

# **Introduction: L'univers et l'origine du système solaire**

## **Préambule aux chapitres Géosphère, Hydrosphère, Asthénosphère**

### **1- L'univers**

L'univers connu, i.e. l'ensemble de tous les corps célestes détectés directement (ou indirectement) peut être hiérarchisé en :

- galaxies, groupées en amas ;
- étoiles, naines ou géantes ;
- planètes qui gravitent autour d'une étoile.

On estime que l'âge de l'Univers est de 13,7 Milliards d'années (données Hubble). **Diapo 3**  
Au départ l'univers n'est composé que d'énergie. Puis quelques fractions de secondes après le big-bang vont se former les particules : quarks, photons etc. La température est de plusieurs millions de degrés.

A +380 000ans, la température baisse autour des 2700 °c. Les premiers atomes et molécules d'hydrogène se forment, l'univers devient transparent à la lumière.

A +400 000 ans étoiles et galaxies commencent à se former.

### **2- La formation du système solaire**

Le système solaire est issu de l'effondrement sur lui-même d'un grand nuage de gaz il y a environ 4,6 milliards d'années. Une protoétoile solaire se forme en son centre, entourée d'un disque de gaz chaud. Les réactions nucléaires au cœur du soleil s'allument il y a environ 4.56-4.57 milliards d'années. **Diapo 4**

### **3- La formation des planètes**

Après la formation du proto-Soleil, le disque de gaz s'est refroidi et s'est condensé pour former des petits grains millimétriques dont la composition dépend de la distance au Soleil (éléments rocheux dominant à proximité du Soleil, fragments de glace d'eau et de CO<sub>2</sub> à plus grande distance). C'est l'**accrétion**. **Diapo 5**.

Aux premiers instants, les planètes telluriques étaient très chaudes et donc très plastiques. Cette chaleur initiale résulte des nombreuses collisions subies, de la contraction gravitationnelle et de la radioactivité des éléments constitutifs (libération de chaleur lors des désintégrations radioactives).

Il s'est alors rapidement produit une **différenciation** à l'intérieur des jeunes planètes, les éléments les plus lourds se concentrant au centre et les plus légers restant en surface. C'est pour cette raison que la Terre possède un noyau constitué, pour l'essentiel, de fer et de nickel, entouré d'enveloppes de densité décroissante vers l'extérieur.

La formation des planètes telluriques et la différenciation de leurs enveloppes internes ont duré moins de 30 millions d'années.

La datation radioactive montre que les roches terrestres les plus anciennes ont 3,96 milliards d'années (mais renouvellement de la surface par tectonique des plaques), 4.2 pour la Lune. Les météorites primitives fournissent un âge de 4,5 milliards d'années. On estime donc l'âge de la Terre à 4,568 Ga. **Diapo 6**

Le système solaire comporte actuellement 8 planètes. On distingue les planètes gazeuses ou joviennes des planètes rocheuses ou telluriques. **Diapo 7**

En général les planètes gazeuses sont plus grosses que les rocheuses. **Diapo 8**  
(Il y a actuellement à peu près 3660 exoplanètes recensées (180 exoplanètes telluriques))

#### **4- La formation des atmosphères planétaires primitives**

L'atmosphère est l'enveloppe gazeuse qui entoure des corps célestes. Il existe une atmosphère autour de toutes les planètes du système solaire, (sauf Mercure trop proche du Soleil) et autour de Titan (satellite de Saturne) et de Triton (satellite de Neptune). Son existence sur Terre est indispensable au développement de la vie.

L'origine de l'atmosphère est différente selon qu'il s'agit d'une planète gazeuse géante ou d'une planète tellurique. Les planètes géantes ont une atmosphère primordiale, formée par capture des gaz de la nébuleuse primordiale. À cela vient s'ajouter une part mineure de dégazage interne (à partir du noyau rocheux).

Les planètes telluriques comme la Terre ont produit leur atmosphère par dégazage du manteau par le biais du volcanisme. **Diapo 9**

Une fois formée, l'atmosphère doit pouvoir être retenue par le corps céleste qu'elle entoure. Pour cela, il faut que ce corps soit suffisamment gros (gravité) et soit suffisamment froid. Si une planète est proche de son étoile (Mercure), les gaz sont chauffés et les molécules s'agitent et échappent au champ de gravité de la planète.

#### **5- La formation de la Lune**

Le couple Terre-Lune est un ensemble unique dans le système solaire dont il convient de discuter de l'origine et des conséquences. La Lune a en effet des dimensions comparables à

celles de la Terre (diamètre = 3476 km) ce qui n'est pas le cas d'autres couples planète-satellites pour lesquels la taille des satellites est très petite.

.Ce couple équilibré « Terre-Lune » pourrait avoir été important dans l'évolution de la vie. En effet, la Lune stabilise l'inclinaison de l'axe de rotation terrestre et stabilise donc les climats terrestres. De plus, la Lune exerce une force de marées sur la Terre.

La naissance de la Lune, a pu se produire à la suite d'un impact de la Terre avec un astéroïde de grande taille (plusieurs milliers de kilomètres de diamètre). La Lune se serait alors individualisée par « arrachement » de matière terrestre.

Les arguments les plus forts en faveur de cette théorie sont que les roches présentes en surface de la Lune présentent de fortes analogies avec les roches terrestres. **Diapo 10**

## Partie 1 : La géosphère

Nous avons décomposé le système Terre arbitrairement en 3 sous-ensembles :

La Géosphère, l'Hydrosphère et l'Atmosphère. Il existe d'autres "découpages" pour le représenter mais celui est simple. **Diapo 11**

L'effondrement gravitationnel des nuages de gaz primordiaux et leur distance par rapport au soleil vont avoir des conséquences essentielles sur le devenir d'une planète : **Diapo 12**

- Ces nuages étant en rotation lorsqu'ils s'effondrent, les planètes vont hériter d'une rotation sur elles-mêmes et d'une rotation autour de leur étoile : c'est la conservation du moment cinétique.
- Pour une planète tellurique, accréation et différenciation, vont progressivement : d'une part **augmenter la chaleur interne** (par compression) et d'autre part faire migrer les éléments radioactifs vers le cœur. **Cette radioactivité dégage elle aussi beaucoup de chaleur**. Cette chaleur va se dissiper au cours du temps, par convection et diffusion.

### I La structure interne de la Terre

Les enveloppes profondes ne sont pas accessibles à l'observation directe. On soupçonne l'existence d'un manteau plus dense que les matériaux de la croûte et, surtout, d'un noyau très dense en raison du moment d'inertie de la Terre.

En partant du centre de la terre nous trouvons : **Diapo 13**

- le **noyau** où se sont accumulés les éléments denses, Ni et Fe. Il est subdivisé en noyau interne (6 371-5 155 km) ou **graine**, solide, et en **noyau externe** (2 885-5 155 km) liquide. Les mouvements de convection complexes qui se déroulent dans le noyau externe et la possible rotation de la graine, sont très vraisemblablement à l'origine du champ magnétique terrestre.

- Au-dessus, se trouve le **manteau**.

\*Le **manteau inférieur** (700-2 885 km) dont l'essentiel présente un comportement plastique en **considérant des temps géologiques**.

\*Le **manteau supérieur** (700 à 70 ou 150 km), est moins visqueux que le manteau inférieur, alors que sa partie supérieure est rigide (= manteau lithosphérique).

De grands mouvements de convections sont présents dans ce manteau supérieur. **Diapo 14**

-Enfin l'enveloppe solide la plus externe est la **croûte** dont le relief apporte des informations essentielles sur sa nature, sa structure et sa dynamique. La croûte est indissociable du manteau lithosphérique avec lequel elle constitue la **lithosphère**.

## **II- La dissipation de la chaleur interne**

La dissipation de la chaleur interne accumulée lors de la formation de la terre, associée à un manteau supérieur plastique et siège mouvements de convection va avoir deux conséquences :

-Une croûte lithosphérique fragmentée en plaques rigides mais mobiles entre elles (**tectonique des plaques**).

-Des **remontées magmatiques** à la surface de la lithosphère.

### **1- La tectonique des plaques**

La plasticité du manteau chauffé entraîne une dislocation de la lithosphère en plusieurs éléments : les plaques lithosphériques, soit continentales, soit océaniques **Diapo 15-16**

Ce phénomène est aussi connu sous le terme de **dérive des continents**.

#### **a- La subduction**

Les plaques océaniques de par leur composition sont plus lourdes que les plaques continentales. Lorsqu'une plaque océanique se refroidit elle va devenir de plus en plus dense et va plonger sous une autre plaque : c'est la **subduction** ou convergence **diapo 17**.

La compression due à la tectonique des plaques va exonder puis porter les terrains en altitude. Deux plaques entrant en collision plissent les couches de roches qui les séparent en créant un relief : les montagnes. **Diapo 18**

## **b- L'accrétion**

Le mouvement de plongée de la subduction entraîne l'ensemble de la plaque et à l'autre bout elle s'écarte d'une autre plaque et le matériel mantellique va pouvoir remonter à la surface créant un **rift** (continental) ou une **dorsale** (océanique) : c'est **l'accrétion** (à ne pas confondre avec l'accrétion de la formation des planètes) **diapo 19**.

## **c- Les failles transformantes**

Deux plaques lithosphériques peuvent coulisser l'une par rapport à l'autre créant ainsi un décrochement ou **faille transformante**. A plus petite échelle, on en trouve de grande quantité le long des dorsales. **Diapo 20**

La conjugaison de ces facteurs provoque un renouvellement régulier de la croûte lithosphérique. Ces plaques bougent donc les unes par rapport aux autres, sur une sphère autour de points de rotation.

## **2- Les remontées magmatiques et les types de roches magmatiques**

Le matériel du manteau supérieur qui va remonter à travers la lithosphère s'appelle le **magma**.

Un magma est un composé chaud de minéraux cristallisés, de minéraux fondus et de gaz dissous (dont la vapeur d'eau).

La température et la composition d'un magma varient en fonction de la profondeur de son origine mantellique et des terrains qu'il traverse.

Le type de roches issues de ce magma dépendra bien sûr du **temps de refroidissement** et de la **composition** initiale.

### **a- Le refroidissement**

En remontant vers la surface, le magma va refroidir et se solidifier formant ce que l'on appelle des roches endogènes ou **magmatiques**.

Deux cas se présentent : **Diapo 21**

-Soit le magma arrive à la surface (continents ou fond des océans). Il va refroidir **rapidement** et produire des **roches volcaniques**.

La cristallisation sera faible, les cristaux n'auront pas le temps de grandir : nous obtiendrons des microcristaux et une **texture microlithique**.

-Soit le magma est bloqué en profondeur, n'arrive pas à la surface. Il refroidit **lentement** en profondeur et donne des **roches plutoniques**.

Il aura le temps de bien cristalliser avec des cristaux visible à l'œil nu et une **texture grenue**.

## **Diapo 22**

Le refroidissement peut prendre plusieurs millions d'années parfois.

Bien sûr les plutons n'apparaissent à la surface qu'après **érosion** des terrains sus-jacents.

### **b- La composition**

De façon **extrêmement simplifiée** en fonction de la composition nous considéreront comme : **Diapo 23**

Magma **acide** : possédant plus de 65% de silice

Magma **intermédiaire** : possédant entre 50 et 65% de silice

Magma **basique** : possédant moins de 50% de silice

### **c- Les types de roches**

Un magma **basique** donnera une roche **volcanique** appelée **basalte** et roche **plutonique** appelée **gabbro**.

Un magma **intermédiaire** donnera une roche **volcanique** appelée **andésite** et roche **plutonique** appelée **diorite**.

Un magma **acide** donnera une roche **volcanique** appelée **rhyolite** et roche **plutonique** appelée **granite**.

Récapitulatif : **Diapo 24**

	Roche volcanique	Roche plutonique
Basique	<b>Basalte</b>	<b>Gabbro</b>
Intermédiaire	<b>Andésite</b>	<b>Diorite</b>
Acide	<b>Rhyolite</b>	<b>Granite</b>

De plus : - le magma basique est à 1000-1200°C, pauvre en silice et en eau et **fluide**

- le magma acide est à 500-600°C, riche en silice et en eau et **visqueux**.

## **Diapo 25**

### **Conclusion :**

Les magmas **basiques** chauds et fluides vont pouvoir s'immiscer dans les failles et arriver plus facilement à la surface : ils donneront un volcanisme **effusif** avec épanchement de **basaltes**. **Diapo 26**

Les magmas intermédiaires, un peu plus visqueux auront plus de mal à monter et donneront un volcanisme **explosif** et des **andésites**.

Les magmas acides riches en eau et pâteux monteront difficilement (en pluton ou batholite) et donneront surtout des roches **plutoniques** (exemple, les **granites**). Si le magma acide arrive quand même à la surface, il donnera un volcanisme **très explosif** (type plinien, péléen) et des **rhyolites**.

Et c'est pourquoi nous trouvons à la surface du globe **beaucoup de basaltes** et très **peu de gabbros**, et **beaucoup de granites** et très **peu de rhyolites**. **Diapo 27**

### **III Le volcanisme**

Les volcans ne sont pas répartis au hasard à la surface du globe, mais leur localisation est intimement liée à la tectonique des plaques et à la dynamique du manteau. C'est à la frontière de ces plaques que se concentrent la plupart des phénomènes volcaniques (et les séismes). **Diapo 28**

Ainsi, existe-t-il trois grands types de volcans : **Diapo 29**

#### **\*Les volcans des chaînes de subduction**

- continentale : ceinture de feu du Pacifique,
- océanique : arcs insulaires (Indonésie, Caraïbes, arc Tyrrhénien en Italie et arc Egéen en Grèce (Santorin)).

#### **\*Les volcans de rift**

- dorsales médio-océaniques (dorsale médio-Atlantique qui émerge en Islande ou à Ste Hélène),
- rifts continentaux (africain).

#### **\*Les volcans isolés des points chauds : Réunion, Hawaii, Polynésie, Erebus**

Les remontées mantelliques se produisent parfois ponctuellement. Elles se localisent en un seul lieu du manteau et donnent un **volcanisme de point chaud**.

A la différence des dorsales et des points chauds caractérisés par un **volcanisme effusif**, les zones de subduction sont responsables d'un **volcanisme généralement explosif**. Les risques en sont d'autant plus importants. **Diapo 30**

### **1-Le volcanisme effusif**

Il existe en gros 2 types de volcanisme effusif : **Diapo 31**

#### **a- Les éruptions fissurales**

Ces éruptions se traduisent par des épanchements de lave le long de fissures et donnent des basaltes de plateau. Elles couvrent de vastes étendues, à la surface de la terre (trapps du Deccan en Inde, Crétacé). Il y en a quelques-unes de moindre étendue en Islande.

#### b- Le volcanisme de type **hawaïen**

Ces coulées de lave sortent d'un ou plusieurs cratères. Elles sont beaucoup plus fréquentes, avec trois types de localisation :

- les volcans situés sur des points chauds, exemples : Mauna Loa, Kilauea, les coulées produisent surtout des laves fluides. Les coulées sont souvent issues de cônes radiaux (qui ne sont donc pas au sommet)

- les volcans situés sur un rift (comme le Nyiragongo, qui a eu un lac de lave dans son cratère pendant des années). Les éruptions sont un peu moins fréquentes (récurrence : une dizaine d'années).

- Très rarement les volcans situés dans des zones de subduction. C'est le cas de l'Etna en 1986, mais avec des laves un peu plus visqueuses (ce volcan est habituellement de type strombolien).

Les roches produites sont des **basaltes**. Les risques pour les populations sont faibles, il n'y a souvent que des dégâts matériels.

## 2-Les éruptions explosives verticales

Elles sont liées à de fortes teneurs en gaz dans le magma ou à un refroidissement brusque de celui-ci. Ces éruptions sont de différents types : **Diapo 32**

Les risques associés aux retombées sont moyens car dans plupart des cas, les populations ont le temps de s'enfuir.

### 1- Le volcanisme de type **strombolien**

Cas du Stromboli : le cratère contient de la lave fluide mais le volcan peut projeter des scories grossières qui forment un cône entrecoupé par des effusions de laves.

Elles sont peu dangereuses car ces éruptions produisent peu de cendres, et seulement dans un rayon de quelques centaines de mètres ou quelques kilomètres du cratère. Il y a des éruptions intermittentes de lave à intervalle régulier. Enfin le panache atteint quelques centaines de mètres. Le risque est faible. Les laves sont de type **basaltes andésitiques** ou **andésites**.

### 2- Le volcanisme de type **vulcanien**

Cas du Semeru (Java) : lave moins fluide qui se solidifie souvent dans la cheminée. Plus explosif, le cratère évacue des scories fines qui forment le cône ainsi que des cendres plus loin. Les laves sont plutôt des **andésites**.

Les éruptions y sont plus dangereuses car brèves (volcanisme explosif), de quelques secondes à quelques minutes avec une intensité qui peut être importante et se répéter régulièrement lors d'une crise éruptive pendant des jours, des mois ou des années (Semeru depuis 1967). Le panache atteint fréquemment le kilomètre d'altitude. Le risque est moyen.

### 3- Le volcanisme de type **plinien**

Les éruptions pliniennes sont dangereuses. Elles sont continues pendant quelques heures ou jours, formant des colonnes éruptives de plusieurs dizaines de km de haut.

Le sommet du volcan s'effondre souvent car la cheminée a évacué ses gaz, provoquant une explosion puissante. Ceci conduit à la formation d'une caldera dont la taille varie entre 2 et 13 km de diamètre de forme généralement circulaire. Exemples du Santorin dans l'Antiquité et du Krakatoa en 1883.

Le réveil du volcan se produit bien avant l'explosion paroxysmique. Les populations ont le temps de fuir. Mais les retombées peuvent être fatales dans le cas d'éruptions ultrapliniennes comme pour le Vésuve en 79 : 2 000 morts à Pompéi par l'effondrement des toits, mais aussi la suffocation ou l'enterrement vivant sous 3 m de ponces. Les laves sont de type **rhyolites**.

Les risques sont donc moyens à forts.

### 4- Le volcanisme de type **peléen Diapo 33**

Le nom vient de la montagne Pelée. C'est un type d'éruption caractérisé par l'émission d'une lave visqueuse. La lave s'accumule alors au point de sortie en un dôme de lave qui peut exploser ou s'effondrer en formant alors une ou plusieurs nuées ardentes accompagnées d'un panache volcanique pouvant s'élever à des dizaines de kilomètres en altitude. Ces éruptions sont très dangereuses (cf. infra).

### 5- Le volcanisme de type **surtseyen**

Le nom vient de l'île Surtsey en Islande. Il s'agit d'un volcan sous-marin qui affleure à la surface de l'eau. Même si la lave est de type **basaltique**, le contact de l'eau et de celle-ci engendre un choc thermique qui provoque des explosions qualifiées de "cypressoïdes" pour la ressemblance des panaches volcaniques avec des cyprès.

Les risques restent assez faibles, car il n'y a pas d'habitation.

## **3-Les nuées ardentes**

Les nuées ardentes sont des écoulements pyroclastiques c'est-à-dire l'émission dirigée et en contact avec le sol d'un mélange de gaz et de particules solides, cendres et blocs. Ces écoulements se font toujours à grande vitesse (jusqu'à 300 km/h) et haute température (jusqu'à 500°C), mais présentent néanmoins une grande variété.

### **Diapo 34**

#### **a-Le type Pelée**

En référence à l'éruption du 8 mai 1902 (vitesse près de 400km/h) en Martinique, 29 000 morts. La destruction du dôme est liée à l'éruption ; l'explosion est dirigée latéralement. Les

laves sont très visqueuses, les éruptions rares mais explosives avec nuées ardentes, formation d'aiguilles de laves rapidement érodées. Formes en dômes. Le risque est fort.

### **b-Le type St Vincent**

Il s'agit de l'écroulement d'une colonne éruptive, en référence à une éruption de la Soufrière de l'île Saint Vincent le 7 mai 1902 (juste avant la montagne Pelée) qui tua plus de 1 500 personnes. Sa caractéristique majeure étant la présence de nuées sur tous les flancs du volcan. Le risque est fort.

### **c-Les blasts**

On appelle blast une déferlante pyroclastique de très forte intensité, turbulente et rapide, due à une mise à l'air libre brutale du magma après effondrement de la partie supérieure du volcan. C'est une explosion dirigée latéralement associée à une avalanche de débris de roches volcaniques. Ils sont voisins des nuées ardentes mais beaucoup plus puissants. Le risque est très fort. **Diapo35**

L'explosion du Mont Saint-Helens le 18 mai 1980 est en une illustration : après l'écroulement du sommet, la perte de poids permet la libération de l'énorme pression du magma. La décompression subite éviscère le flanc du volcan et un très grand souffle d'une vitesse maximale de 1100 km/h et de 300°C de gaz et de cendre dévaste tout sur son passage, avec une surface détruite très importante (600 km<sup>2</sup>) La déferlante a parcouru 25 km en moins de 30s. Le volcan a perdu 400 m de hauteur.

## **4-Les lahars**

### **Diapo 36**

Les lahars se forment généralement lorsque d'importantes pluies s'abattent sur des dépôts volcaniques. Mais l'eau peut provenir aussi de la fonte, par la chaleur de l'éruption, de la glace ou de la neige. Ces dépôts n'étant pas consolidés, ils sont facilement érodés et emportés dans les rivières qu'ils font déborder

### **a-Lahars syn-éruptifs**

Ils se produisent pendant l'éruption, et sont appelés aussi **lahars chauds**.

Ils peuvent avoir pour origine :

- une fonte brutale de la neige ou de la glace due à l'activité volcanique. Ce type de lahars sont dangereux car ils sont volumineux, même lors d'une éruption modeste. Exemple du Nevado del Ruiz, 25 000 morts dans la nuit du 13 au 14 novembre 1985 (20 000 pour la seule ville d'Armero) alors que seulement 9% de la calotte glacée a fondu ; cependant les autorités colombiennes avaient été averties du risque et n'ont rien fait (l'éruption avait commencé le 11/09/1985).
- la pénétration d'une nuée ardente dans un cours d'eau ;
- Une très forte pluviométrie (exemple d'un cyclone au Pinatubo).

Le risque est fort.

## **b-Lahars post-éruptifs**

Ils sont aussi appelés **lahars froids**. Ils remanient les dépôts de cendre ou de nuées.

Par leur mode de formation, ces lahars peuvent affecter une région des années après la fin d'une éruption volcanique si les dépôts ne sont toujours pas consolidés. Le risque est donc très fort.

Les lahars constituent le 2ème phénomène volcanique le plus meurtrier après les nuées ardentes. Avec 31 500 morts, ils ont représenté 40% des victimes dues aux éruptions volcaniques au 20e siècle.

Le danger vient aussi du fait que les lahars ne suivent pas obligatoirement les vallées, mais débordent fréquemment au niveau des coudes, des zones resserrées d'une vallée ou des ruptures de pente.

## **5-Les écoulements gazeux**

Les gaz qui sont présents dans toutes les éruptions explosives sont parfois émis seuls sous forme d'un nuage lourd de CO<sub>2</sub> invisible, qui ne provoque aucun dégât matériel, mais asphyxie sur son passage l'ensemble des êtres vivants se trouvant dans les talwegs. **Diapo 37**

Les exemples les plus connus sont le plateau Dieng (cratère Sinila) en 1979 (142 morts) et le lac Nyos (Cameroun) en 1986 (1750 morts, 3000 têtes de bétail) 1 km<sup>3</sup> de CO<sub>2</sub> dégagé.

-A Dieng, il semblerait que les gaz (CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>S) aient été libérés le long d'une faille ouverte lors d'un séisme.

-Au Cameroun, le gaz se serait accumulé à l'état dissous dans les eaux profondes du lac, jusqu'à un état proche de la saturation l'amenant à un état d'équilibre instable. La cause de sa remontée est mal connue, peut-être un éboulement qui a remonté les eaux chargées en CO<sub>2</sub>. Actuellement, ces lacs sont dégazés artificiellement par tuyaux. Le risque est très fort.

## **6- Les conséquences des éruptions volcaniques**

Le volcanisme n'est pas seulement directement responsable de pertes humaines (coulées, nuées, lahars) : il peut être à l'origine de catastrophes naturelles encore plus létales.

-Les tsunamis (Krakatoa, 1883, >25 000 †

-Les famines (Tambora, 1816, 200 000 †

-Les incendies, les épidémies, etc. **Diapo 38**

## **Records Diapo 39**

◆ Plus haut volcan :

-altitude cumulée : Mauna Kea, à Hawaï, avec 10 230 mètres de hauteur pour une altitude de 4 205m

-altitude absolue : Nevados Ojos del Salado, au Chili, avec 6 887 mètres d'altitude.

◆ Plus grande éruption (en volume éjectés) : Toba (Sumatra) il y a 73 000 ans avec 2800 km<sup>3</sup>

- ♦ Plus petite éruption (en volume de matériaux éjectés) : forage géothermique à Námafjall en Islande en 1977 avec 1,2 m<sup>3</sup> de basalte.
- ♦ Volcan le plus actif : le Kilauea et le Piton de la Fournaise se disputent le record avec une éruption tous les un an à un an et demi
- ♦ Plus jeune volcan (et non nouveau cône ou événement) : Ardoukôba (Djibouti) avec une première éruption en novembre 1978, le Surtsey (Islande) 1963-1967.
- ♦ Plus grande caldeira ou plus grand cratère volcanique terrestre : Toba formé il y a 73 000 ans avec cent kilomètres de longueur sur trente kilomètres de largeur.
- ♦ Plus grand nombre de victimes : Tambora sur l'île de Sumbawa en Indonésie en 1816 avec 88 000 morts liés directement à l'éruption et 200 000 morts supplémentaires par famine
- ♦ Éruption volcanique la plus bruyante : Krakatoa en Indonésie le 27 août 1883.

#### IV Les roches exogènes ou sédimentaires

Depuis quasiment 4 milliards d'années **Diapo 40**, le visage de la terre change continuellement. **Diapo 41**

Les roches exondées et portées en altitude par les plissements de la croûte terrestre (tectonique des plaques) se retrouvent exposées à l'activité météorique et aux variations climatiques.

Sous cette action, les roches et les minéraux qui les constituent se dégradent par action mécanique (**désagrégation**) et/ou par action chimique (**dissolution**). En moyenne, l'érosion mécanique est supérieure à l'érosion chimique.

Après un transport plus ou moins long, les minéraux ou morceaux de roche libres sédimentent, et les éléments dissous vont soit se déposer soit être utilisés par certains végétaux ou animaux, le plus souvent aquatiques.

Une classification **très simplifiée** des roches exogènes peut être établie comme suit :

#### **Diapo 42**

- Les roches d'origine **détritique**
- Les roches d'origine **biogénique**
- Les roches d'origine **chimique**

#### **1-Les roches détritiques**

Elles résultent de l'induration (ou pas : le sable est une roche...) de matériaux issus de la désagrégation mécanique de roches préexistantes. **Diapo 43**

Les argilites (argiles)

Les marnes (argiles + boues calcaires)

Les grès (induration de sable lié par un ciment)

Les conglomérats (induration de graviers ou blocs liés par un ciment)

Le ciment peut être calcaire, siliceux, ferreux, voire organique (grès bitumineux).

## 2-Les roches biogéniques

Elles peuvent être carbonatées (calcaire) siliceuses ou carbonées.

Elles proviennent de l'accumulation et du dépôt de restes d'organismes (craie, charbon) ou de la construction due à des organismes vivants (coraux, récifs coralliaires).

### Diapo 44

Les roches carbonatées : calcaires coquilliers, récifaux, craies etc.

Les roches siliceuses : diatomites (algues diatomées) radiolarites (radiolaires)

Les roches carbonées : tourbes, charbons, pétrole.

## 3- Les roches chimiques

Elles résultent de la mise en solution des minéraux de roches variées et après transport, de la précipitation de ces éléments dans le milieu de dépôt. La précipitation est due soit à l'évaporation, soit au changement des conditions physico-chimiques. **Diapo 45**

S'il y a précipitation de :

- Oxydes, sulfures, de fer, manganèse, etc. → minerais divers
- Silice → silex
- Calcite → tufs, spéléothèmes (stalactites), certains calcaires (oolithiques)
- Sulfates → gypse
- NaCl → halite ou sel gemme

On appelle ces 2 dernières des **évaporites**.

Ces roches (hormis les évaporites) contiennent souvent des fossiles divers qui permettent de les dater et/ou de retrouver les paléo-environnements.

## V Les roches métamorphiques

Les mouvements tectoniques et les intrusions font subir aux roches de la croûte terrestre des variations de pression et de températures qui peuvent être considérables.

Ces variations changent alors la structure et la composition minéralogique de ces roches pour en donner de nouvelles : les roches **métamorphiques**.

Toutes les roches préexistantes peuvent y être soumises : les exogènes, les endogènes et bien sûr d'anciennes roches métamorphiques. **Diapo 46**

Il en existe 2 types :  
-le métamorphisme de contact  
-le métamorphisme régional ou général

### 1-Le métamorphisme de contact

Ce métamorphisme se produit lorsqu'un pluton (ou batholite) fait intrusion dans des couches stratigraphiques. Le contact de l'encaissant avec ce pluton chaud ( $\approx 600^\circ\text{C}$ ) cuit littéralement les roches et change ainsi leur minéralogie. On appelle ce type de roche des **cornéennes**. Elles se répartissent en auréole métamorphique autour du pluton. **Diapo 47**

## **2-Le métamorphisme régional**

Les zones impactées sont beaucoup plus étendues que le précédent.

L'augmentation de pression/température se fait soit par enfouissement ( $10^\circ\text{C}/\text{km}$ , **dynamométamorphisme**) soit dans les **zones orogéniques**.

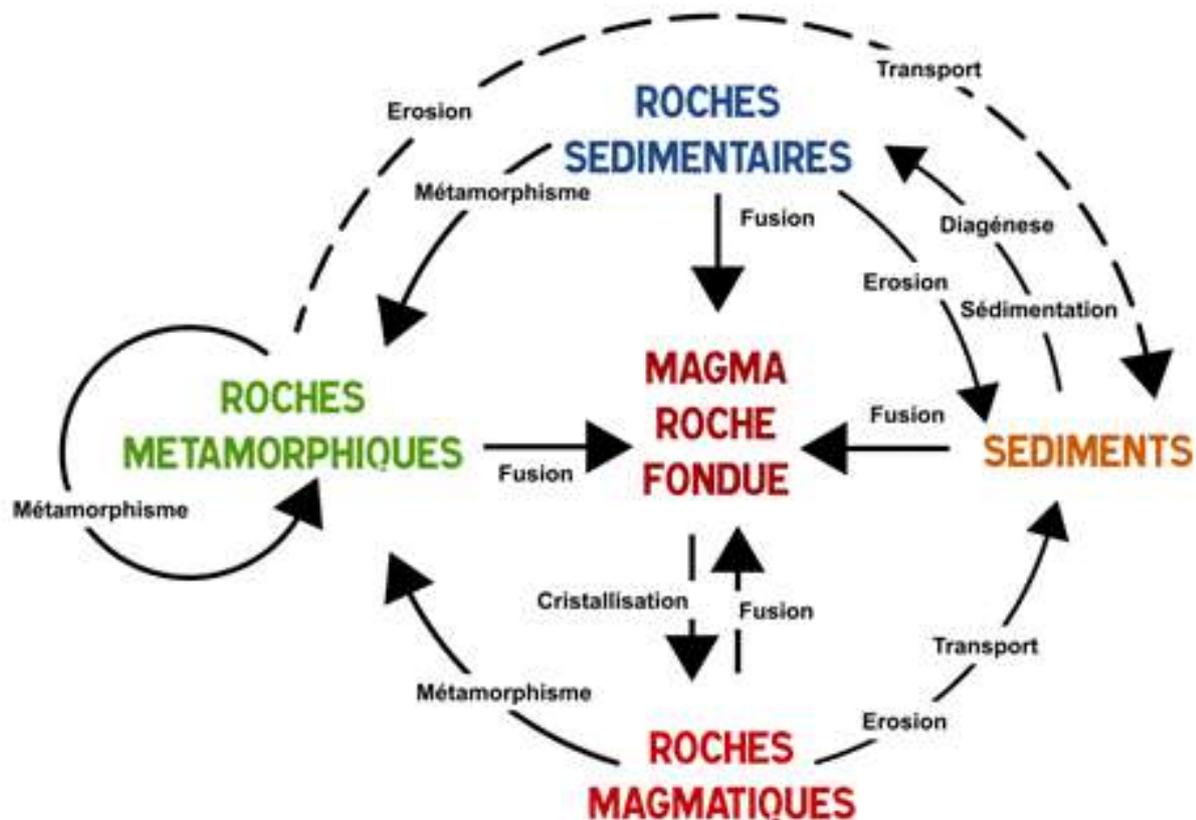
La variation de pression en fonction de la température définit ce que l'on appelle des faciès métamorphiques. Les roches résultantes ont des minéralogies différentes en fonction des faciès.

### **Diapo 48**

A pression moyenne et température moyenne nous aurons des **schistes**, si la température augmente, les **gneiss** apparaissent.

## **VI Le cycle des roches**

Le couplage de l'ensemble de ces processus – formation de reliefs positifs = chaînes de montagnes ; négatifs = bassins sédimentaires, érosion, métamorphisme et magmatisme – induit le recyclage de la lithosphère terrestre dont la surface est sans cesse renouvelée au cours des temps géologiques **Diapo 49**



## VII Les séismes

Lorsqu'un matériau rigide est soumis à des contraintes de cisaillement, il va d'abord se déformer de manière élastique, puis, lorsqu'il aura atteint sa limite d'élasticité, il va casser, en dégageant de façon instantanée toute l'énergie qu'il a accumulée durant la déformation élastique.

C'est ce qui se passe lorsque la lithosphère est soumise à des contraintes. Sous l'effet des contraintes causées par le mouvement des plaques tectoniques, la lithosphère accumule l'énergie. Lorsqu'en certains endroits, la limite d'élasticité est atteinte, il se produit une ou des ruptures qui se traduisent par des failles.

Le lieu de la rupture correspond au **foyer** du séisme et sa projection verticale à la surface du globe l'**épiceutre**. **Diapo 50**

L'énergie brusquement dégagee le long de ces failles est transférée par la propagation des ondes sismiques de différents types. Si les contraintes tectoniques se poursuivent dans cette même région, l'énergie va à nouveau s'accumuler et les séismes se produiront à plusieurs reprises le long de la même faille, puisque cette dernière constitue un plan de faiblesse dans la lithosphère.

Les séismes ne se produisent que dans du matériel rigide. Par conséquent, les séismes se produiront toujours dans la lithosphère, jamais dans le manteau sup. qui est plastique.

L'énergie dégagée lors du séisme est mesurée par la **magnitude**, exprimée sur une échelle ouverte, l'échelle de **Richter**. Mais la détermination de la magnitude des séismes nécessite un enregistrement par les sismomètres et n'est donc pas possible pour les séismes du passé. La plus forte magnitude enregistrée à ce jour est de 9.5 pour le séisme du Chili en 1960.

**Diapo 51**