

Étude pratique de roches magmatiques

Séance du 4 février 2012

I. Plan et activités de la séance

1. Observation macroscopique de 7 échantillons de roches magmatiques.

Granite du Poiroux, Diorite, Rhyolite de Vairé, Andésite, Gabbro du Chenaillet, Basalte demi-deuil et Basalte tholéitique.

1.1. Formation de 2 grands groupes de roches définis par 2 types de structure : structure holocristalline et structure hémicristalline.

1.2. Détermination macroscopique de la composition minéralogique des roches magmatiques: identification des minéraux macroscopiques.

1.3. Conclusion : des roches cristallisées de structures semblables avec des compositions minéralogiques différentes.

2. Observation microscopique de lames minces des roches magmatiques.

2.1. L'observation au microscope polarisant.

- Présentation du microscope polarisant.
- Explication de la polarisation de la lumière.
- Explication de la fabrication d'une lame mince.

2.2. Examen de lames minces des roches magmatiques.

- Description de la structure ou texture des différentes roches : roches holocristallines et roches hémicristallines

- Détermination de la composition minéralogique des roches à l'aide de fiches d'identification des minéraux observés en lumière naturelle (LN), en lumière polarisée non analysée (LPNA) et en lumière polarisée et analysée (LPA) + vidéoprojecteur.

3. Établissement d'un tableau de synthèse sur les caractéristiques des roches magmatiques :

- Structure, composition minéralogique et chimique.

- 2 grandes catégories de roches magmatiques: roches magmatiques plutoniques et roches magmatiques volcaniques.

4. Localisation des roches magmatiques à l'échelle du globe terrestre.

- Rappel sur la structure et la composition de la Terre interne.

- Répartition du magmatisme et des principales roches magmatiques :

Basaltes tholéitiques et Gabbros : principalement au niveau de la croûte océanique.

Granite : constituant essentiel de la croûte continentale.

Andésite : marge continentale active, arcs insulaires.

Granodiorite, diorite : principalement marges continentales actives.

5. Les preuves de l'origine magmatique des roches étudiées

- Vidéo sur volcanisme actif actuel – épanchements basaltiques aériens et sous-marins.
- Documents sur l'origine magmatique du granite de Mortagne et de Pouzauges.

6. Expérience analogique de cristallisation d'un magma avec la vanilline

- Notion de cristallisation d'un magma.
- Relation entre vitesse de refroidissement du magma et structure des roches magmatiques.

7. Bilan

- Tableau comparatif des roches étudiées.
- Genèse des roches magmatiques au niveau d'une dorsale océanique (type océan atlantique) et d'une zone de subduction (du magma à la roche)
- Problème posé sur l'origine du magma pour une prochaine séance.

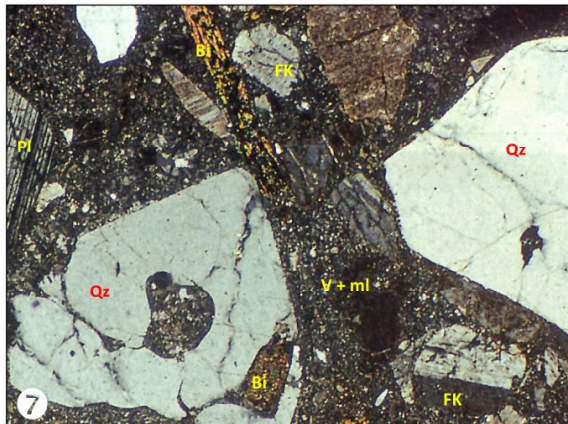
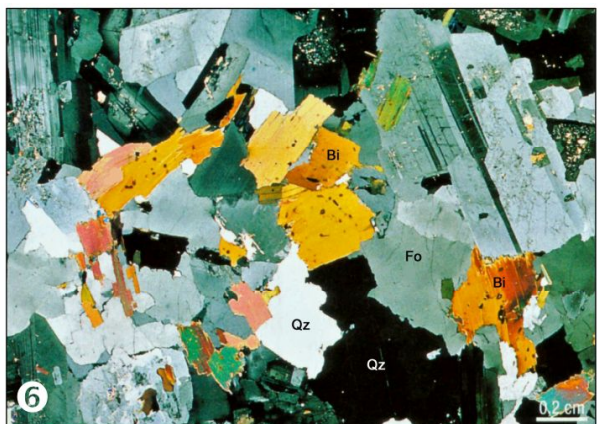
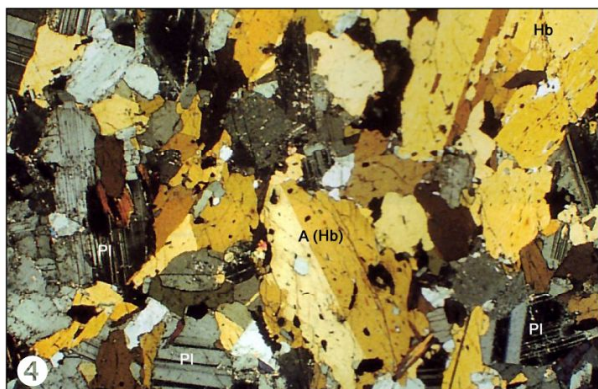
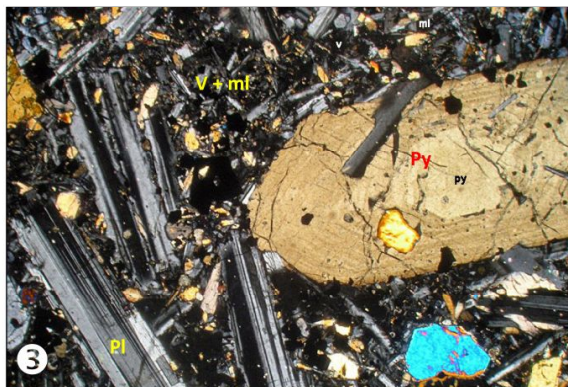
Jean Chauvet, Dominique Loizeau et Hendrik Vreken

II. Lames minces de 7 roches magmatiques observées au microscope polarisant

AVG - Lames minces de roches magmatiques

observées au microscope optique en lumière polarisée et analysée

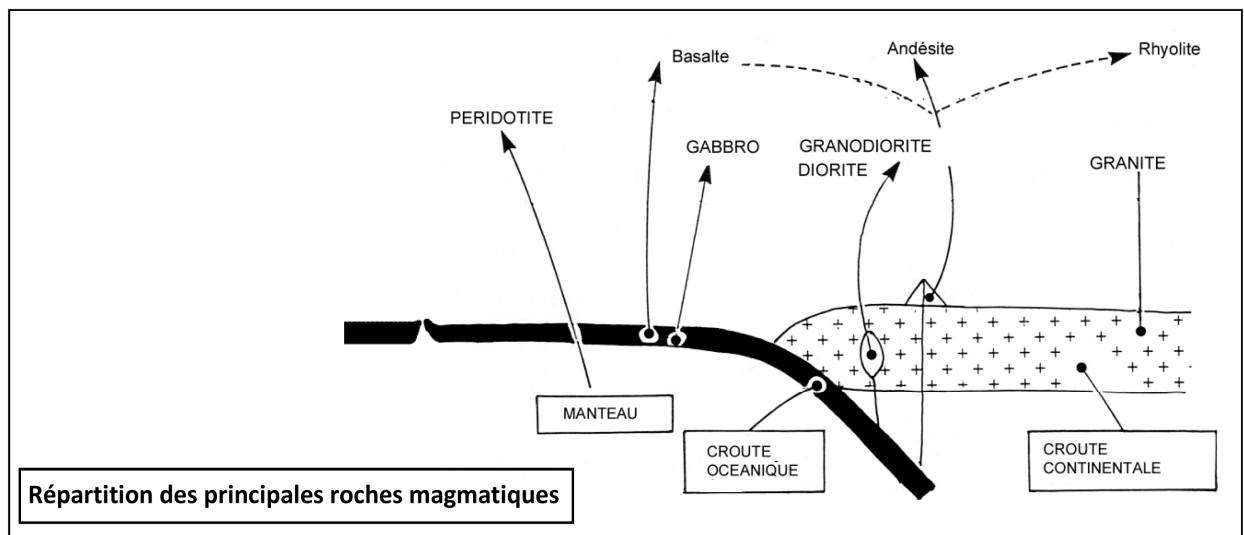
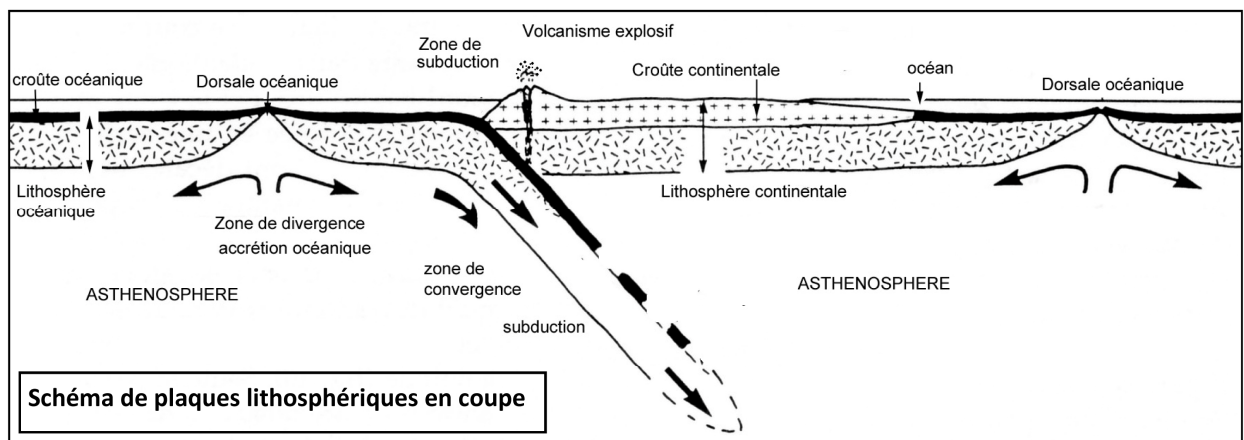
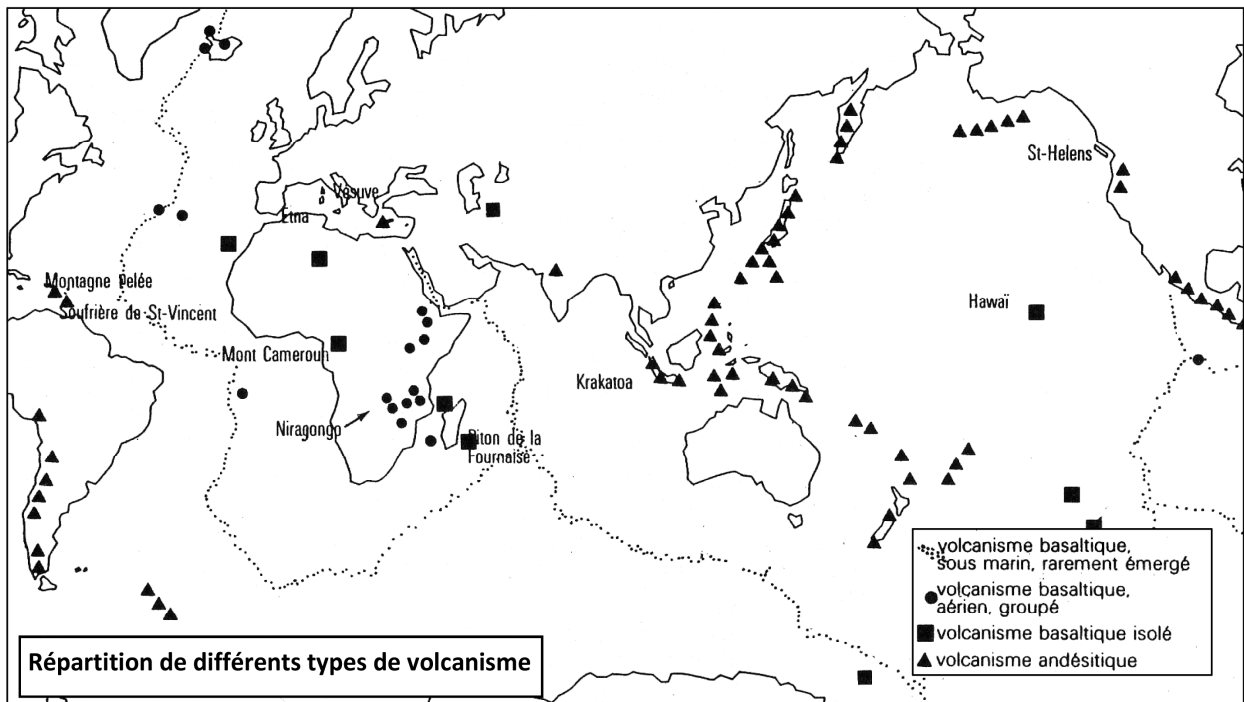
1. **Basalte tholéiitique** : plagioclase, pyroxène, verre, (olivine)...
2. **Gabbro** : plagioclase, pyroxène...
3. **Basalte alcalin** : plagioclase, pyroxène, olivine, verre...
4. **Diorite** : plagioclases, amphibole (hornblende), pyroxènes...
5. **Andésite** : plagioclases, amphibole (hornblende), pyroxènes...
6. **Granite** : quartz, feldspath alcalin, plagioclases, mica(s)
7. **Rhyolite** : quartz, feldspath alcalin, plagioclases, mica(s), verre



III. Tableau synthétique sur les principaux caractères des roches magmatiques étudiées

Tableau comparatif de roches magmatiques n°2				
AVG	Texture ou Structure	Holocristalline	Hémicristalline	Chimie du magma
Composition minéralogique		Roche entièrement cristallisée. Cristaux en grains, visibles à l'œil nu. (roche grenue)	Roche pas entièrement cristallisée Existence de gros cristaux (phénocristaux) et de petits cristaux (microlithes) dans une pâte non cristallisée (verre).	Localisation de l'origine
Principaux minéraux		Granites	Rhyolites	Magmas riches en silice (entre 65% et 75%) d'origine essentiellement crustale.
Quartz Feldspaths (Orthose, avec ou sans plagioclases) Biotite, (Muscovite)				
Feldspaths plagioclases Pyroxènes et /ou Amphiboles	Diorites		Andésites	Magmas moyennement riches en silice (entre 50% et 60%) d'origine essentiellement mantellique.
Feldspaths plagioclases Pyroxènes (Olivine : absente ou rare dans les basaltes tholéitiques)	Gabbros		Basaltes alcalins à olivine Basaltes tholéitiques	Magmas pauvres en silice (entre 45% et 52%) d'origine mantellique.
	Reffroidissement lent Roche plutonique mise en place en profondeur		Reffroidissement en plusieurs étapes (lent en profondeur, rapide vers la surface) Roche volcanique mise en place en surface de l'écorce terrestre	Chimie des roches et du magma
				Vitesse de reffroidissement

IV. Répartition du volcanisme et des principales roches magmatiques



La recherche et l'exploitation des eaux souterraines

Conférence de Gilles Bresson

20 octobre 2012

Gilles Bresson, scientifique de formation et hydrogéologue, ancien chef du Service départemental d'hydrogéologie en Meuse puis en Vendée, est à l'origine de la découverte des eaux souterraines du Sud-Vendée et de la méthodologie de prospection de ces eaux dans les massifs granitiques.



Lors de sa conférence, Gilles Bresson nous a exposé, à l'aide d'un diaporama, les notions fondamentales de l'hydrogéologie :

- la nature, les paramètres physico-chimiques et l'alimentation des nappes d'eaux souterraines ;
- les méthodes et les techniques de prospection et d'exploitation des eaux souterraines.

Plan de la conférence

L'EAU : un liquide hors normes.

LES NAPPES D'EAUX SOUTERRAINES

- L'eau dans le sous sol.
- Les nappes libres, les nappes captives.
- Le Gradient hydraulique.
- La Perméabilité, la Porosité ou Coefficient d'emmagasinement - La Transmissivité.

L'ALIMENTATION DES EAUX SOUTERRAINES

- La Réserve Facilement Utilisable (R.F.U.) par les plantes - La pluie efficace.

LA PROSPECTION DES EAUX SOUTERRAINES

- Pas de moyens directs de prospection : exit la baguette ou le pendule !
- Des moyens indirects : la Géologie, la Géophysique.

LE FORAGE

Seul moyen d'explorer les nappes d'eaux souterraines

LE POMPAGE D'ESSAI

- Pour la détermination de la productivité d'un forage.
- Pour la détermination des paramètres aquifères : Transmissivité et coefficient d'emmagasinement.
- Détermination des limites aquifères et des phénomènes liés au pompage.

LES SOURCES

- Différents types d'émergence des nappes d'eau souterraines.

LES EAUX SOUTERRAINES EN VENDÉE

- Plaine de Luçon-Fontenay,
- Bassin de Chantonay,
- Marais Breton et Île de Noirmoutier,
- Nappes des granites et des Schistes.

CONCLUSION ET ÉCHANGES AVEC L'AUDITOIRE

Jean Chauvet

La géologie de Mars étudiée par spectroscopie

Pierre Gibaud

1. Mars, la planète rouge

La couleur de Mars est unique et interpelle car elle rappelle celle des oxydes de fer.

Mais le fer pour les anciens, c'est l'arme, la guerre, d'où son nom : Mars, dieu de la guerre !

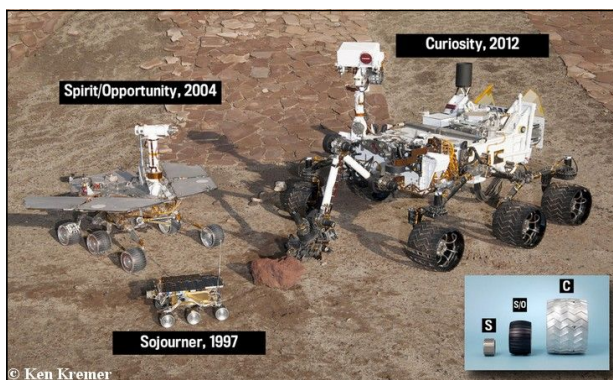
Mars a-t-elle du fer ? Ou bien a-t-elle de l'eau ? Ou mieux, une vie, même primitive ?

Pour mieux connaître Mars, on a déjà envoyé des satellites d'observation graviter autour (orbiters) mais aussi différents robots explorateurs semi-autonomes (rovers).

Avec les satellites, on observe les photos prises avec divers filtres. On peut ainsi différencier le relief et les roches (basalte, argile...). Depuis l'orbite, on voit des détails de 30 cm mais cela n'est pas assez fin pour mieux connaître la géologie.

Avec les robots explorateurs précédents, des échantillons sont prélevés puis analysés soit par des réactifs chimiques soit par des méthodes physiques.

Avec "Curiosity", le plus récent, le plus gros et le plus perfectionné de ces robots, on va franchir une nouvelle étape dans la précision et dans la vitesse d'investigation : l'analyse se fait rapidement et sans contact avec la roche !



1. Les divers rovers

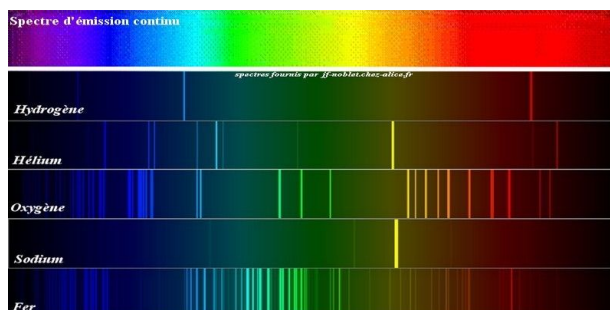
2. La spectroscopie

En physique, la décomposition d'un phénomène vibratoire selon ses diverses fréquences donne un "spectre".

On peut ainsi déterminer ses différentes composantes. Ex : analyse des sons, des tremblements de Terre, de la lumière...

Spectres atomiques

Chaque atome est formé d'un noyau et d'un nuage d'électrons gravitant autour. Quand une lumière apporte de l'énergie à un atome, des électrons sont chassés de leur orbite normale et atteignent temporairement des niveaux inhabituels. En quelques nanosecondes, ces électrons reviennent à leur niveau fondamental en émettant une lumière spécifique. Chaque type d'atome a son spectre unique et caractéristique comme le montre le document suivant. Ce spectre est formé de raies lumineuses sur fond noir : c'est le spectre d'émission qui est discontinu. Observez sur la première ligne, le spectre émis par une matière chaude : il est continu, sans raies.



2. Spectre continu thermique et cinq spectres atomiques

En observant la lumière du soleil en 1868, le français Jules Janssen, découvrit un corps nouveau qu'il appela "Hélium". Ce n'est que 27 ans plus tard que l'anglais Ramsay découvrit l'hélium à l'état de traces dans notre atmosphère.

L'analyse spectrale est extrêmement précise et elle est très utilisée en astronomie.

Spectres moléculaires

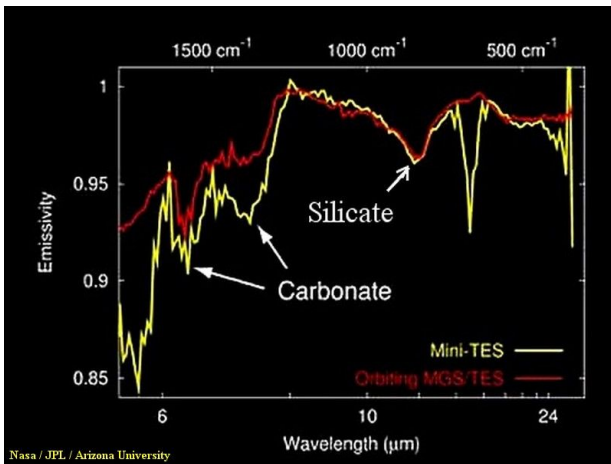
Les rayons infrarouges sont moins énergétiques que les rayons lumineux. Ils ont la propriété de faire vibrer et tourner les molécules sans déplacer leurs électrons. L'analyse des spectres IR (infrarouges) permet d'identifier les molécules. Le spectre d'absorption des molécules

simples (H₂O, CO₂, CH₄, NH₃...) est bien connu. C'est ainsi que les astronomes peuvent déterminer à distance, la composition de l'atmosphère d'une planète. On connaît depuis longtemps la composition des planètes géantes gazeuses (Jupiter, Saturne...) bien avant d'y envoyer des engins spatiaux.

Spectres des plasmas

Quand une matière est chauffée à dix mille degrés, elle se vaporise totalement. Dès lors, la majorité des électrons de tous ses atomes deviennent indépendants. Le mélange neutre formé des noyaux positifs et d'électrons négatifs s'appelle un plasma.

Inexorablement, un plasma va se refroidir rapidement et les électrons, en regagnant leur place "normale" autour du noyau, émettent alors une lumière caractéristique. Le spectre est plus complexe que pour une matière monoatomique. Les spécialistes savent faire le tri des raies du spectre et peuvent donc déterminer quels étaient les types d'atomes présents dans la matière qui a été volatilisée.



3. Spectre IR des silicates et des carbonates

Production d'un plasma

Pour chauffer à près de 10 000°C, on utilise un laser puissant qui envoie de brefs éclairs de 0,4 mm de diamètre avec une puissance de 1 gigawatt / cm².

Un tel laser est des millions de fois plus puissant que celui qui lit nos CD et DVD. Le laser "Chemcam" utilisé par "Curiosity" est une réalisation française du CEA.

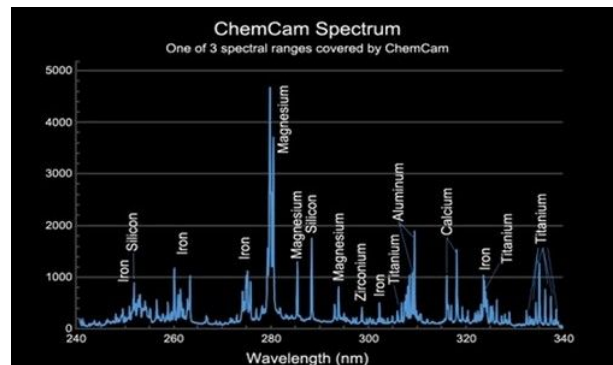
Application à la géologie

La spectroscopie appliquée à la géologie existe depuis environ trois décennies. Les géologues ont établi des catalogues de spectres caractéristiques de chaque famille de roches.

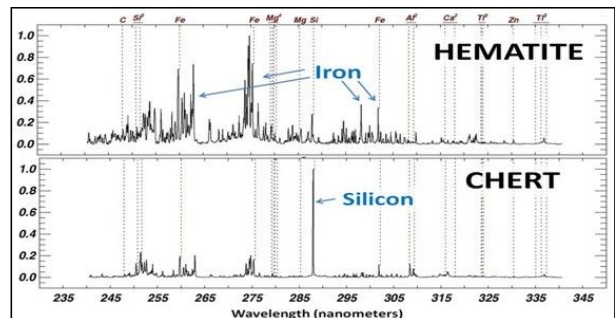
On sait donc identifier un basalte, une argile, un granite... et d'autres plus en détail bien sûr.



4. Télescope et laser du chemcam



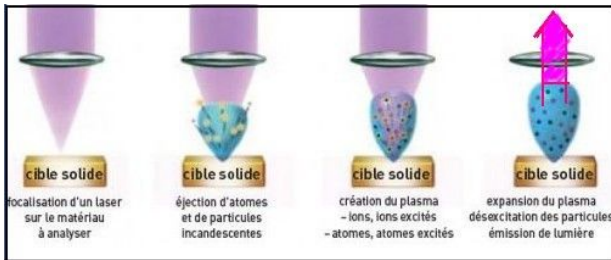
5. Identification des éléments par chemcam



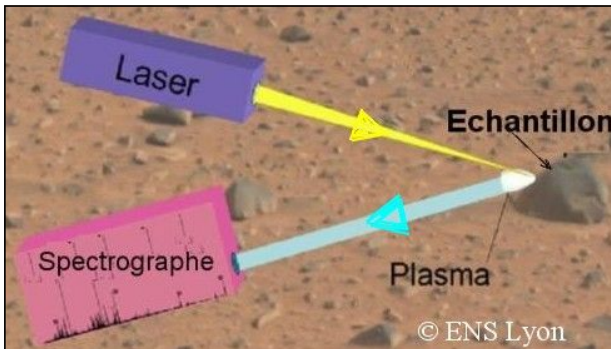
6. Identification spectrale des minéraux

3. Les roches de Mars

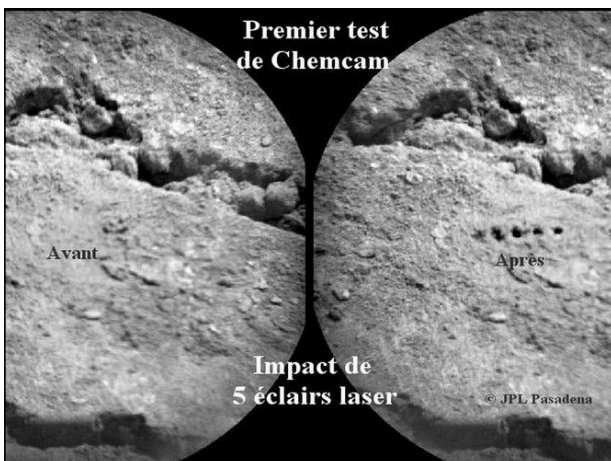
En comparant les spectres obtenus sur Mars avec ceux du catalogue terrestre, on peut savoir dans le détail, la nature des roches martiennes rencontrées par le robot. L'avantage de la méthode est que la puissance de l'éclair laser volatilise au début la couche de poussière qui recouvre la roche. Ce n'est que dans la seconde série d'éclairs que la roche elle-même est pulvérisée en plasma. On obtient alors le plasma de la roche seule.



7. Les différentes étapes de l'action du laser



8. Disposition du laser et du spectrographe



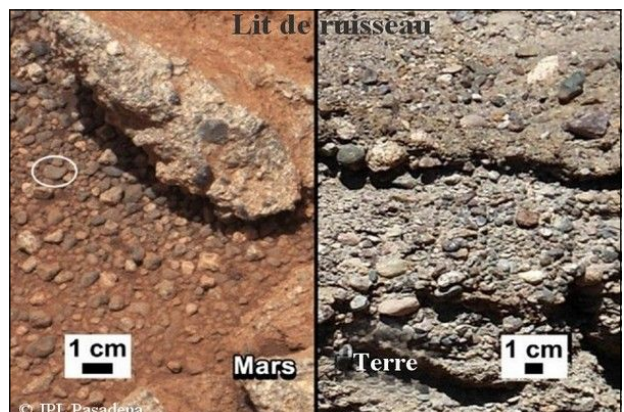
9. Les impacts de cinq éclairs laser sur une roche

Cependant, Mars a une atmosphère formée principalement de CO₂. Le laser décompose aussi ce gaz. Le spectre contient donc une information propre à l'atmosphère qu'il est difficile de séparer de celle provenant de la roche. La méthode est en cours de calibrage et on espère ainsi pouvoir identifier d'éventuels carbonates non pollués par le CO₂ atmosphérique. Outre la nature globale de la roche, on pourra aussi identifier la présence d'eau de cristallisation (associée aux atomes) et d'eau d'insertion entre les cristaux. Enfin, un appareil de fabrication russe qui émet des neutrons, permet de détecter l'eau libre jusqu'à 1 m de profondeur. Cette dernière information permettra de mieux connaître le passé "humide" de cette planète devenue très inhospitalière il y a environ trois milliards d'années.

De l'eau a coulé sur Mars et a usé des galets comme le montrent les documents suivants :



10. Ravinement sur Mars vu par satellite



11. Comparaison de lits de ruisseau sur Mars et sur la Terre

L'avantage de la méthode du "Chemcam" est double : il travaille à quelques mètres (sans contact avec la roche) et rapidement (une douzaine d'analyses par jour). On peut donc espérer une abondante moisson d'informations permettant de faire avancer les connaissances sur la géologie de Mars.

On espère que ces robots aideront à répondre à certaines des grandes questions du genre :

- Depuis quand l'eau s'est-elle évaporée ?
- Les molécules de la vie pré-biotique ont-elles été présentes ?
- Pourquoi ses plaques tectoniques sont-elles moins dynamiques que sur la Terre ?
- Pourquoi le champ magnétique de Mars est-il insignifiant ?

Pierre GIBAUD

GLOSSAIRE

Acide : se dit d'un magma ou d'une roche magmatique riche en silice. Contraire du terme "basique".

Acides fulviques : acides organiques constituant une des fractions les plus importantes de l'humus. Ce sont les principaux agents du lessivage du fer.

Affleurement : partie d'une formation géologique visible à la surface de la Terre.

Alcalin : adjectif qui s'applique à des roches et minéraux riches en Na (sodium) et/ou K (potassium).

Allanite : variété d'épidote (silicate souvent vert de roches faiblement métamorphisées) contenant des terres rares.

Altération : processus de modification des propriétés physiques et chimiques des roches par les agents atmosphériques.

Amphibole : minéral composé notamment de fer et de magnésium, fréquent dans les roches magmatiques et les roches métamorphiques.

Amphibolite : roche métamorphique essentiellement constituée d'amphibole.

Anatexie : stade ultime du métamorphisme qui, par augmentation de la température, conduit à la fusion partielle ou totale des roches.

Andalousite : minéral alumineux commun dans les roches métamorphiques, en particulier dans les schistes et les gneiss.

Anisopaque : se dit d'un pli ou l'épaisseur des couches varie.

Aplite : roche magmatique granitique à grains fins ; fréquente en filons traversant des massifs granitiques.

Aplitique : adjectif - structure très finement grenue.

Arène : sable grossier résultant de l'altération sur place de roches magmatiques ou métamorphiques riches en quartz et en feldspath (granite, gneiss, etc.).

Argilite : roche sédimentaire détritique constituée de particules très fines de minéraux argileux accompagnés de quartz.

Automorphe : s'applique à un minéral se présentant sous la forme d'un parfait cristal ou au moins d'un cristal limité par des faces cristallines planes.

Barrowien : qualifie un métamorphisme de moyenne température (MT) et de moyenne pression (MP).

Basalte : roche volcanique à composition basique et de couleur sombre représentant l'équivalent superficiel du gabbro. C'est la lave la plus fréquente à la surface du globe terrestre où elle constitue notamment le plancher des océans.

Basique : se dit d'un magma ou d'une roche magmatique pauvre en silice. Contraire du terme "acide".

Biodétritique : se dit d'une roche sédimentaire constituée de fossiles le plus souvent fragmentés.

Biotite : mica noir riche en fer et en magnésium, très commun dans les roches magmatiques ou les roches métamorphiques.

Brèche : roche d'origine sédimentaire ou volcanique, constituée d'éléments anguleux réunis par un ciment naturel.

Calcaire : roche sédimentaire essentiellement constituée de calcite.

Calcite : minéral qui caractérise les roches calcaires et qui est composé de carbonate de calcium.

Calco-alcalin : adjectif qui s'applique à des roches magmatiques contenant des proportions voisines de (Na, K) et de Ca (calcium). Cela se traduit par la présence simultanée de feldspaths potassiques (orthose, microcline) et de plagioclases sodiques (oligoclase, andésine).

Cénozoïque : période de l'histoire de la Terre postérieure au Mésozoïque, regroupant l'ère tertiaire et l'ère quaternaire.

Chambre magmatique : réservoir situé à une profondeur variable (de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres) dans lequel le magma originel est stocké avant de cristalliser en place ou d'être émis en surface lors d'une éruption volcanique.

Chlorite : minéral ferro-magnésien verdâtre, feuilleté et riche en eau.

Claste : fragment de cristal, de fossile, ou de roche inclus dans une roche.

Cogénétiques : engendrés en même temps ; de même origine. Qualifie des roches issues d'un même magma.

Compétent : s'applique aux roches et couches les moins déformables dans une série stratifiée tectonisée.

Conglomérat : roche sédimentaire constituée de galets ou d'éléments anguleux de roches de différentes dimensions liés par un ciment naturel.

Convection (courants de) : désigne les mouvements de brassage de matière, notamment au sein du manteau terrestre.

Cordiérite : minéral fréquent dans les roches métamorphiques, parfois présent dans les granites à biotite et muscovite.

Cornéenne : roche très dure résultant du métamorphisme de roches variées au contact d'un corps magmatique.

Coulée de lave : masse liquide de magma en fusion, progressant sur une pente et se refroidissant progressivement.

Crustal : relatif à la croûte terrestre.

Cumulat magmatique : roche magmatique grenue formée dans une chambre magmatique par accumulation, sous l'action de la gravité au sein du magma, de cristaux denses automorphes.

Datation U/Pb: datation absolue fondée sur la mesure du rapport des masses de l'uranium radioactif et de son produit de désintégration, le plomb.

Datation radiocarbone : datation absolue par le comptage du carbone 14 résiduel, utilisée pour les temps relativement récents, 30 000 à 50 000 ans tout au plus.

Delta isotopique : différence pour un élément donné, entre le rapport isotopique d'un échantillon et celui d'un standard pris pour référence, exprimée en pour mille.

$$\text{Ex: } \delta^{18}\text{O} = \frac{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O} \text{ échantillon}) - (^{18}\text{O}/^{16}\text{O} \text{ standard})}{(^{18}\text{O}/^{16}\text{O} \text{ standard})} \times 1000$$

Les rapports $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de la glace polaire et des carbonates marins sont des thermomètres isotopiques. Ils ont le potentiel d'enregistrer la température locale et le volume global de glace dans le passé. De nombreuses mesures réalisées à partir des années cinquante ont montré la concomitance des variations de $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ dans les différentes archives, et donc leur signification climatique.

Diaclase : fracture affectant les roches ou les terrains, sans déplacement relatif des parties séparées.

Diapirisme magmatique : mécanisme de l'ascension du magma par différence de densité.

Diorite : roche plutonique plus ou moins sombre, essentiellement constituée de feldspath et d'amphibole.

Discordance : repos de séries sédimentaires sur des roches plus anciennes basculées ou plissées antérieurement par des mouvements tectoniques.

Dolérite : roche magmatique microgrenue à composition basique et de couleur sombre se mettant souvent en place sous forme de filons. C'est une roche magmatique intermédiaire entre les gabbros, grenus, et les basaltes microlithiques.

Dolomie : roche sédimentaire carbonatée contenant 50% ou plus de carbonate, dont la moitié au moins sous forme de dolomite (carbonate de calcium et de magnésium).

Dulçaquicole : qui vit en eau douce ; d'eau douce.

Dyke : lame épaisse de roche magmatique recoupant les structures de l'encaissant.

Égueulement : déformation de l'ouverture ; dépression dans une paroi.

Encaissant : terme général désignant les terrains dans lesquels se mettent en place les filons ou les corps magmatiques.

Enclave : masse de roche plus ou moins importante, mécaniquement arrachée puis emballée dans une autre roche.

Erosion : décapage et démantèlement des masses rocheuses sous les effets, mécanique et chimique, des agents atmosphériques (eau, vent, gel).

Estran : zone du littoral comprise entre les niveaux de haute mer et de basse mer.

Facies : caractères spécifiques que possède un type de roche ou de terrain.

Faille : fracture affectant les roches ou les terrains avec déplacement relatif des parties séparées.

Falun : roche sédimentaire calcaire constituée de nombreux débris de coquilles.

Feldspath : minéral silicaté très répandu dans les roches magmatiques ou métamorphiques.

Ferro-magnésien : se dit d'un minéral riche en fer et en magnésium.

Filon : lame de roche recoupant les structures des terrains encaissants et correspondant le plus souvent au remplissage d'une fracture.

Formation géologique : terrain qui possède des caractères spécifiques permettant de le distinguer.

Gabbro : roche plutonique à composition basique et de couleur sombre représentant l'équivalent profond du basalte.

Gabbro-norite : variété de gabbro avec hypersthène (variété de pyroxène) dominant.

Gélifraction : éclatement et fragmentation d'une roche sous l'effet du gel.

Gneiss : roche métamorphique très commune caractérisée le plus souvent par des niveaux sombres riches en micas alternant avec des zones claires de quartz et de feldspath.

Granite : roche magmatique plutonique à composition acide et de couleur claire constituée de trois minéraux essentiels : le quartz, le feldspath et le mica.

Granodiorite : roche plutonique de couleur claire, voisine du granite mais moins acide et plus riche en feldspath que ce dernier.

Grauwacke : roche sédimentaire détritique à ciment assez abondant, riche en chlorite et minéraux argileux, contenant des grains de quartz et feldspath, quelques micas et des débris abondants de roches à grains fins.

Grès : roche sédimentaire détritique constituée de grains de nature diverse, généralement quartz et feldspath, réunis par un ciment naturel.

Hyperalumineux : riche en oxyde d'aluminium Al_2O_3 .

Icartien : Période du Précambrien, à la limite de l'Archéen et du Protérozoïque

Intrusion : massif de roches plutoniques qui se met en place en force dans des terrains, qualifiés d'encaissant.

Isograde (de métamorphisme) : courbe joignant sur le terrain ou sur une carte, des roches affectées au même degré par le métamorphisme. Cette courbe constitue une limite pour l'apparition (+) ou la disparition (-) d'un minéral indicateur de degré de métamorphisme (ex : biotite +, biotite -).

Isopaque : se dit d'un pli dont l'épaisseur des couches reste constante.

Isotopes : éléments chimiques de même nature (numéro atomique identique) mais qui diffèrent par leur masse.

Isostasie : état d'équilibre entre différents segments de l'écorce terrestre réalisé à une certaine profondeur dite profondeur de compensation. Adjectif : isostatique.

Lave : magma dégazé qui donne des coulées plus ou moins fluides ou visqueuses en fonction de sa température et de sa composition chimique.

Limon : dépôt sédimentaire meuble à grain très fin, plus ou moins argileux, le plus souvent fluviatile ou éolien.

Litage sédimentaire : structure planaire qui résulte de la superposition, sur une même verticale, d'apports sédimentaires de nature variable, en granulométrie et composition minéralogique (minéraux argileux, quartz).

Lithologique : relatif à la nature des roches.

Lithostatique : se dit d'une pression uniforme (isotrope) à laquelle sous soumis les matériaux d'une plaque lithosphérique stable.

Leucosome : partie claire d'une migmatite, riche en quartz et en feldspaths, correspondant à de la roche fondue. Les migmatites sont des roches métamorphiques issues d'anatexie crustale partielle. On les trouve dans des zones de gradient métamorphique élevé (catazone).

Loess : limon argilo-calcaire d'origine éolienne caractéristique des régions périglaciaires.

Magma : matériau fluide à haute température qui prend naissance en profondeur à partir de la fusion partielle des roches puis qui remonte vers la surface sous l'effet moteur des gaz qui y sont contenus.

Manteau : enveloppe de la sphère terrestre située sous la croûte et descendant jusqu'à 2 900 km de profondeur, à la limite avec le noyau.

Marbre : roche métamorphique résultant de la transformation d'un calcaire.

Marne : roche sédimentaire constituée d'un mélange de calcaire et d'argile.

Mégabrèche : brèche contenant de très gros blocs.

Mélanosome : partie de couleur sombre, riche en minéraux ferromagnésiens, dans une migmatite.

Mésozoïque : synonyme d'ère secondaire, période de l'histoire de la Terre comprise entre le Paléozoïque et le Cénozoïque.

Mésozone : zone de métamorphisme général de degré moyen.

Métasédimentaire : relatif à une roche sédimentaire métamorphisée.

Mica : minéral silicaté constitué de feuillets empilés, particulièrement fréquent dans les roches magmatiques et les roches métamorphiques.

Micaschiste : variété de schiste riche en micas.

Migmatite : roche métamorphique résultant d'une fusion partielle par anatexis de roches préexistantes.

Monzogranite : granite contenant un pourcentage d'orthose (feldspath potassique) équivalent à celui des feldspaths plagioclases et relativement riche en biotite.

Muscovite : mica blanc riche en alumine, fréquent dans les roches plutoniques acides ou les roches métamorphiques.

Orogenèse : processus conduisant à la formation des reliefs, plus particulièrement des chaînes de montagnes.

Orthogneissification : transformation métamorphique d'un protolithe granitique en gneiss.

Paléozoïque : synonyme d'ère primaire, période de l'histoire de la Terre comprise entre le Précambrien et le Mésozoïque.

Paragenèse : association de minéraux dans une roche donnée, possédant une communauté d'origine, et résultant de processus géologiques et géochimiques donnés.

Pédogenèse : processus conduisant à la formation d'un sol à partir d'une roche mère.

Pédogénétique : relatif à la formation des sols.

Pegmatite : roche magmatique, généralement associée au gneiss et granite, filonienne, dans laquelle les cristaux de quartz, feldspath et micas sont de grandes dimensions.

Phénocristaux : cristaux de grande taille dans les roches magmatiques. Synonyme : phénoblaste.

Phtanite : roche sédimentaire essentiellement constituée de silice.

Pillow-lava : lave en oreiller, en coussin.

Pinite : variété de cordiérite, minéral de teinte brune contenu dans des roches métamorphiques.

Porphyroblaste : cristal de grande taille ayant cristallisé dans une roche métamorphique.

Porphyroïde : s'applique aux roches magmatiques et métamorphiques dont la structure présente des cristaux de grande taille dispersés au sein d'autres plus petits..

Poudingue : roche sédimentaire constituée de galets liés par un ciment naturel.

Précambrien : période ancienne de l'histoire de la Terre, antérieure à l'ère Primaire.

Protolithe : roche originelle.

Pyroxène : minéral composé notamment de fer et de magnésium, souvent présent dans les roches magmatiques basiques et dans certaines roches métamorphiques.

Pyroxénite : roche métamorphique composée essentiellement de pyroxène

Quartz : minéral très commun constitué de silice pure.

Quartzite : Roche siliceuse constituée de cristaux de quartz intimement soudés.

Quartzique : qualifie certaines roches magmatiques qui comporte une proportion notable de quartz.

Radiochronologie : ensemble de méthodes de datation absolue, des minéraux et des roches, fondées sur la mesure de la concentration de leurs éléments radioactifs et de leurs produits de désintégration.

Rapakivi : se dit de la structure de certains granites caractérisée par de grands cristaux à cœur rosé d'orthose et à couronne blanchâtre de feldspath plagioclase.

Rejeu de faille : nouveau déplacement des compartiments d'une faille.

Rétrométamorphisme : transformation d'une roche métamorphique en une autre roche métamorphique possédant un faciès minéral de degré plus faible que le faciès initial.

Rhyolite : roche volcanique dont la composition chimique acide est semblable à celle du granite, roche plutonique.

Rapport isotopique : quotient des masses des isotopes d'un même corps présents dans un échantillon, la masse de l'isotope le plus léger figurant au dénominateur. Exemple : $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$.

Rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$: rapport de masse de l'isotope radioactif Strontium 87 sur l'isotope stable Strontium 86.

Schlieren : ségrégations minérales riches en biotite formant des traînées sombres dans le granite. Elles sont interprétées comme les traces de mouvements dans une chambre magmatique. Synonyme : biotitites.

Schiste : roche métamorphique dans laquelle la réorientation des minéraux sous l'effet des fortes pressions subies en profondeur a provoqué une structure plus ou moins feuilletée qualifiée de schistosité.

Schistosité : feuilletage d'une roche acquis sous l'influence de contraintes tectoniques et selon lequel elle peut se débiter en lames plus ou moins épaisses.

Schorre : partie haute d'un marais littoral, formée de vase compactée, recouverte de végétation et uniquement submergée au cours des grandes marées.

Sillimanite : minéral alumineux commun dans les roches métamorphiques, notamment les micaschistes et les gneiss.

Stratification : caractéristique des terrains sédimentaires, généralement constitués de strates, autrement dit de couches, superposées.

Structure d'une roche : mode d'assemblage des constituants de la roche à l'échelle macroscopique.

Subduction : processus d'enfoncement de la lithosphère océanique dans les profondeurs du manteau terrestre.

Tardi-hercynien : lié à une phase tardive de l'orogénèse hercynienne.

Tardi-orogénique : lié à une phase tardive d'une orogénèse.

Tectonique : terme générique qui désigne les mécanismes de déformation ayant affecté les roches (failles, plis, schistosité...).

Terres rares : les terres rares sont un groupe de métaux aux propriétés voisines comprenant le scandium $_{21}\text{Sc}$, l'yttrium $_{39}\text{Y}$, le lutécium $_{72}\text{Lu}$ et les quinze lanthanides. Du point de vue de l'économie mondiale, ils font partie des métaux stratégiques.

Texture d'une roche : la texture est une caractéristique déterminée par la taille, la forme et la disposition des minéraux d'une roche qui est observée à l'échelle microscopique.

Tias : tuyau. Fontaine des Quatre Tias : fontaine des quatre tuyaux.

Tourmaline : cyclosilicate en prismes allongés, baguettes ou aiguilles, le plus souvent de couleur très sombre.

Tourmalinite : roche essentiellement composée de tourmaline.

Tuffites : roches volcano-sédimentaires marines, contenant 50% au moins de débris pyroclastiques fins (lapillis, cendres), pris dans un ciment argileux ou calcaire, et se présentant en général en couches interstratifiées dans une série sédimentaire.

Vacuole (d'une roche) : cavité d'une roche, millimétrique à centimétrique.

Virgation : ensemble de plis formant, en plan, un arc.

Xénocrystal : structure monocristalline enclavée dans une autre roche.

Zircon : minéral généralement microscopique, fréquent dans les roches granitiques où il se trouve le plus souvent en inclusion dans les micas noirs.

Jean Chauvet

Échelle des temps géologiques

ÈRE	PÉRIODE	EPOQUE	ETAGE	AGE EN MA			
Cénozoïque	Quaternaire	<i>HOLOCÈNE</i>		1,7			
		<i>PLÉISTOCÈNE</i>	CALABRIEN				
	NÉOGÈNE	<i>PLIOCÈNE</i>	PLAISANCIEN	ZANCLÉEN	5,3		
			<i>MIOCÈNE</i>			MESSINIEN TORTONIEN SERRAVALLIEN LANGHIEN BURDIGALIEN AQUITANIEN	
		<i>OLIGOCÈNE</i>	CHATTIEN	RUPÉLIEN	23,5		
			<i>EOCÈNE</i>	PRIABONIEN	BARTONIEN LUTÉTIEN YPRÉSIEEN	34	
				<i>PALÉOCÈNE</i>	THANÉTIEN	MONTIEN DANIEN	53
							65
	CRÉTACÉ	<i>SUPÉRIEUR</i>	MAESTRICHTIEN	CAMPANIEN SANTONIEN CONIACIEN TURONIEN CÉNOMANIEN	96		
			<i>INFÉRIEUR</i>	ALBIEN	APTIEN BARRÉMIEN HAUTERIVIEN VALANGINIEN BERRIASIEN	135	

ÈRE	PÉRIODE	EPOQUE	ETAGE	AGE EN MA	
Mésozoïque	JURASSIQUE	<i>MALM</i>	TITHONIEN KIMMÉRIDGIEN OXFORDIEN	154	
		<i>DOGGER</i>	CALLOVIEN BATHONIEN BAJOCIEN AALÉNIEN	180	
		<i>LIAS</i>	TOARCIEN PLIENSBACHIEN	205	
			SINÉMURIEN HETTANGIEN	205	
		TRIAS	<i>SUPÉRIEUR</i>	RHÉTIEN NORIEN CARNIEN	230
			<i>MOYEN</i>	LADINIEN ANISIEN	240
	<i>INFÉRIEUR</i>		SCYTHIEN	245	
	PALÉOZOÏQUE	PERMIEN	<i>SUPÉRIEUR</i>	THURINGIEN	258
			<i>INFÉRIEUR</i>	SAXONIEN AUTUNIEN	295
		CARBONIFÈRE	<i>SILÉSIEEN</i>	STÉPHANIEN WESTPHALIEN NAMURIEN	325
			<i>DINANTIEN</i>	VISÉEN TOURNAISIEN	360
	DÉVONIEN		410		
	SILURIEN		435		
	ORDOVICIEN		500		
CAMBRIEN		540			
PRÉCAMBRIEN	ALGONKIEN		2500		
	ARCHÉEN		3800		

