

# Jean-Etienne GUETTARD, un naturaliste de génie

*né en 1715 à Etampes – mort en 1786 à Paris*



Portrait de Guettard conservé au Musée d'Etampes  
in De Wever et al. 1991

Etudes de **médecine** à Paris, profession qu'il exerça réellement à temps partiel.

Initié dès son enfance à la **botanique** par son grand-père apothicaire, Guettard fut ensuite formé à la botanique par Jussieu à Paris.

Avec Réaumur il étudie la **zoologie** et il s'initie à la **minéralogie**.

En 1747, il entre comme "médecin botaniste" dans la maison du Duc Louis d'Orléans, puis de son fils Louis Philippe.

Ce qui lui laissa une grande liberté pour des voyages scientifiques à travers toute la France, et dans les pays voisins. Il accumule alors des quantités prodigieuses de données et d'observations (les siennes et celles de nombreux correspondants).

En 1743, à 28 ans, il est reçu adjoint-botaniste à l'**Académie des Sciences**, puis botaniste en 1758 en remplacement d'Antoine de Jussieu.

## Son œuvre

Tout au long de sa vie, il démontra ses **talents d'observateur**.

Son œuvre est marquée par une **très grande diversité** : zoologie, botanique, physiologie végétale, paléontologie, minéralogie, météorologie, etc.

Il a publié plus de 200 mémoires à l'Académie Royale des Sciences.

# Guettard et la botanique

L'un des ses premiers travaux est un recueil sur la flore des environs d'Etampes.

Il a travaillé sur les applications pratiques de la botanique : recherches sur les propriétés colorantes du Galium, sur la transpiration des plantes.

Il cherche aussi des matières premières alternatives au chiffon pour fabriquer du papier : il fait des essais avec des nids de chenilles, de la filasse de palmier, de l'ortie ou des chardons.

Il travaille également sur la physiologie végétale.

# Guettard et la géologie

## Paléontologie

Il fut l'un des premiers en France à dire que les fossiles qu'il découvre sont bien des restes d'organismes vivants.

On lui doit la découverte des **trilobites** dans les ardoisières d'Angers (1757).

Avec le mémoire de 1759 "*Sur les accidents des Coquilles fossiles, comparés à ceux qui arrivent aux Coquilles qu'on trouve maintenant dans la Mer*", il initia le grand principe **d'actualisme**.

Citons encore les divers mémoires sur la "Minéralogie" et les fossiles des environs de Paris (dont les ossements fossiles de Montmartre) ;

Guettard étudia également les Spongiaires, les Madrépores, les Polypiers et autres coraux, etc.



Trilobite in Mémoire sur les ardoisières Guettard, 1757



Trilobite dédié à Guettard, Silurien, Angers, collections MNHN

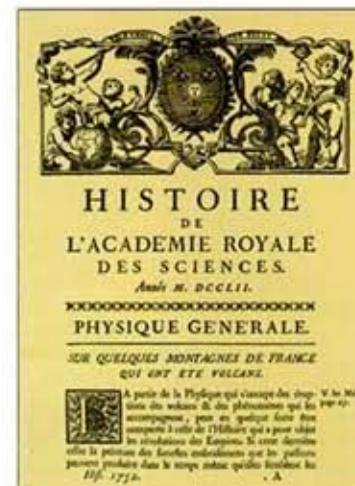


Mâchoire dans pierre à plâtre, Montmartre in Guettard, 1783

## Découverte des volcans d'Auvergne

Guettard fut le premier, en 1751, à reconnaître que les monts d'Auvergne sont d'anciens volcans.

«...Les montagnes qui ont, à ce que je crois, été autrefois des volcans, peut-être aussi terribles que ceux dont on parle maintenant, sont celles de Volvic, à deux lieues de Riom, du Puy-de-Domme proche Clermont, & du Mont-d'or.»»



## Cartes géologiques

Guettard fut l'un des fondateurs de la cartographie géologique.

Il fut le premier à sentir la nécessité de créer des cartes «minéralogiques» et à les développer de manière systématique.

Son but était alors davantage pratique que géologique : cartographier la France pour recenser et localiser les principaux constituants lithologiques du sous-sol, gîtes minéraux compris et publier un atlas qui devait contenir 214 cartes.



Carte du bassin anglo-parisien, 1746



Carte minéralogique des environs de Paris, publiée en 1780

## Le kaolin et la porcelaine

Guettard est connu pour être le premier "découvreur", en 1746, d'un gisement de kaolin en France, matière première de la porcelaine, découverte qui concourra à la création de la Manufacture Royale de Sèvres.

« L'endroit où je trouvai pour la première fois en France une terre semblable à ce kaolin, se nomme Maupertuis & est situé près d'Alençon; on le transporte de ce village dans cette ville pour en fabriquer de la poterie, avec d'autres terres & du sable qu'on y mêle.»



Echantillon de kaolin; taille : environ 15 cm  
Massif d'Echassière (Allier)  
Photo J.L. Fromont

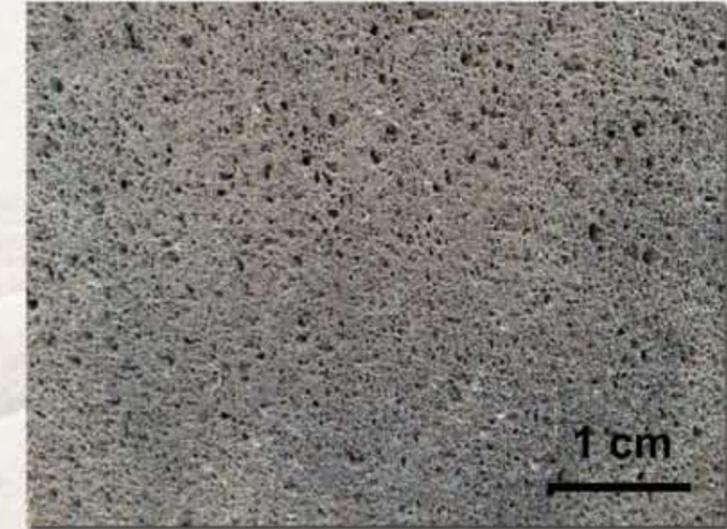
# La découverte des volcans d'Auvergne



Fontaine en pierre de Volvic, devant le Musée Anne de Beaujeu à Moulins.  
Source : Wikipédia, Moulins



Carrière des Goulots à Volvic : exploitation de la Pierre de Volvic  
Photo D. Levert, SAGA



Pierre de Volvic : détail  
source : <http://www.geodiversite.net/media1208>



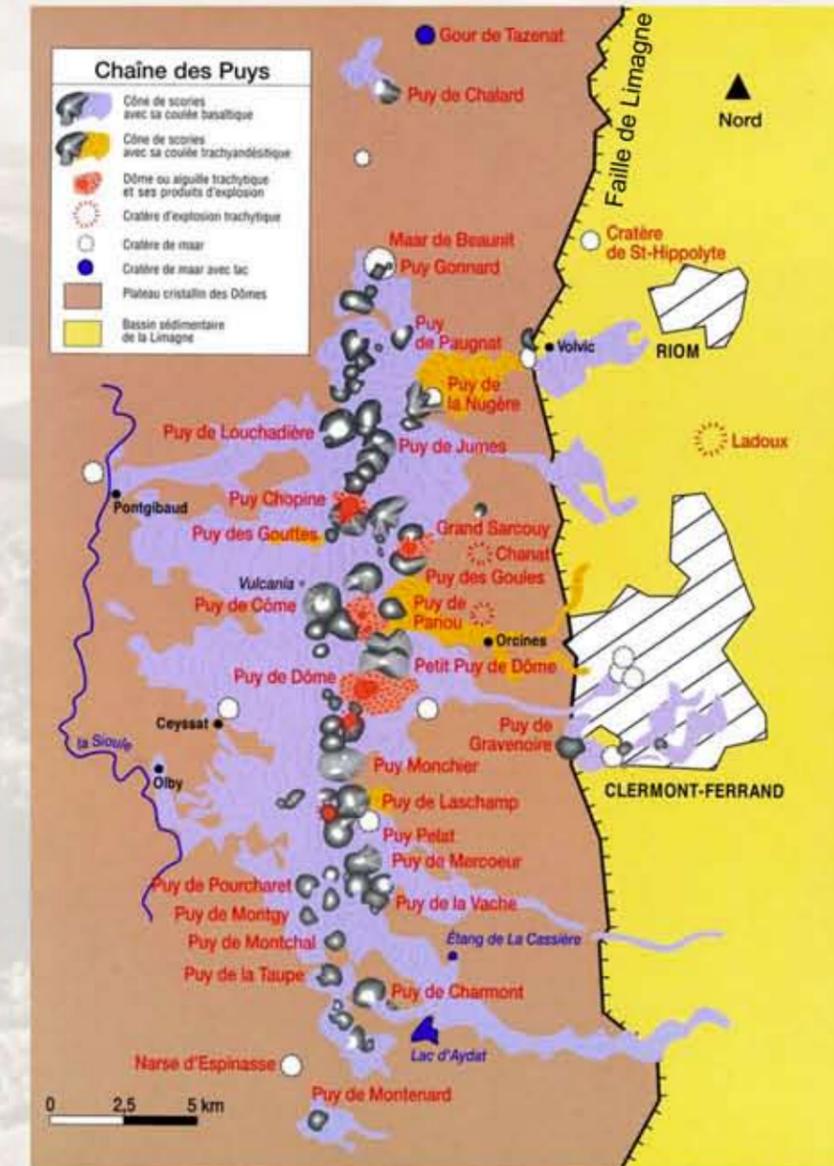
Echantillon de trachyandésite  
collection ENS Lyon, laurie.bougeois.free.fr

La Chaîne des Puys, le plus bel ensemble volcanique d'Europe, n'est pourtant connue comme tel que depuis un peu plus de 250 ans. C'est un savant francilien, Jean-Etienne Guettard, qui en 1751 accompagnant son ami Malesherbes « aux eaux de Vichy » reconnut la nature volcanique de certaines roches de la région. Le long du trajet, à Moulins, il aperçut une roche noire poreuse employée pour la construction des maisons et de certains monuments (comme certaines fontaines monumentales de l'époque), roche qu'il assimile à une lave refroidie. Cette roche provenait du « volcan de Volvic », plus précisément de la Nugère.

# La Chaîne des Puys



Source IGN



Source : Graveline et al. 2002

La Chaîne des Puys est située dans le Massif central et s'étend du nord au sud sur une distance de 46 km, du Gour de Tazenat au Puy de Monténard. Sa largeur varie de 3 à 5 km.

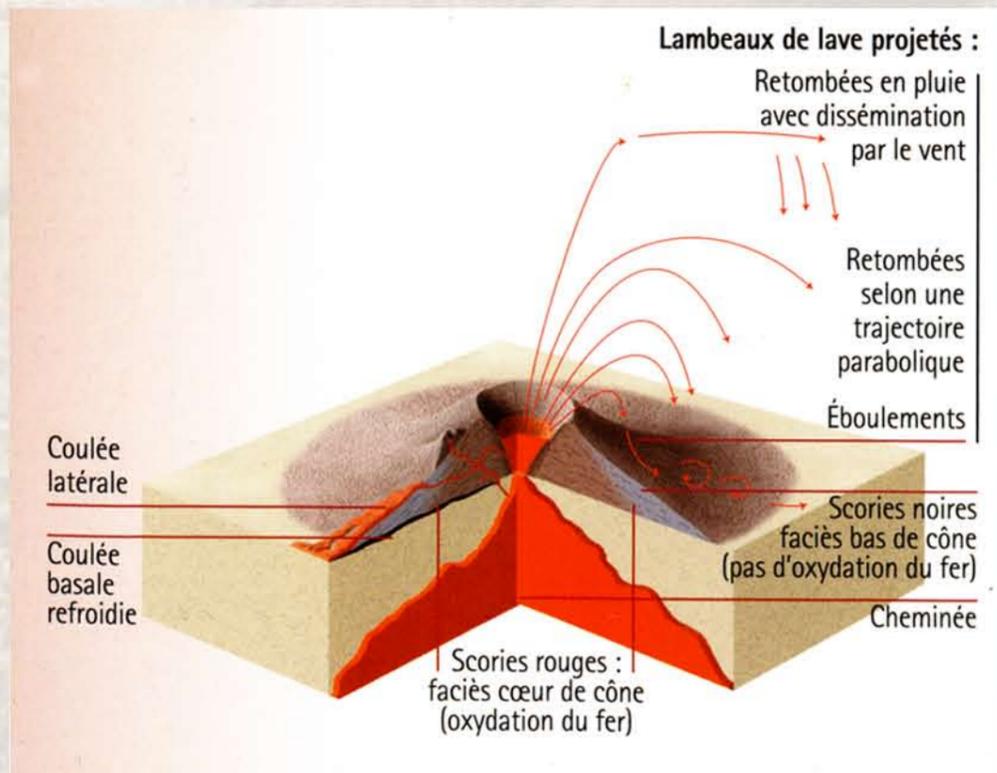
Elle comporte une centaine de volcans édifiés à l'ouest de la faille de la Limagne.

Les volcans les plus anciens sont âgés de 80 000 ans environ, les plus jeunes probablement de 8 000 ans.

En fonction de leur dynamisme éruptif, les volcans de la Chaîne des Puys se répartissent en trois catégories :

- **type strombolien** : cône à cratères. Ce sont les plus nombreux ;
- **type péléen** : à dômes et aiguilles, dépourvus de cratère (au nombre de 6) ;
- **les maars** : cratères d'explosion.

# Dynamismes éruptifs des volcans de la Chaîne des Puys



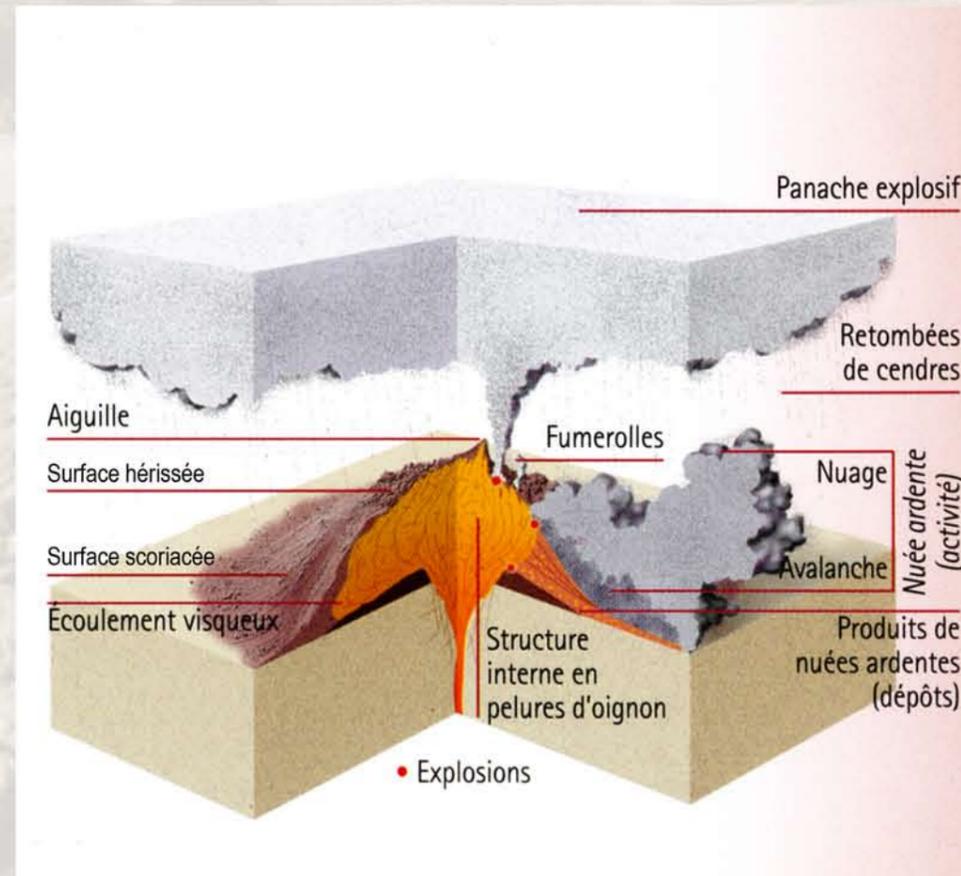
**Type strombolien**

Une éruption volcanique de type strombolien est caractérisée par l'émission d'une lave relativement fluide formant des coulées. L'émission de fontaines de lave est courante avec projection de cendres, lapillis, bombes.

Dans la Chaîne des Puys, les volcans présentent principalement ce type d'éruption.

Exemple : la Nugère, Lassolas, La Vache, le Pariou.

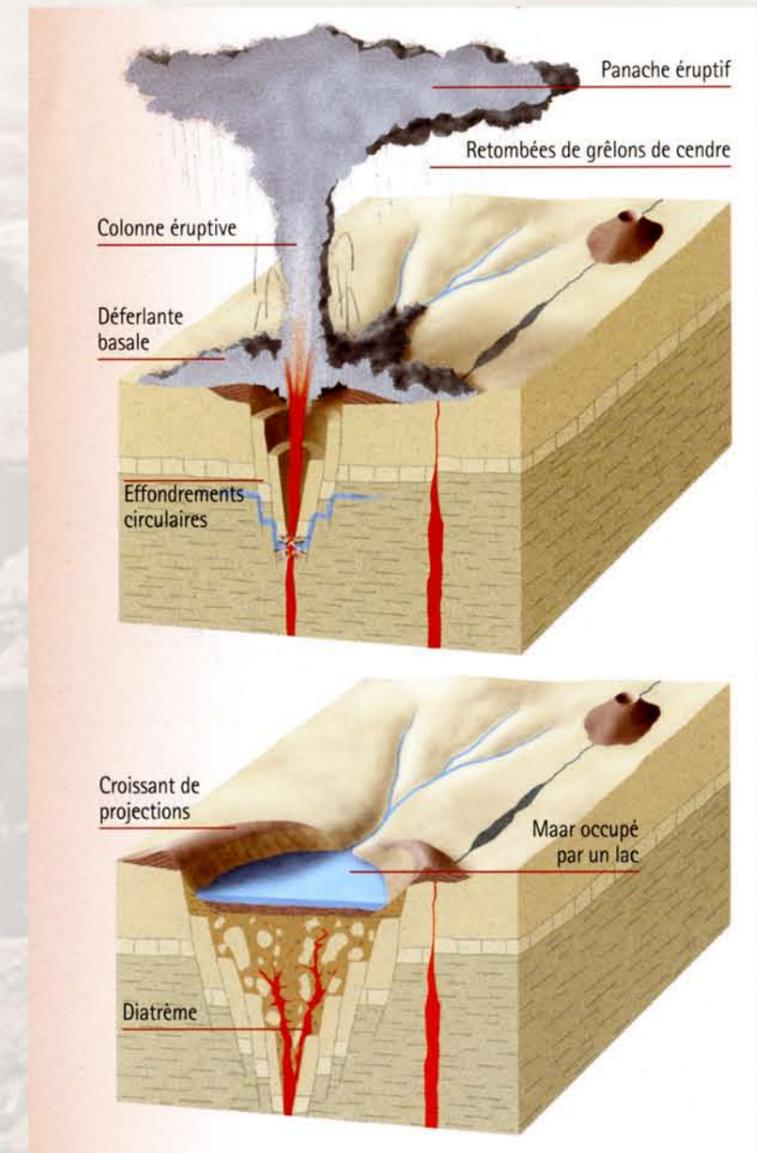
Ce type d'éruption tire son nom du volcan italien Stromboli.



**Type péleén**

Une éruption de type péleén est caractérisée par l'émission d'une lave visqueuse formant difficilement des coulées. La lave s'accumule alors au point de sortie en un dôme de lave (Puy de Dôme) ou en une aiguille (Puy Chopine) qui peuvent exploser ou s'effondrer formant des nuées ardentes.

Ce type d'éruption a été défini en 1902 à la Montagne Pelée en Martinique.



**Maars**

Les éruptions phréatomagmatiques surviennent lors de la rencontre entre un magma ascendant et une nappe d'eau superficielle (nappe phréatique, lac, etc).

Une succession d'explosions très violentes découpe des cratères circulaires autour desquels s'accumulent les produits éjectés.

Ces cratères sont appelés maars du nom donné à ces morphologies dans le massif de l'Eifel en Allemagne.

# Roches volcaniques de la Chaîne des Puys

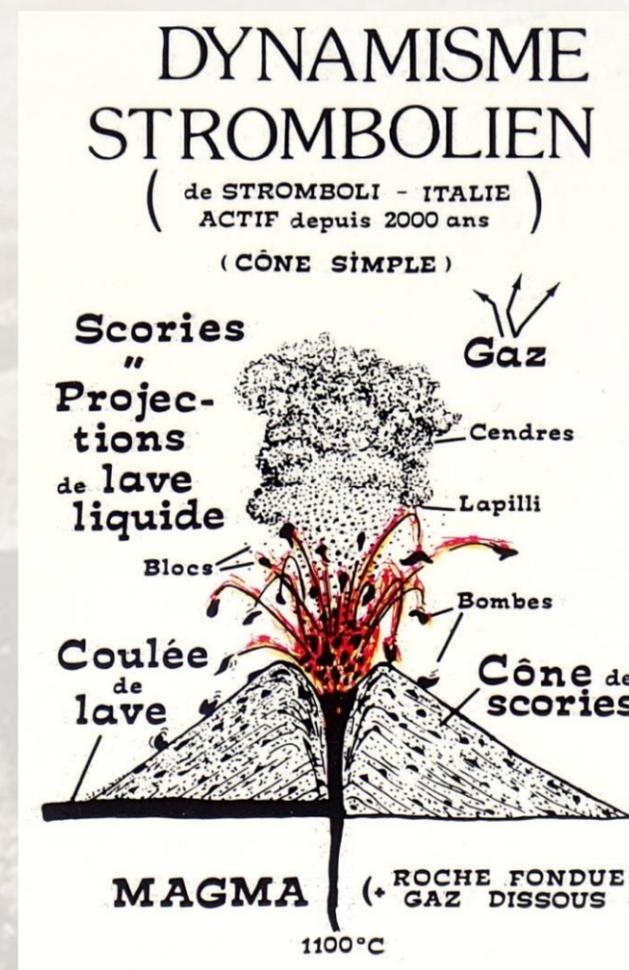
Nom de la lave	Aspect	Couleur	Fluidité	Origine géographique	Echantillons
<b>Dômite</b>	structure rugueuse avec petits cristaux	blanc, jaune, gris	faible	Puy de Dôme, Puy Chopine	
<b>Trachyandésite</b>	finement bulleux	gris-bleu	moyenne	Puy de la Nugère	
<b>Trachybasalte</b>	Compact à grains fins	bleu-noir	assez grande	la plupart des volcans de type strombolien	
<b>Cendres &lt; 2 mm</b>	pulvérulent	blanc, rouge, jaune, gris, noir	-	idem + volcans de type péléen	
<b>Lapillis de 2 à 6 mm</b>	bulleux et scoriacé comme le mâchefer	rouge, noir	-	volcans de type strombolien	
<b>Bombes &gt; 64 mm</b>	fuselées, "croûtes de pain", "bouses de vache"	rouge, noir	-	volcans de type strombolien	

# Quelques volcans étudiés par J.E. Guettard

## Le Puy de la Nugère



Photo <http://viagallica.com/auvergne/puy de la nugère.htm>



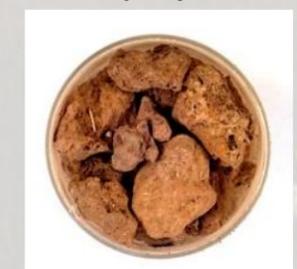
D'après P. Lavina 1991



Trachyandesite compacte



Trachyandesite noire de projection



Lapillis trachyandésitiques rouges

Photos J-L. Fromont

**Hauteur du puy :** 300 m

**Diamètre de la base :** 1 000 à 1 500 m

**Âge :** 16 000 ans

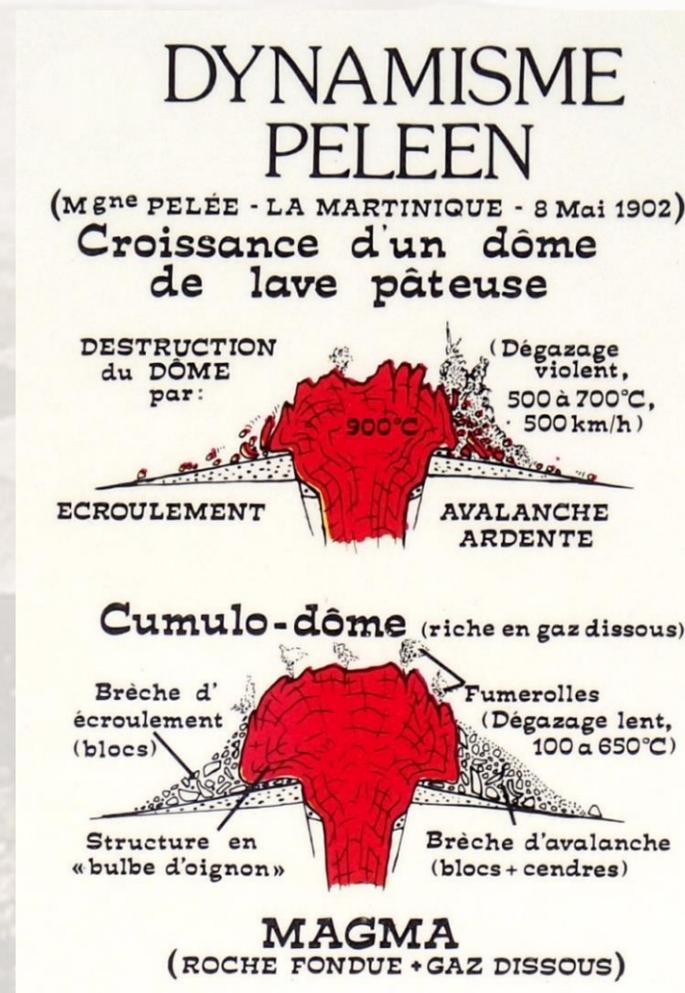
**Formes volcaniques :**

- 1) cône de scories + 5 coulées de trachybasalte.
- 2) maar trachyandésitique.
- 3) lac de lave et coulées trachyandésitiques.

**Dynamisme volcanique :** éruption strombolienne, suivie d'une éruption phréatomagmatique.

**Produits :** scories (lapillis, cendres), coulées.

**Roches :** trachybasalte, trachyandésites.



Trachybasalte gris



Dômite claire à biotite



Cendres trachybasaltiques rouges

D'après P. Lavina 1991

Photos J-L. Fromont

**Hauteur du puy :** 450 m

**Diamètre de la base :** 1 000 à 1 200 m

**Âge :** 11 000 ans

**Formes volcaniques :** 2 dômes emboîtés puis nuées ardentes.

**Dynamisme volcanique :** éruption péleenne.

**Produits :** roche massive au sommet; brèches de poussières et de blocs des nuées ardentes au bas des pentes.

**Roches :** trachytes (dômite), trachybasalte.

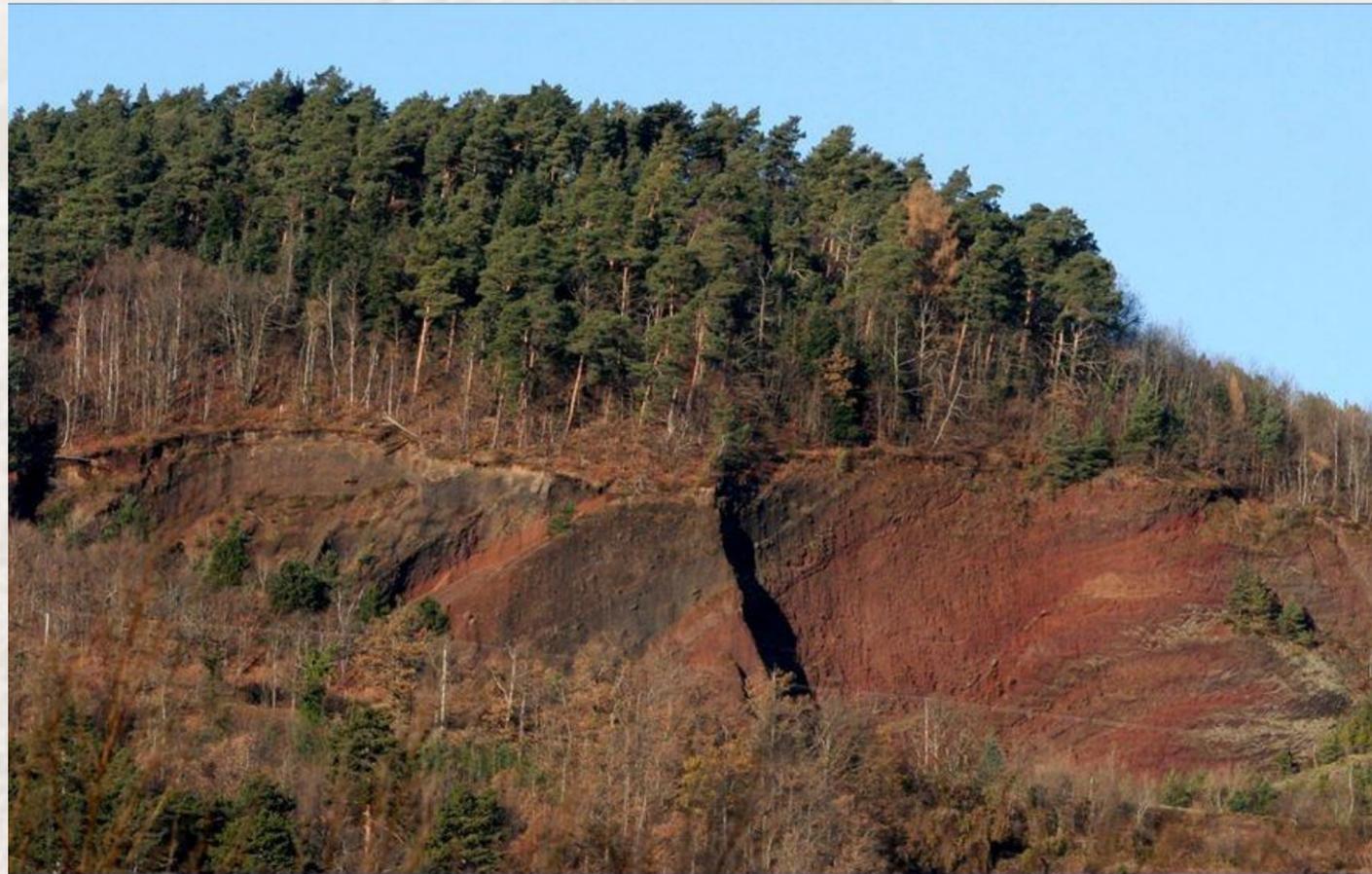
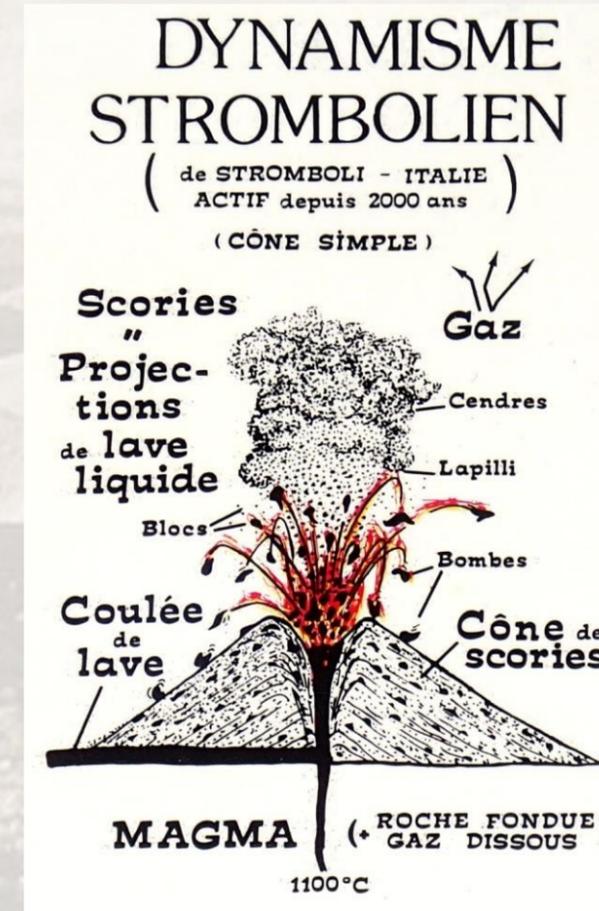


Photo <http://www.gereve63.net/auvergne/terre-de-lave/produits-volcaniques>



D'après P. Lavina 1991



Trachybasalte  
« taches de soleil »



Lave « tourmentée »



Lapillis trachybasaltiques  
noirs

Photos J-L. Fromont

**Hauteur du puy :** 122 m

**Diamètre de la base :** 750 m

**Âge :** 82 300 ans

**Formes volcaniques :** cônes de scories et coulées de laves.

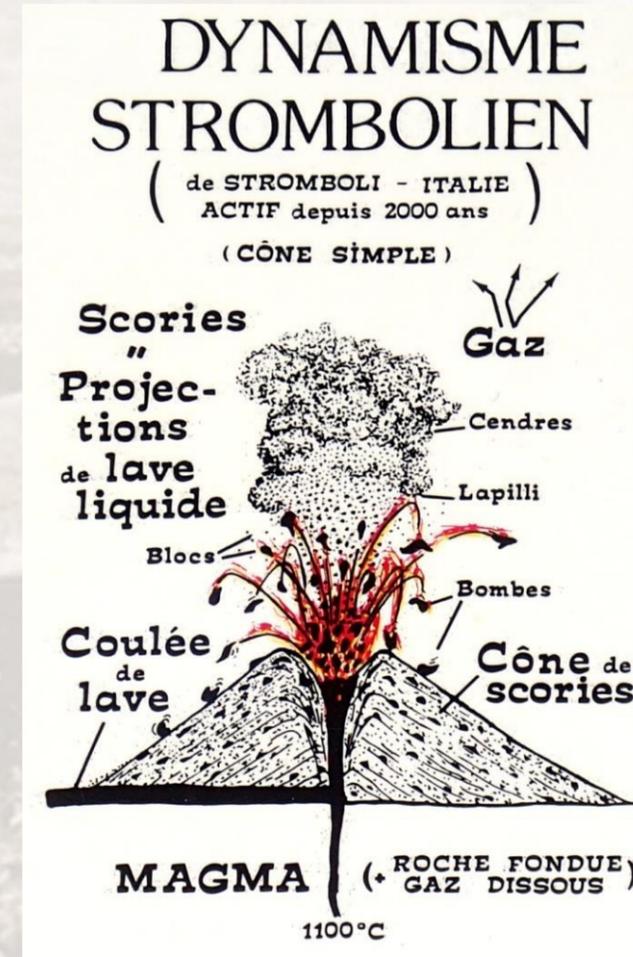
**Dynamisme volcanique :** éruption strombolienne. Et coulées de lave.

**Produits :** scories rouges ou noires

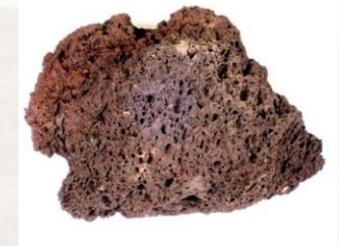
**Roches :** trachybasalte.



Photo <http://www.francois.derouin.free.fr>



D'après P. Lavina 1991



Essexibasalte bulleux



Cendres essexibasaltiques rouges



Bombe fuselée

Photos J-L. Fromont

**Hauteur du puy :** 150 m environ

**Diamètre de la base :** 600 à 750 m

**Âge :** 8 000 ans

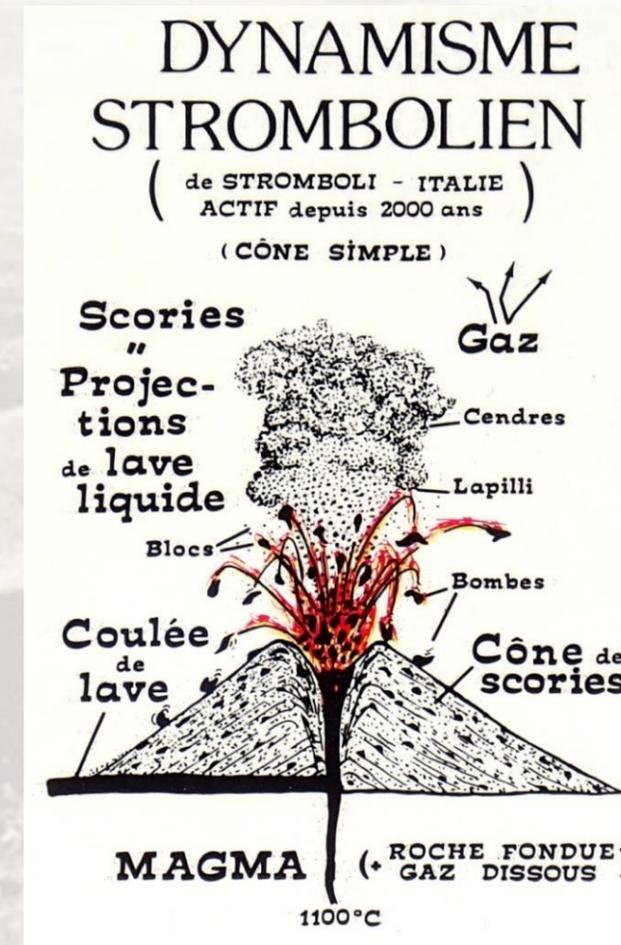
**Formes volcaniques :** 2 cônes de scories égueulés, puis coulées de laves.

**Dynamisme volcanique :** phase phréatomagmatique, puis éruption strombolienne avec une phase de fontaines de lave au Puy de Lassolas.

**Produits :** bombes, lapillis, cendres, coulées.

**Roches :** essexibasalte.

# Le Puy de Pariou



Trachyandésite noire  
de projection

D'après P. Lavina 1991

Photos J-L. Fromont

**Hauteur du puy :** 200 m environ

**Diamètre de la base :** 500 à 800 m

**Âge :** 8 200 ans

**Formes volcaniques :** cônes de scories et coulées de lave.

**Dynamisme volcanique :** éruption strombolienne pour la dernière phase, responsable de la construction du cône de scories terminal.

**Produits :** lapillis et bombes, coulées.

**Roches :** trachyandésite.

# Utilisation des roches volcaniques de la Chaîne des Puys

## La Pierre de Volvic

La trachyandésite ou Pierre de Volvic est utilisée dans la construction, la décoration, l'émaillage (carreaux, paillasse de laboratoire, tables d'orientation).



Cathédrale de Clermont-Ferrand construite en pierre de Volvic



Lapillis au Jardin des Plantes

Photo J-L. Fromont



Table d'orientation en pierre de Volvic

Photo Couleurs de Cratères\_Créalave



Panneau indicateur en pierre de Volvic

Photos Wikipédia

Les carrières près de la gare de Volvic sont toujours exploitées (coulées du Puy de la Nugère).

## Les lapillis (pouzzolanes)

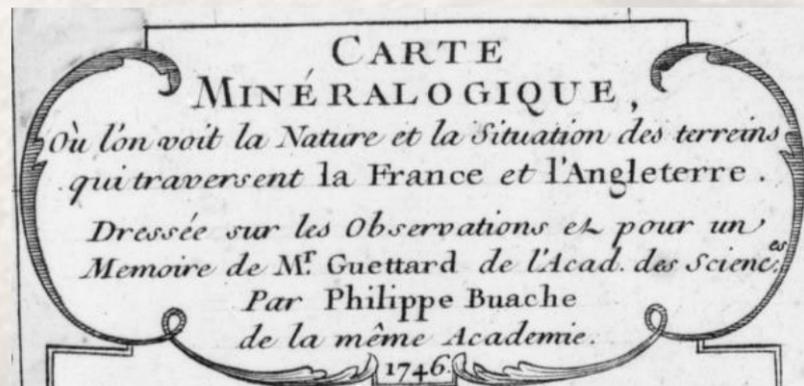


D'après P. Lavina

Les lapillis sont utilisés pour la fabrication de granulats (empièrrement des routes, matériaux d'isolation phonique et thermique), pour la fabrication de bétons légers, pour le sablage des routes en hiver, etc. Ils étaient extraits de nombreuses carrières comme celles des Puys de Lassolas et de La Vache.

## Un précurseur des cartes géologiques

« Si rien ne peut contribuer davantage à nous procurer une théorie physique & générale de la Terre, que des observations multipliées & faites sur les différens terrains, & les fossiles qu'ils renferment, rien ne peut aussi faire plus sentir cette utilité, que de rapprocher & de présenter sous un coup d'oeil ces différentes observations par des **Cartes minéralogiques** » (J.E. Guettard, mémoire lu à l'Académie des sciences en 1746).



Les éléments qui sont à l'origine de l'élaboration de la carte minéralogique de 1746 de J.E. Guettard :

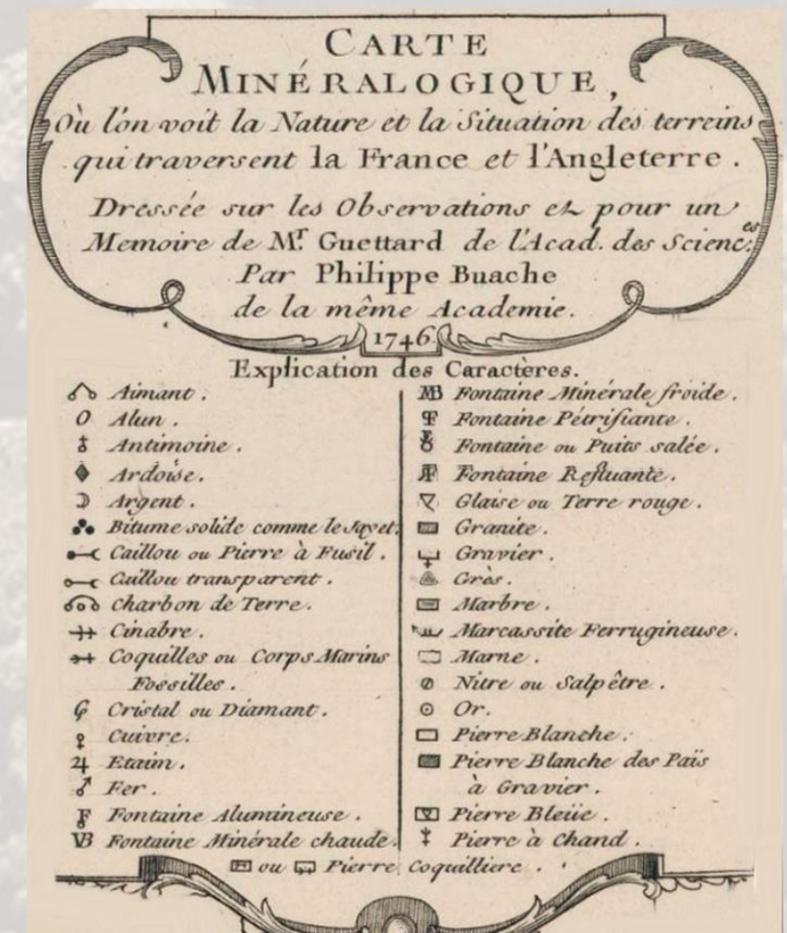
- la carte par semis de symboles de Marsigli dans sa "Mappa Mineralographica" de Hongrie en 1726 où il utilise les 14 "caractères" habituels en "Chymie" ;

- les cartes de France de 1718 et 1747 dressées par Cassini ;

- les enquêtes relatives aux ressources dont Réaumur, assure la direction scientifique et apporte son expertise à l'analyse des résultats ;

- ses propres observations sur le terrain et des symboles supplémentaires qui désignent des roches banales (glaise, gravier, grès, ...)

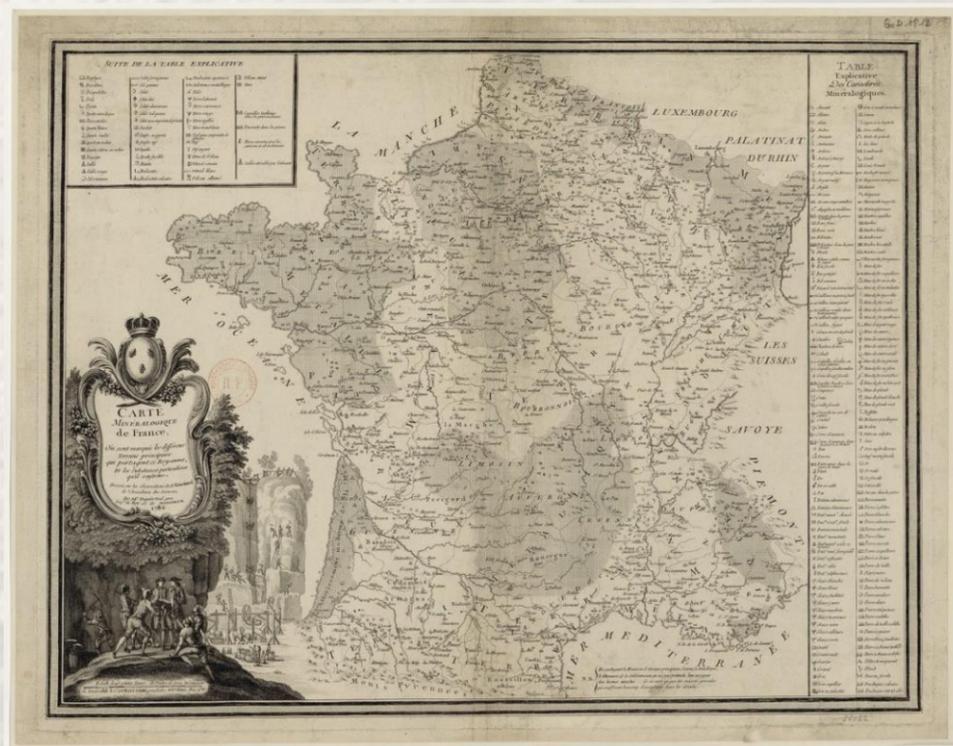
- son idée de la subdivision des terrains en trois "bandes" : "sablonneuse", "marneuse" et "métallique" ou "shiteuse".



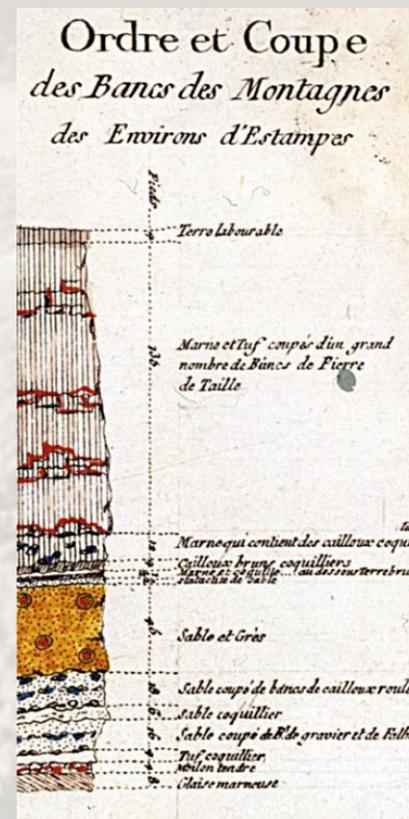
## Son objectif :

- mettre en évidence la localisation des matières premières du sol et du sous-sol ayant un intérêt économique ou scientifique en les positionnant sur les cartes "topographiques" de Cassini ;
- publier un atlas qui devait contenir 214 feuilles, à l'échelle de 1/80 000 environ.

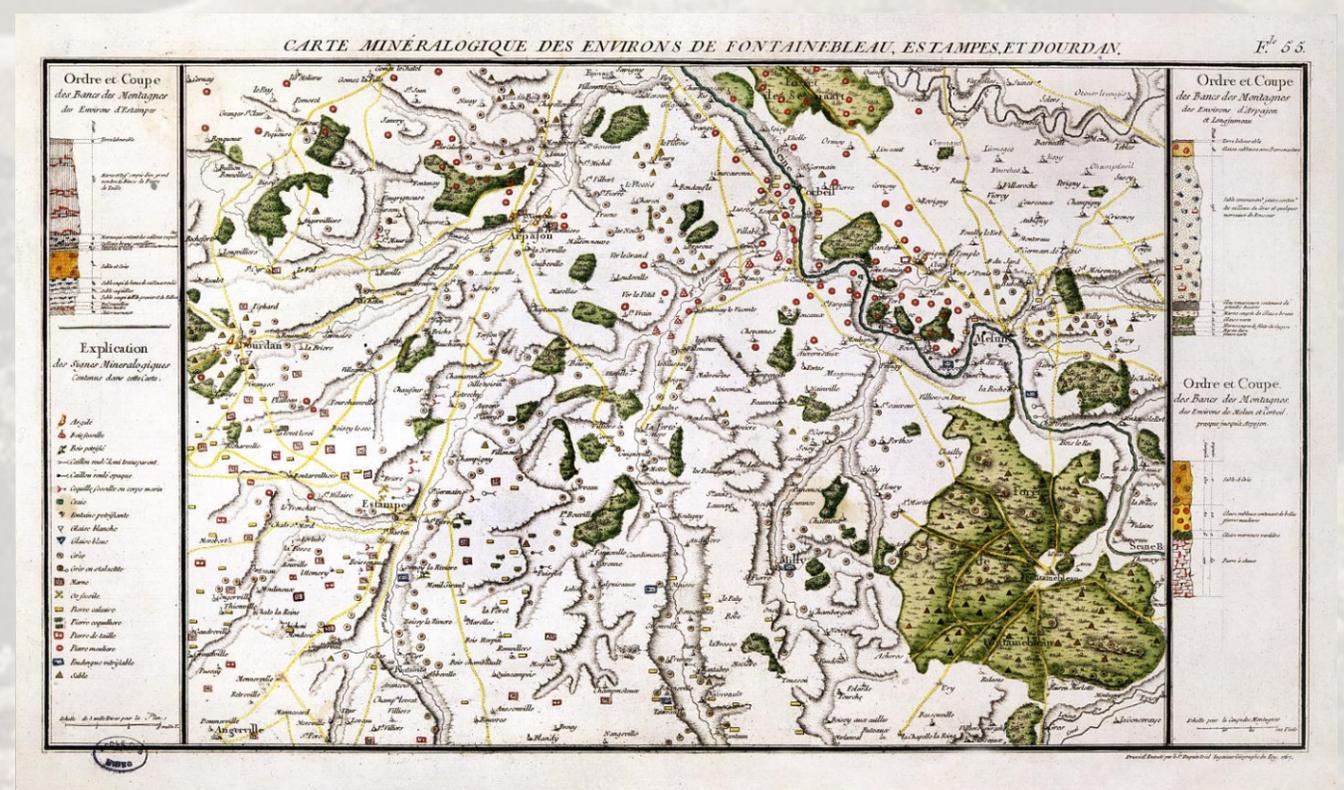
Chaque feuille comprend une carte et plusieurs coupes géologiques.



« Carte Minéralogique de France, Où sont marqués les différens terrains principaux qui partagent ce Royaume, Et les substances particulières qu'il renferme » (1781).

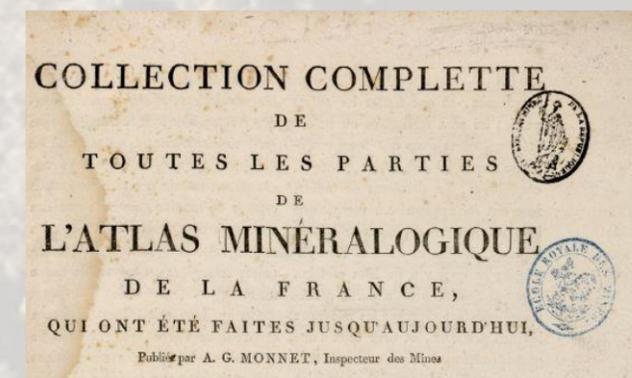


Exemple de coupe.



« Carte Minéralogique des environs de FONTAINEBLEAU, ESTAMPES, et DOURDAN » (1767).

A partir de 1766, les 16 premières cartes sont réalisées par trois personnes: J.E. Guettard, A.L. Lavoisier et A.G. Monnet, qui poursuivra la réalisation. En tout **45 feuilles, dont 6 en couleurs plus un " Tableau de l'Atlas Géographi-Minéralogique de France "**, seront publiées par A.G. Monnet (1794).



# Jean-Etienne Guettard et la porcelaine

La porcelaine est une céramique fine et translucide développée en Chine depuis le III<sup>e</sup> siècle.

Elle est différente des autres céramiques : poteries, faïence ou grès.

En Europe la porcelaine fut introduite à partir du XVII<sup>e</sup> siècle. En 1712 le Père d'Entrecolles, un Jésuite en poste à Jingdezhen (province du Jiangxi, Chine) ramena des échantillons des produits utilisés dans la fabrication de la porcelaine.

C'est Jean-Etienne Guettard qui, à partir des échantillons ramenés de Chine, détermina ce que les chinois appelaient : « pe-tun-tse » et « kao-lin ». Grâce à l'aide du Duc d'Orléans, il effectuera de très nombreux essais dans les fours qu'il avait fait construire à Sainte-Geneviève (très probablement à Paris) et à Bagnolet. A la suite de ces essais, Jean-Etienne Guettard détermina la composition de la pâte de la porcelaine :

**quartz + feldspath + kaolin.**

C'est en 1746 qu'il nota la présence de terre blanche dans la région d'Alençon et qui était utilisée par des potiers locaux. Il l'identifia comme étant du kaolin. Il faudra attendre 1768 pour que des gisements de kaolin soient découverts à Saint-Yriex-la-Perche près de Limoges.

Ils furent à l'origine de la porcelaine de Limoges et de la Manufacture de Sèvres.



Groupe en biscuit d'après un modèle de Sèvres : La faiseuse de couronnes  
source : <http://www.galerie-atena.com>



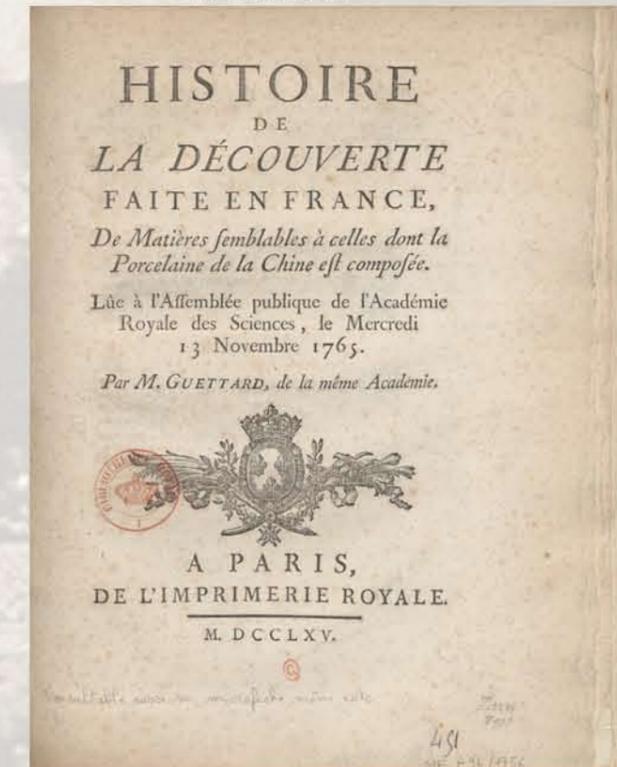
Vase en porcelaine de Sèvres.  
Musée Calouste Gulbenkian, Lisbonne  
source : Wikipedia



Porcelaine de Limoges  
source : <http://www.bernardaud.fr>



Transparence de la porcelaine  
source : Wikipedia



Communication de Guettard à l'Académie Royale des Sciences du 13 novembre 1765

## Mode opératoire

Une première cuisson à moins de 1 000°C produit le dégourdi de porcelaine qui sera émaillé et subira une deuxième cuisson entre 1 260 et 1 300°C pour avoir la porcelaine. Un décor peut être appliqué et subir une troisième cuisson.

Par contre, si la première cuisson est portée à 1 200-1 400°C on obtient le **biscuit** (cuit deux fois) de porcelaine.

Le terme de "porcelaine" est défini par le décret du 8 février 1978.