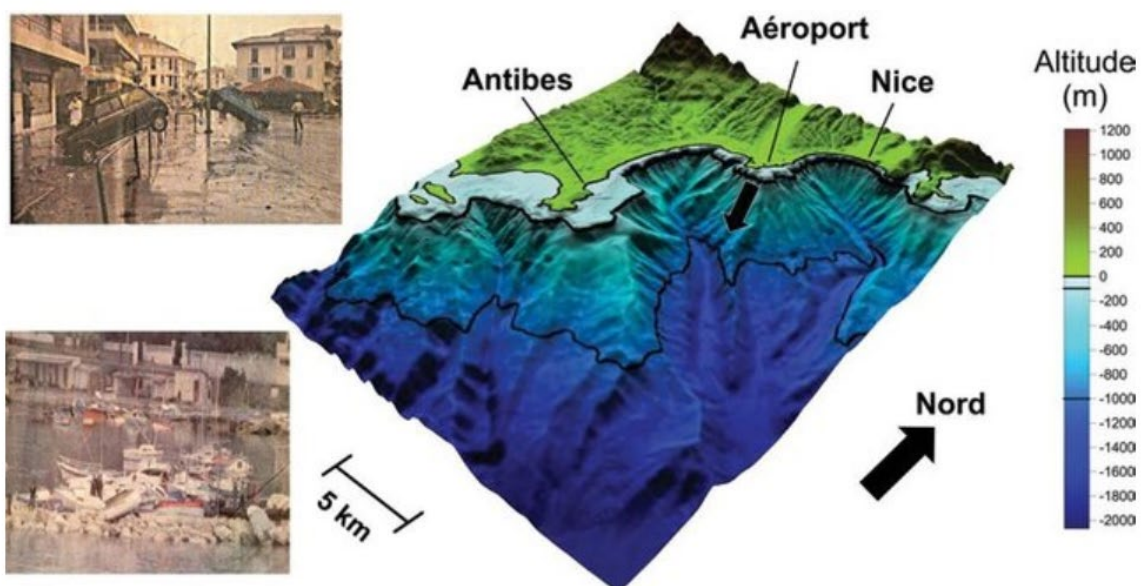
En raison de l'activité tectonique dans la région, la zone est sujette à des activités sismiques. Cependant, ces événements sont généralement de faible intensité et très surveillés.



## Le tsunami de l'aéroport

Le 16 octobre 1979 une partie de l'extension de l'aéroport en cours de travaux s'effondrait lors d'un tsunami (une vague haute de 3,5 m). L'effondrement emporta sur le chantier les engins et tua des hommes. Le tsunami provoqua sur la mer une onde, qui vint s'écraser en face à Antibes, faisant un mort de plus.

Ce raz-de-marée fut immédiatement attribué à un **séisme**, la région étant réputée sismique (on ne prête qu'aux riches !) mais de fait il n'en était rien. Il résultait d'une avalanche sous-marine. Le volume effondré a été estimé à 9 millions de m<sup>3</sup> de matériaux. En effet, comme la montagne est coupée par une grande faille (cf plus haut), il n'y a pas de plateau continental, on passe de Alpes à une fosse marine, alors les sédiments du canyon du Var sont instables



Localisation du glissement de terrain sous-marin

- 1re étape (29 juin) : Florence - Rimini (206 km)**
- 2e étape (30 juin) : Cesenatico - Bologne (200 km)**
- 3e étape (1er juillet) : Plaisance - Turin (229 km)**
- 4e étape (2 juillet) : Pinerolo - Valloire (138 km)**
- 5e étape (3 juillet) : Saint-Jean-de-Maurienne - Saint-Vulbas (177 km)**
- 6e étape (4 juillet) : Mâcon - Dijon (163 km)**
- 7e étape (5 juillet) : Nuits-Saint-Georges - Gevrey-Chambertin (25 km, clm)**
- 8e étape (6 juillet) : Semur-en-Auxois - Colombey-les-deux-Églises (176 km)**
- 9e étape (7 juillet) : Troyes - Troyes (199 km)**
- 10e étape (9 juillet) : Orléans - Saint-Amand-Montrond (187 km)**
- 11e étape (10 juillet) : Évieux-les-Bains - Le Lioran (211 km)**
- 12e étape (11 juillet) : Aurillac - Villeneuve-sur-Lot (204 km)**
- 13e étape (12 juillet) : Agen - Pau (171 km)**
- 14e étape (13 juillet) : Pau - Saint-Lary-Soulan (152 km)**
- 15e étape (14 juillet) : Loudenvielle - Plateau de Beille (198 km)**
- 16e étape (16 juillet) : Gruissan - Nîmes (187 km)**
- 17e étape (17 juillet) : Saint-Paul-Trois-Châteaux - Superdévouly (178 km)**
- 18e étape (18 juillet) : Gap - Barcelonnette (179 km)**
- 19e étape (19 juillet) : Embrun - Isola 2000 (145 km)**
- 20e étape (20 juillet) : Nice - Col de la Couillole (133 km)**
- 21e étape (21 juillet) : Monaco - Nice (34 km, clm)**